

Perspektywa wykorzystania białka z owadów jako alternatywnego składnika pasz

Joanna Kisielewska, Michał Dąbrowski, Tadeusz Bakuła

z Katedry Prewencji Weterynaryjnej i Higieny Pasz Wydziału Medycyny Weterynaryjnej, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie

Obecnie na świecie żyje ok. 7,6 mld ludzi, a według prognoz oraz danych szacunkowych przewiduje się, że do 2050 r. światowa populacja osiągnie 9 mld ludzi (1). Już dziś produkcja żywności jest pod ogromną presją i zmagą się z wieloma problemami, dlatego zaistniała pilna potrzeba wprowadzenia zrównoważonej produkcji żywności, szczególnie bogatej w wysokiej jakości białko (2, 3).

Zwiększenie produkcji żywności do poziomu odpowiadającego zapotrzebowaniu szybko rosnącej populacji ludzi oraz zwierząt, przy jednoczesnym ograniczeniu dostępności do nowych gruntów rolnych, jest niemożliwe. Obecnie 30% całkowitej powierzchni Ziemi jest wykorzystywane do celów rolniczych, a 70% gruntów stanowi produkcja zwierzęca (3, 4). Poza tym produkcja zwierzęca jest jedną z głównych przyczyn problemów środowiskowych na świecie – przyczyniając się istotnie do wytwarzania gazów cieplarnianych, globalnego ocieplenia, degradacji gleby, zanieczyszczenia powietrza i wody oraz utraty różnorodności biologicznej. W większości krajów hodowla zwierząt jest jednym z najszybciej rozwijających się podsektorów rolnych, a popyt na produkty zwierzęce stale wzrasta. Tak dynamiczny proces będzie wymagał zwiększenia produkcji pasz, co w obecnej sytuacji staje się problemem, którego rozwiązania należy poszukiwać w alternatywnych źródłach białka.

Dobrze zbilansowane żywienie zwierząt hodowlanych jest nierozdzielnie powiązane z ich odpowiednim rozwojem i wynikami produkcyjnymi. Aby to osiągnąć, wymagane jest stosowanie materiałów paszowych wykazujących właściwą strawność i smakowitość o wysokiej zawartości białka, które charakteryzuje się odpowiednim profilem aminokwasowym. Pasze te powinny być bezpieczne, wolne od składników antyodżywczych oraz stosowane bez ryzyka negatywnego wpływu na zdrowie zwierząt (5). Dlatego tak istotny jest wybór najbardziej odpowiednich i najwyższej jakości składników stosowanych przy produkcji pasz, aby uzyskać zamierzone efekt produkcyjne.

Obecnie głównymi składnikami białkowymi w żywieniu zwierząt są mączka sojowa oraz mączka rybna. Podstawowym zwierzęcym składnikiem białkowym w żywieniu zwierząt stała się mączka rybna. Mączka rybna jest produktem handlowym wytwarzanym głównie z ryb zawierających wysoki procent kości i oleju, i zazwyczaj nienadających się do bezpośredniego spożycia przez ludzi. Mączkę rybną uważa się za doskonałe źródło białek, jest łatwo przyswajalna, ma doskonałą kompozycję niezbędnych aminokwasów i długołańcuchowych kwasów tłuszczowych, jak również jest dobrym źródłem witamin oraz związków

The prospect of using insect protein as an alternative feed ingredient

Kisielewska J., Dąbrowski M., Bakuła T., Department of Veterinary Prevention and Feed Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, University of Warmia and Mazury in Olsztyn

This article aims at the presentation of new approach to the growing need for establishing strategies of feeding farm animals in coming decades. According to FAO forecasts, in 2050 the global population will reach 9 billion people. Already now, the food production is under enormous pressure and struggling with many problems. It is therefore, an urgent need to develop and introduce sustainable production of high-quality protein foods.

Poland is a country where there is a limited range of high-protein feed sources, which constitute valuable components for the feed and food production. In the future, insects may become the only effective solution for feeding a constantly growing population. Protein of insect origin, can already be used to produce fish feed in the EU. Current research will be the basis for decisions about the safe introduction of insect protein into the feeding system of farm animals. An example of such research can be GOSPOSTRATEG, the project financed by the National Center for Research and Development, entitled "Developing a strategy for using alternative sources of insect protein in animal nutrition to spread its production on the territory of the Republic of Poland". This project is implemented by a consortium consisting of: the Ministry of Agriculture and Rural Development, the University of Warmia and Mazury in Olsztyn and the National Veterinary Institute-National Research Institute in Puławy.

Keywords: insect protein, animal feed, farm animals, new strategy for feeding.

mineralnych (7). Jednak wzrost zapotrzebowania na mączkę rybną przy jednoczesnym spadku połowów ryb, spowodowanego nadmierną eksploatacją łowisk, przyczyniły się do zmniejszenia dostępności mączki rybnej, a tym samym do wzrostu jej ceny.

Obecnie światowy rynek pasz opiera się głównie na soi genetycznie modyfikowanej, która stanowi jego podstawowy komponent białkowy. Uprawa soi jak na razie pokrywa światowe zapotrzebowanie na białko. W 2014 r. uprawa soi genetycznie zmodyfikowanej (GMO) stanowiła 82% areału upraw tej rośliny na świecie i 50% powierzchni wszystkich upraw GMO. Ponadto szacuje się, że 93–95% śrutu sojowej w handlu międzynarodowym stanowi śruta wytworzona z roślin GMO, dlatego praktycznie niemożliwe jest prowadzenie hodowli zwierząt, zwłaszcza w Europie i innych krajach wysokorozwiniętych, bez wykorzystania pasz zawierających soję genetycznie modyfikowaną (6). W samej Unii Europejskiej ze względów klimatycznych produkuje się śladowe ilości soi, a użytkowane zbiory w ostatnich latach rzadko osiągają 1 mln ton. Dlatego w bilansie śrut główne znaczenie

ma śruta sojowa, której cała dostępna podaż pochodzi z importu. Unia Europejska jest drugim na świecie co do wielkości importerem białka paszowego. Import soi wynoszący w ostatnich latach 13–14 mln ton obejmuje 10% światowego obrotu tą rośliną (6).

Polska również jest krajem, który w dużym stopniu swoje zapotrzebowanie na białko pokrywa z dostaw pochodzących z importu. Rocznie importujemy około 2–3 mln ton śruty sojowej (1–1,5 mln ton czystego białka). Polska jest krajem, gdzie występuje ograniczony asortyment wysokobiałkowych surowców paszowych, mogących stanowić wartościowe komponenty do produkcji pasz, zwłaszcza przemysłowych.

Z dniem 1 stycznia 2021 r. wchodzi w życie ustawa o zakazie wytwarzania, wprowadzania do obrotu i stosowania w żywieniu zwierząt pasz genetycznie zmodyfikowanych oraz organizmów genetycznie zmodyfikowanych przeznaczonych do użytku paszowego. Zapis ten zawarto w art. 15 ustawy z 22 lipca 2006 r. o paszach. Zakaz ten stanie się zapewne dużym problemem, gdyż będzie obejmował wszystkie zwierzęta, bez względu na wielkość gospodarstwa. Poszukuje się więc nowych strategii, umożliwiających zastąpienie importowanej śruty sojowej białkiem bez modyfikacji genetycznych, porównywalnym pod względem jakościowym i ekonomicznym do soi. Od wielu lat rozważa się zwiększenie wykorzystania rodzimych surowców białkowych, takich jak nasiona roślin strączkowych, poekstrakcyjna śruta rzepakowa oraz suszone wywary zbożowe. Wprowadzenie tych komponentów do pasz wymaga uwzględnienia zawartości białka, jego wartości odżywczej oraz związanych z tym efektów uzyskiwanych w żywieniu zwierząt gospodarskich. Wymagana jest także dostępność na rynku dużych partii jednolitego surowca. W Polsce rośliny strączkowe w strukturze zużycia surowców wysokobiałkowych stanowią ok. 6–10%, a białko rzepaku 15–17%. Aby zwiększyć ich udział w produkcji pasz, konieczne jest wsparcie ze strony postępu biologicznego, który umożliwi uzyskiwanie plonów na stałym poziomie, bez względu na panujące warunki klimatyczne w Polsce.

Obecna sytuacja spowodowała podjęcie działań mających na celu poszukiwania alternatywnych źródeł białka. Produkcja pasz będzie wymagać wprowadzania nowych technologii, takich jak zyskujące na coraz większej popularności owady czy glony.

Glony zyskują coraz większe zastosowanie, zarówno jako składniki żywności, jak i pasz dla zwierząt (8). Istnieje około 350 tys. gatunków glonów, ale tylko kilka gatunków stosuje się obecnie jako pożywienie. Glony zatem nadal stanowią duży i niewykorzystany potencjał jako żywność bądź składnik pasz dla zwierząt. Mikroalgi mogą osiągnąć wysokie plony powierzchniowe i mogą być uprawiane na gruntach nieuprawnych. Ze względu na wyjątkowy skład lipidów i wysoką zawartość białka są one uważane za żywność nowej generacji (9).

W ciągu ostatnich 10 lat na całym świecie zaczęło rosnąć zainteresowanie owadami w kontekście żywienia ludzi oraz zwierząt. Jak donosi dostępna literatura oraz przeprowadzone badania owady z powodzeniem mogą być uzupełnieniem lub zamiennikiem komponentów paszowych, takich jak soja czy mączka rybna.

Hodowla owadów na paszę ma ogromny potencjał, a w wielu krajach świata prowadzona jest masowa hodowla owadów. Wiedząc, że od 1 lipca 2017 r. zmieniły się przepisy UE umożliwiające stosowanie w żywieniu akwakultury białka owadziego, należy podjąć działania, by umożliwić polskim producentom rolnym produkcję tego typu białka. Dotychczasowe badania wskazują, że białko owadów jest białkiem, którego skład aminokwasowy jest najbardziej zbliżony do białka rybiego. Według raportu ONZ konsumpcja owadów może być pomocna w walce z głodem na świecie. Owady mogą zapewnić zrównoważoną i przyjazną dla środowiska produkcję pasz dla zwierząt, jak i żywności dla ludzi.

Owady (*Insecta*) ze względu na swoją liczebność, którą ocenia się w przybliżeniu na 2 mln gatunków, stanowią najliczniejszą grupę organizmów ze wszystkich znanych gatunków zwierząt. Obecnie opisano ponad milion gatunków owadów, które zasiedlają wszystkie strefy klimatyczne i tym samym tworzą jeden z najważniejszych elementów środowiska naturalnego (10). Ze względu na wszechobecność owadów na świecie ludzie w różny sposób je postrzegają. Dla jednych stwarzają obraz obrzydliwych szkodników, a dla innych stanowią bardzo ważny element ich życia. Niemniej owady w przyrodzie stanowią znaczącą część biomasy, a tym samym spełniają kilka istotnie ważnych funkcji (11). Przede wszystkim owady są źródłem pokarmu dla innych zwierząt, m.in.: ryb, płazów, ptaków, jak również wielu gatunków z rzędu naczelnych, w tym człowieka (12). Poza tym większość owadów dostarcza niezbędnych usług ekosystemowych, które przynoszą korzyści ludziom oraz środowisku. Owady mają istotny wpływ na obieg węgla i składników odżywczych poprzez rozkład martwej materii organicznej (13). Praktycznie wszystkie agroekosystemy czerpią korzyści z owadów, ponieważ mogą one naturalnie zwalczać szkodliwe gatunki podlegające tzw. naturalnej kontroli biologicznej. Wiele gatunków owadów zostało wykorzystanych przez różne kultury na całym świecie w celach leczniczych (14). Jednym z najciekawszych zastosowań owadów w medycynie jest produkcja szczepionek i innych użytecznych białek oraz powszechnie znana terapia larwami w leczeniu wielu rodzajów zakażonych i trudno gojących się ran (15). Owady to również ogromna grupa producentów. Gatunki takie jak: pszczoła miodna (*Apis mellifera*), jedwabnik morwowy (*Bombyx mori*) czy jedwabnik dębowy (*Atheraea pernyi*) znane są dobrze jako producenci cennych produktów, takich jak miód i jedwab. Ponadto owady odgrywają kluczową rolę w zapyłaniu roślin. Szacuje się, że z 100 tys. gatunków zapyłaczy, które zostały zidentyfikowane, 98% stanowią owady (16). Prawie 70% roślin uprawnych, które generują większość żywności na świecie, wymaga do zapylenia przynajmniej jednego gatunku owadów z nadrodziny pszczoł (*Apoidea*). Znaczenie tej ekologicznej usługi dla rolnictwa i przyrody jest bezdyskusyjne. Co więcej całkowitą wartość ekonomiczną zapyłania na całym świecie szacuje się na około 3 mld dolarów (17).

Owady także od dawna stanowią źródło białka dla ludzi i zwierząt. Konsumpcja owadów, znana jako entomofagia, wzbudza coraz większe zainteresowanie badaczy

i ekologów jako potencjalne rozwiązanie nieuniknionych globalnych problemów związanych z wyżywieniem populacji ludzkiej w nadchodzących latach (4, 18). Entomofagia jest praktykowana w większości krajów tropikalnych, podczas gdy w zachodniej części świata nie stanowi obecnie istotnej części diety człowieka (4). Obecnie ponad 2000 gatunków owadów uważanych jest za jadalne. W Polsce owady na talerz trafiają raczej sporadycznie i traktowane są jako ciekawostka i potrawa egzotyczna. Niemniej jednak w przyszłości owady mogą okazać się jedynym skutecznym rozwiązaniem w kwestii wyżywienia stale rosnącej liczby ludności.

Białko pochodzenia owadziego zostało zatwierdzone i może być wykorzystywane do produkcji paszy dla ryb w UE. Może również stanowić rozwiązanie w zakresie karmienia innych zwierząt gospodarskich w przyszłości. Rynek produkcji owadów stale rośnie, a ekonomiści prognozują wzrost w okresie 5 lat, z 2 tys. ton rocznej produkcji w 2018 r. do około 200 tys. ton w 2020 r. i aż do około 1200 tys. ton w 2025 r. (19). Owady są naturalnym składnikiem diety zwierząt. Są bogate w białko, mają profil aminokwasowy, który sprawia, że są wysoce strawne dla zwierząt. Niektóre owady zawierają również składniki bioaktywne, takie jak: kwas laurynowy, peptydy przeciwdrobnoustrojowe i chitynę, które mają właściwości odpornościowe. Kilka europejskich firm produkuje już karmę dla zwierząt domowych zawierającą w swoim składzie owady. Oczekuje się, że trend ten będzie nadal wzrastał w ciągu najbliższych lat. Obecnie białek owadziego nie można podawać zwierzętom hodowlanym (drób, trzoda chlewna, bydło). Ograniczenie stanowią przepisy, które zabraniają podawanie przetworzonych białek zwierzęcych dla żywego inwentarza. Wyjątek stanowi mączka rybna, która jest ważnym składnikiem białkowym w żywieniu zwierząt. Jednakże aż 78% producentów owadów w UE postrzega paszę na bazie białka owadziego jako obiecującą perspektywę w hodowli drobiu i innych zwierząt hodowlanych. Po wprowadzeniu rozporządzenia 2017/893 o możliwości stosowania białka z owadów w żywieniu akwakultury, trwają prace legislacyjne nad dopuszczeniem białka owadziego w żywieniu drobiu i świń (20).

Bogate w białko owady są naturalnym składnikiem diety wielu ryb i drobiu hodowanego w naturalnych warunkach. Larwy owadów można hodować na szerokiej gamie odpadów i produktów ubocznych, co pozwala odzyskać wartość odżywczą z materiałów, które stanowią odpady w rolnictwie i przemyśle spożywczym. Biologiczne przetwarzanie odpadów organicznych to kluczowa koncepcja, gdyż wykorzystanie owadów w paszach nie tylko pomogłoby obniżyć deficyt białka w Europie, ale ułatwiłoby także znaczne zmniejszenie objętości odpadów. Larwy owadziego mogą obniżyć masę odpadów organicznych o 60% w zaledwie 10 dni. Badania pokazały również, że zastosowanie białka owadziego w paszach w celu uzupełnienia tradycyjnych źródeł roślinnych przyczynia się do zwiększenia areału gruntów rolnych pod uprawy do bezpośredniego spożycia przez ludzi. W ten sposób podniosłoby się ogólne bezpieczeństwo żywnościowe.

Poszukując zrównoważonych i długofalowych rozwiązań w Europie musimy rozważyć korzyści, jakie

może przynieść zastosowanie owadów w paszy dla zwierząt. Ponadto konieczne jest prowadzenie badań na podstawie, których zaistnieje możliwość podjęcia decyzji o bezpiecznym wprowadzeniu białka owadziego do systemu żywnościowego zwierząt hodowlanych. Obecnie w Polsce takie badania są prowadzone w ramach projektu GOSPOSTRATEG pt.: „Opracowanie strategii wykorzystania alternatywnych źródeł białka owadów w żywieniu zwierząt umożliwiającej rozwój jego produkcji na terytorium RP” współfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju realizowanego przez konsorcjum, w skład którego wchodzi: Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Uniwersytet Warmiński-Mazurski w Olsztynie oraz Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach. Celem projektu jest opracowanie strategii rozwoju produkcji białka owadów poprzedzone przeprowadzeniem badań, na podstawie których nastąpi selekcja gatunków owadów możliwych do hodowli w warunkach polskich, określenie optymalnych parametrów hodowli owadów i technologii ich produkcji oraz zasad przechowywania i stosowania białka i tłuszczu w żywieniu zwierząt. Sam wybór najbardziej odpowiedniego oraz zrównoważonego gatunku o najbardziej pożądanym właściwościach do produkcji pasz stanowi dość trudne zadanie. Podczas gdy tysiące gatunków są spożywane na całym świecie, to tylko kilka z nich jest brane pod uwagę w kontekście hodowli przemysłowej. Na wybór ten będzie miało wpływ wiele czynników, poczynając od odpowiedniego środowiska i warunków klimatycznych, przez wymagania żywieniowe oraz gatunki charakteryzujące się najwyższymi wartościami odżywczymi, a kończąc na możliwości hodowli owadów z wykorzystaniem odpadów organicznych. W projekcie rozpatrywano kilka gatunków owadów, jednakże tylko dwa z nich zostały uznane jako najbardziej odpowiednie (tab. 1).

Na podstawie dokonanego przeglądu literatury za dobrych kandydatów uznano czarną muchę (*Hermetia illucens*) w kontekście produkcji pasz oraz mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*) zarówno w odniesieniu do żywności, jak i paszy. Piśmiennictwo miało tu kluczowe znaczenie, ponieważ dostępność informacji

Tabela 1. Gatunki owadów, które potencjalnie nadają się do hodowli na cele paszowe

Blattodea (karaczany)
Coleoptera (chrząszcze):
• Drewnojad (<i>Zophobas morio</i>)
• Kruszczyca złotawka (<i>Cetonia aurata</i>)
• Mącznik młynarek (<i>Tenebrio molitor</i>)
• Pleśniakowiec śniacy (<i>Alphitobius diaperinus</i>)
Diptera (muchówki):
• Mucha czarna (<i>Hermetia illucens</i>)
• Mucha domowa (<i>Musca domestica</i>)
• Padlinówka skórnica (<i>Lucilia sericata</i>)
Lepidoptera (motyle):
• Barciak większy (<i>Galleria mellonella</i>)
• Jedwabnik morwowy (<i>Bombyx mori</i>)
Orthoptera (prostoskrzydłe):
• Świerszcz bananowy (<i>Gryllobates sigillatus</i>)
• Świerszcz domowy (<i>Acheta domestica</i>)
• Świerszcz kubański (<i>Gryllus assimilis</i>)
• Świerszcz śródziemnomorski (<i>Gryllus bimaculatus</i>)



Ryc. 1. Czarna mucha (*Hermetia illucens*, Linnaeus, 1758), fot. M. Mahdi Karim

na temat tych dwóch gatunków jest bardzo duża, co ma nieodwzowny związek z popularnością tych owadów w kwestii prowadzenia masowej hodowli na całym świecie. Obecnie światowy rynek produkcji owadów opiera się o te właśnie dwa gatunki, a uzyskiwane rezultaty są zadowalające.

Czarna mucha (*Hermetia illucens* Linnaeus, 1758; black soldier fly – BSF; ryc. 1) jest szeroko rozprzeszczeniowanym gatunkiem muchówki z rodziny Stratiomyidae. W naturalnym środowisku często wstępuje na obszarach rolniczych i tam, gdzie są odpady organiczne oferujące odpowiednie miejsca do namnażania się i rozwoju. Na obszarach zurbanizowanych częsta w sąsiedztwie śmietników lub kompostowników. Cykl rozwojowy jest złożony. Samica jednorazowo może złożyć od 400 do 600 jaj, a nawet, w idealnych warunkach, do 800 jaj. Larwy wylęgają się z jaj po około czterech dniach. Zaczynają żerować, w tym czasie przechodzą przez sześć stadiów i osiągają długość ok. 25 mm. Etap larwalny jest jedynym etapem, w którym czarna mucha się odżywia i dlatego w tym okresie rozwoju gromadzone są wystarczające rezerwy tłuszczu i białka, które umożliwiają następnie larwom przepoczwarzanie. Wymagana temperatura hodowli dla optymalnego wzrostu larw wynosi 25–30°C, a wilgotność 70–80%. Larwy czarnej muchy mogą być wykorzystywane jako pasza dla zwierząt (21, 22), ponieważ zawierają 35–57% białka i 35% tłuszczu. Jako składnik kompletnej diety stwierdzono, że wspierają one dobry wzrost kurcząt, świń oraz wiele komercyjnych gatunków ryb (23, 24). Larwy czarnej muchy ze względu na zdolność do spożycia szerokiej gamy odpadów organicznych są prawdopodobnie naszym największym sprzymierzeńcem, jeśli chodzi o rozwiązanie problemów związanych z odpadami. Larwy mogą spożywać owoce, warzywa i inne



Ryc. 2. Larwy mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*, Linnaeus, 1758), fot. T. Bakula

substancje roślinne, tkanki zwierzęce, a nawet obornik i przekształcać te materiały w masę ciała składającą się z wysokiej jakości białka.

Mącznik młynarek (*Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758; ryc. 2) to gatunek kosmopolitycznego chrząszcza należącego do rodziny czarnuchowatych (Tenebrionidae). W siedliskach naturalnych znaleźć go można pod zmurszałą korą drzew liściastych lub w dziuplach (25). Jednak w środowisku naturalnym występuje dość rzadko, jako że jest to dziś gatunek wybitnie synantropijny. Z tego względu stał się również powszechnie znanym szkodnikiem magazynowanych produktów zbożowych i zwykle znajduje się go w magazynach zbożowych, młynach, stodołach itp. Jest jednym z łatwiejszych do hodowli owadów. Cały cykl życia mącznika ma miejsce w tym samym ekosystemie, a czas trwania różnych etapów cyklu w dużym stopniu zależą od warunków środowiskowych i fizycznych. Samica w ciągu swojego życia (tj. 1–2 miesiące) składa ok. 400–500 jaj (26). Larwy wylęgają się z jaj nawet w siódmym dniu od złożenia jaj. Rozwój larw do osiągnięcia stadium poczwarki zajmuje 45–60 dni (27). Młode dorosłe owady pojawiają się jako białe chrząszcze z miękkim egzoszkieletem, szybko ciemnieją, by w ostateczności przyjąć ubarwienie czarne, brązowe, kasztanowe lub czarno-brązowe (28). Pokarm dla mącznika młynarka stanowią mogą produkty pochodzenia roślinnego, jak też zwierzęcego. Chociaż *T. molitor* może rosnać i rozmnażać się na diecie złożonej wyłącznie z otrębów pszenicznych, znaczna poprawa w rozwoju, przeżywalności larw i płodność dorosłych ulega przez dodanie innych źródeł pokarmu (29). Urozmaiconą dietę owadów stanowić mogą zatem owoce i warzywa (takie jak jabłko, pomarańcze, marchew, ziemniaki, kapusta), które będą wystarczającym źródłem wody dla owada. Mącznik młynarek jest gatunkiem owada, który charakteryzują się jedną z najwyższych zawartości białka: od 47,76 do 53,13% oraz lipidów od: 27,25 do 38,26% (30). *T. molitor* jest również klasyfikowany jako źródło cynku i ma wysoką zawartość magnezu. Ponadto mączniki mogą być oznaczone jako źródło niacyny, a także pirydoksyny, ryboflawiny, kwasu foliowego i witaminy B₁₂ (31). Wartości odżywcze, jakie wykazuje mącznik młynarek, zostały porównane z tradycyjnymi rodzajami mięs, wykazując, że mączniki mają znacznie wyższą wartość odżywczą niż wołowina i kurczak (32). Zapewniają również dobre źródło wszystkich niezbędnych aminokwasów (33).

Zarówno czarna mucha (*Hermetia illucens*), jak mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) spełniają wyznaczone kryteria dotyczące wyboru odpowiedniego gatunku. Dla obu tych owadów odpady organiczne mogą służyć jako podłoże do prowadzenia hodowli, gdzie niskowartościowe odpady będą ulegać biodegradacji i zostaną przekształcone w wysokiej jakości białko. Ponadto cykl rozrodczy tych owadów jest krótki, a ilość składanych przez samice jaj umożliwia uzyskiwanie dużej liczby owadów w niedługim czasie. Wykazano również wysoki współczynnik konwersji paszy tych gatunków, a więc do uzyskania 1 kg wysokiej jakości białka potrzeba znacznie mniej żywności niż w stosunku do innych gatunków owadów i innych

zwierząt hodowlanych. Natomiast badania przeprowadzone z użyciem mączek z tych gatunków owadów jako składnik pasz (zamiennik 20–30% białka soi) dla brojlerów wykazały lepsze wyniki w przyroście masy ciała zwierzęcia, jakości mięsa oraz strawności niż konwencjonalna dieta. Przy hodowli tych gatunków owadów również zmniejszona jest emisja gazów cieplarnianych oraz zużycie wody w porównaniu z innymi zwierzętami hodowlanymi. Zarówno dla mącznika młynarka, jak i czarnej muchy zostały już opracowane zasady produkcji na skalę przemysłową oraz związane z tym aspekty bezpieczeństwa.

W ramach realizowanego projektu, na podstawie doświadczeń na brojlerach, zoptymalizowane zostaną receptury mieszanek paszowych z udziałem białka owadziego. Dodatkowo opracowana strategia da podstawę do rozwinięcia nowej formy działalności gospodarczej zarówno przez rolników, jak i zakłady paszowe. Zakłada ona stworzenie możliwości powstawania nowych miejsc pracy, rozwoju przedsiębiorczości, zwiększenie produkcji żywności i pasz.

Projekt zakłada, że na podstawie wyników badań w poszczególnych zadaniach uzyskana zostanie wiedza dająca podstawę do wystąpienia z wnioskiem do Komisji Europejskiej o zmianę przepisów załącznika IV rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady nr 999/2001 w sposób umożliwiający zastosowanie białka z owadów w żywieniu drobiu. Realizacja hodowli owadów przeznaczonych na cele paszowe może stanowić także alternatywę dla rolników i hodowców na obszarze występowania afrykańskiego pomoru świń. Alternatywa ta może przyczynić się do wykorzystania potencjału tego terenu oraz przekwalifikowaniu się rolników do hodowli trzody na hodowlę owadów. Projekt ma również za zadanie rozpowszechnianie wiedzy wśród społeczeństwa na temat wykorzystania białka owadziego, gdyż zagadnienie to jest nadal w naszym kraju dość nowe i kontrowersyjne, a w przyszłości jak najbardziej może się stać odpowiedzialnością za problemy związane z żywieniem.

Publikacja powstała w ramach projektu współfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju programu GOSPOSTRATEG pt.: „Opracowanie strategii wykorzystania alternatywnych źródeł białka w żywieniu zwierząt umożliwiającej rozwój jego produkcji na terytorium RP”.
Umowa nr GOSPOSTRATEG1/385141/16/NCBR/2018.
Wartość projektu 5 214 500 zł.
Wartość dofinansowania 4 983 700 zł

Piśmiennictwo

- United Nations.: World population prospects: the 2012 revision. Key findings and advance tables. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, Working Paper No. 2013 ESA/P/WP.227, 2.
- Mitsuhashi J.: The Future use of insects as human food. W: Durst P.B., Johnson D.V., Leslie R.N., Shono K. (Eds.): Forest insects as food: humans bite back. *FAO Regional Office for Asia and the Pacific* 2010, 115–122.
- Premalatha M., Abbasi T., Abbasi T., Abbasi S.A.: Energy-efficient food production to reduce global warming and ecodegradation: the use of edible insects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2011, 15, 4357–4360.
- Huis A.V.: Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annu. Rev. Entomol.* 2013, 58, 563–583.
- Barrows F.T., Bellis D., Krogdahl 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.
- Dzwonkowski W., Rola K., Hanczakowska E., Niwińska B., Świątkiewicz S.: 2015. *Raport o sytuacji na światowym rynku GMO i możliwościach substytucji genetycznie zmodyfikowanej soi krajowymi roślinami białkowymi w aspekcie bilansu paszowego.* Warszawa, IERiGŻ-PIB. 2015.
- Olsen R.L., Hasan M.R.: A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. *Trends in Food Science & Technology* 2012, 27, 120–128.
- Packer M.A., Harris G.C., Adams S.L.: Food and Feed Applications of Algae. W: Bux F., Chisti Y. (Eds.): *Algae biotechnology: products and processes.* Springer International Publishing 2016, 217–247.
- Eppink M.H.M., Olivieri G., Reith H., Van Den Berg C., Barbosa M.J., Wijffels R.H.: From current algae products to future biorefinery practices: a review. *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.* 2017, 1–25.
- Boczek J., Pruszyński S.: Owady w żywieniu człowieka i zwierząt domowych. *Zagadn. Doradztwa Roln.* 2013, 2, 98–107.
- New T.R.: *Insect species conservation by ecology, biodiversity and conservation series.* Cambridge University Press, 2009.
- Raubenheimer D., Rothman J.M.: Nutritional Ecology of Entomophagy in Humans and Other Primates. *Annu. Rev. Entomol.* 2013, 58, 141–160.
- Yang L.H., Gratton C.: Insects as drivers of ecosystem processes. *Current Opinion in Insect Science* 2014, 2, 26–32.
- Dossey A.T.: Insects and their chemical weaponry: new potential for drug discovery. *Nat. Prod. Rep.* 2010, 27, 1737–1757.
- Sherman R.A., Wyle F.A.: Low-cost, low maintenance rearing of maggots in hospitals, clinics, and schools. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 1996, 54, 38–41.
- Ingram M., Nabhan G.P., Buchmann S. L.: Our forgotten pollinators: protecting the birds and bees. *Global Pesticide Campaigner* 1996, 6, 1–12.
- Losey J.E., Vaughan M.: The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience* 1996, 56, 311–323.
- Verbeke W.: Profiling consumers who are ready to adopt insects as a meat substitute in a western society. *Food Quality and Preference* 2015, 39, 147–155.
- International Platform of Insects for Food and Feed (IPIFF): *The European Insect Sector Today: Challenges, Opportunities And Regulatory Landscape. IPIFF vision paper on the future of the insect sector towards 2030.* IPIFF 2018.
- 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. Urz. L 138/92 z dn. 25.5.2017).
- Newton L., Booram C.V., Barker R.W., Hale O.M.: Dried *Hermetia Illucens* Larvae Meal as a Supplement for Swine. *J. Anim. Sci.* 1997, 44, 395–400.
- Sheppard D.C., Newton G.L., Thompson S.A., Savage S.: A value added manure management system using the black soldier fly. *Bioresource Technology* 1994, 50, 275–279.
- Hale O.M.: Dried *Hermetia illucens* larvae (*Stratiomyidae*) as a feed additive for poultry. *J. Georgia Entomol. Soc.* 1973, 8, 16–20.
- St-Hilaire S., Sheppard C., Tomberlin J.K., Irving S., Newton L., McGuire M.A., Mosley E.E., Hardy R.W., Sealey W.: Fly Pre-pupae as a Feedstuff for Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *J. World Aquacult. Soc.* 2007, 38, 59–67.
- Stebnicka Z.: *Klucze do oznaczania owadów Polski Część XIX Chrząszcze – Coleoptera z. 91 Czarnuchowate – Tenebrionidae, Boridae.* Polskie Towarzystwo Entomologiczne 1991, 93.
- Hill D.S.: *Pests of Stored Foodstuffs and Their Control.* Kluwer Academic Publishers 2002, 135–350.
- Cortes Ortiz J.A., Ruiz A.T., Morales-Ramos J.A., Thomas M., Rojas M.G., Tomberlin J.K., Yi L., Han R., Giroud L., Jullien R.L.: Insect Mass Production Technologies, W: A.T. Dossey, J.A. Morales-Ramos, M. Guadalupe Rojas (Eds.): *Insects as Sustainable Food Ingredients: Production, Processing and Food Cover for Insects as Sustainable Food Ingredients.* Academic Press. 2016, 6, 153–201.
- Manojlovic B.: A contribution of the study of the influence of the feeding of imago and of climatic factors on the dynamics of oviposition and on the embryonal development of yellow mealworm *Tenebrio molitor* L. (*Coleoptera: Tenebrionidae*). *Zastita Bilja* 1987, 38, 337–348.
- Broekhoven S.V., Oonincx D.G.A.B., Van Huis A., Van Loon J.J.A.: Growth performance and feed conversion efficiency of three edible mealworm species (*Coleoptera: Tenebrionidae*) on diets composed of organic by-products. *J. Insect Physiol.* 2015, 73, 1–10.
- Bovera F., Piccolo G., Gasco L., Marono S., Loponte R., Vassalotti G.: Yellow mealworms larvae (*Tenebrio molitor*, L.) as possible alternative to soybean meal in growing broiler diet. *British Poultry Science* 2015, 56, 569–575.
- Nowak V., Persijn D., Rittenschober D., Charrondiere U.R.: Review of food composition data for edible insects. *Food Chem.* 2016, 193, 39–46.
- Payne C.L., Scarborough P., Rayner M., Nonaka K.: Are edible insects more or less “healthy” than commonly consumed meats? A comparison using two nutrient profiling models developed to combat over- and undernutrition. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2016, 70, 285–291.
- Rumpold B.A., Schlüter O.K.: Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Mol. Nutr. Food Res.* 2013, 57, 802–823.

Dr hab. Tadeusz Bakula, e-mail: bakta@uwm.edu.pl