

doju oraz zainteresowanie badaniami behawioralnymi zwierząt gospodarskich, zwłaszcza prowadzonymi w celu oceny i poprawy dobrostanu pozwalają prognozować, że naukowcy interesujący się behawiorem i użytecznością mleczną przeżuwczy nadal publikować będą prace dotyczące kolejności wchodzenia do doju.

Literatura: 1. Adamczyk K., Słania A., Gil Z., Felenczak A., Bulla J., 2011 – Relationships between milk performance and behaviour of cows under loose housing conditions. *Annals of Animal Science* 11, 283-293. 2. Cullen B.R., Weng H.-M., Talukder S., Cheng L., 2020 – Cow milking order and its influence on milk production in a pasture based automatic milking system. *Animal Production Science* 61(3): 306-312. 3. Donaldson S.L., Albright J.L., Black W.C., Ross M.A., Barth K.M., 1967 – Relationship between entrance order and social dominance in dairy goats. *American Zoologist* 7, 807. 4. Gadbury J.C., 1975 – Some preliminary field observations on the order of entry of cows into herringbone parlours. *Applied Animal Ethology* 1, 275-281. 5. Gere T., Hamar G., Gere Z., 2001 – Behaviour of the cows in the milking parlour. *Príspevky 28. Etologickej konferencie, Račkova dolina*, 49-50. 6. Ghul A.M., Atkeson F.W., 1959 – Social organization in herd of dairy cows. *Transactions of Kansas Academy of Science* 62, 80-87. 7. Górecki M.T., Sochacka J., Kaźmierczak S., 2020 – Dominance hierarchy, milking order, and neighbour preference in domestic goats. *Small Ruminant Research* 191, 106166. 8. Górecki M.T., Andrzejewska I., Steppa R., 2008 – Is order of voluntarily entrance to milking parlour related to *Toxoplasma gondii* infection in sheep-A brief note. *Applied Animal Behaviour Science* 110 (3-4), 392-396. 9. Górecki M.T., Wójtowski J., 2004 – Stability of milking order in goat over a long period. *Archiv fuer Tierzucht* 47, 203-208. 10. Gräser-Herrmann C., Sambraus H.H., 2001 – The social behaviour of East Frisian dairy sheep in larger groups. *Archiv fuer Tierzucht* 44, 421-433. 11. Hidari H., Masateru K., Suzuki S., 1973 – The order of entry of cows into a milking parlour under loose-housing conditions (po japońsku z angielskim streszczeniem). *Japanese Journal of Zootechnical Science* 44, 33-38. 12. Kilgour R., Scott T.H., 1959 – Leader-

ship in a herd of dairy cows. *Proceedings of New Zealand Society of Animal Production* 19, 36-43. 13. Margetinová J., Brouček J., Apolen D., 2001 – Order of goats during automatic milking. *Journal of Farm. Animal Science* 34, 89-96. 14. Margetinová J., Brouček J., Apolen D., Mihina Š., 2003 – Relationship between age, milk production and order of goats during automatic milking. *Czech Journal of Animal Science* 48, 257-264. 15. Philips C., 2002 – Cattle behaviour & welfare. Blackwell Science Ltd. 16. Polikarpus A., Grasso F., Pacelli C., Napolitano F., De Rosa G., 2014 – Milking behaviour of buffalo cows: entrance order and side preference in the milking parlour. *Journal of Dairy Research* 81, 24-29. 17. Polikarpus A., Kaarta T., Mootsea H., De Rosa G., Arney D., 2015 – Influences of various factors on cows' entrance order into the milking parlour. *Applied Animal Behaviour Science* 166, 20-24. 18. Rathore A.K., 1982 – Order of cow entry at milking and its relationships with milk yield and consistency of the order. *Applied Animal Ethology* 8(1-2) 45-52. 19. Rowe S., Tranter W., Laven R., 2021 – Longitudinal study of herd udder hygiene and its association with clinical mastitis in pasture-based dairy cows. *Journal of Dairy Science* 104(5), 6051-6060. 20. Sambraus H.H., Keil N.M., 1997 – Die Konstanz der Melkordnung von Ziegen in großen Gruppen. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 114, 397-404. 21. Sauter-Louis C.M., Chesterton R.N., Pfeiffer D.U., 2004 – Behavioural characteristics of dairy cows with lameness in Taranaki, New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal* 52(3): 103-108. 22. Stefanowska, J., Plavsic, M., Ipema, A.H., Hendriks, M.M.W.B., 2000 – The effect of omitted milking on the behaviour of cows in the context of cluster attachment failure during automatic milking. *Applied Animal Behaviour Science* 67, 277-291. 23. Villagrà A., Balasch S., Peris C., Torres A., Fernández N., 2007 – Order of sheep entry into the milking parlour and its relationship with their milkability. *Applied Animal Behaviour Science* 108, 58-67. 24. Wasilewski A., 1999 – Demonstration and verification of milking order in dairy sheep and its extent and consistency. *Applied Animal Behaviour Science* 64, 111-124. 25. Willems A.E.R., Lampo P., 1964 – Milking order in cattle (po niderlandzku z angielskim streszczeniem). *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 33, 75-82.

Zastosowanie owadów w żywieniu psów i kotów

Piotr Szymkowiak¹, Paula Skrzypczak²,
Zuzanna Mikołajczak¹, Mateusz Rawski²,
Bartosz Kierończyk¹, Damian Józefiak¹

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
Wydział Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach,
Katedra Żywienia Zwierząt

²Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
Wydział Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach,
Instytut Zoologii,
Pracownia Rybactwa Śródlądowego i Akwakultury

W ostatnim dziesięcioleciu odnotowano znaczny wzrost populacji zwierząt towarzyszących w Europie. Liczba

psów utrzymywanych w gospodarstwach domowych wyniosła ponad 104 mln w roku 2022. Natomiast w przypadku kotów jako dominującego gatunku zwierząt towarzyszących pod względem liczebności w Europie, w roku 2022 liczba ta osiągnęła aż 127 mln [6]. Obecnie Polska zajmuje piąte miejsce pod względem liczby psów utrzymywanych w domach – 8 mln 19 tys. oraz szóste w przypadku kotów – ponad 7 mln [6]. Ta tendencja wzrostowa jest spowodowana przede wszystkim wyższymi dochodami mieszkańców, zmianami demograficznymi, zwiększającą się przeciętną długością życia ludzi oraz rosnącym stopniem urbanizacji przy równoczesnej utracie innych niż zwierzęta domowe form kontaktu ze środowiskiem przyrodniczym [43]. Ma to istotny wpływ na rozwój rynku karm pełnoporcjowych, uzupełniających i przysmaków dla zwierząt towarzyszących (tzw. *pet food market*). Przekłada się to na wzmożone zapotrzebowanie na materiały paszowe, w szczególności o charakterze białkowym i energetycznym. Odnotowując tempo wzrostu, przemysł wytwarzania karm dla zwierząt towarzyszących rozwija się średnio 2,6% w skali roku [16, 8].

Wspomniane tendencje rynkowe prowadzą do wzmożonej konkurencji o grunty, wodę oraz nawóz pomiędzy produkcją materiałów paszowych dla zwierząt a produkcją żywności dla ludzi (IPIFF, 2022). Jedną z metod zwiększenia dostępności materiałów paszowych o charakterze białkowym jest wykorzystanie biomasy owadów w celu wytworzenia surowców, które dalej mogłyby być stosowane w mieszankach dla zwierząt. Produkcja owadów w ostatnich latach coraz szybciej i prężniej się rozwija. Założona w roku 2015 organizacja non-profit *International Platform of Insects for Food and Feed* (IPIFF) zrzesza 86 członków, którzy produkują owady na rynek europejski, prowadzą badania oraz uczestniczą w łańcuchu dostaw.

Zgodnie z rozporządzeniem Komisji Unii Europejskiej 2021/1372 z dnia 17 sierpnia 2021 roku zezwala się na stosowanie materiałów pochodzących od ośmiu gatunków owadów w mieszankach paszowych dla drobiu czy trzody, ale również w karmach dla psów, kotów, ptaków, gadów czy zwierząt utrzymywanych w warunkach akwakultury. Jest to związane z dążeniem do uniezależnienia się Unii Europejskiej od importu surowców modyfikowanych genetycznie, ale również ograniczeniu śladu węglowego związanego z transportem transatlantyckim. Prowadzi to do zwiększenia konkurencyjności surowców wytwarzanych z bezkręgowców względem innych konwencjonalnych źródeł białka paszowego oraz większą możliwością zaspokojenia rosnącego na nie zapotrzebowania [16, 3].

Z punktu widzenia ochrony środowiska istotne jest również zmniejszenie szkodliwego użytkowania gruntów, zużycia wody czy emisji gazów cieplarnianych. Warto podkreślić, że produkcja owadów charakteryzuje się niższym wpływem na eksploatację środowiska – m.in. przez zmniejszony ślad węglowy oraz niższe zużycie wody [44], a także może być wykorzystywane w żywieniu wielu gatunków zwierząt ze względu na korzystny profil aminokwasowy [3, 43]. Należy zauważyć, że wartość pokarmowa owadów może być ponadto modulowana przez skład chemiczny substratów wzrostowych [19]. Co więcej, larwy bezkręgowców są zdolne do biokonwersji materiałów paszowych o niskiej jakości do pełnowartościowego białka swojej biomasy [13], a ich wartość pokarmowa jest porównywalna z powszechnie wykorzystywanymi materiałami paszowymi [16].

W zależności od ostatecznej ceny produktu, karmy dla psów można podzielić na trzy główne kategorie. Najtańsze karmy w swoim składzie zawierają głównie białko roślinne z niewielkim udziałem białka zwierzęcego. Natomiast karmy droższe charakteryzują się wyższą zawartością produktów z zakładów rzeźnych, takich jak mięso, kości, krew oraz podroby. Karmy najdroższe z kolei zawierają wysokiej jakości mięso oraz różnego typu hydrolizaty białkowe. Z tego względu produkty pozyskiwane z biomasy owadziej mogą stanowić wartościowy i konkurencyjny cenowo surowiec paszowy wykorzystywany w mieszankach dla psów i kotów [43].

Aktualnie zauważa się wzrost zainteresowania i świadomości właścicieli czworonogów w aspekcie odpowiedniego i zdrowego żywienia swoich zwierząt [15]. Powodu-

je to zwiększenie popytu na nowe rodzaje karm oraz stosowanie mniej przetworzonych diet. Rynek karm dla zwierząt towarzyszących oferuje nieograniczoną liczbę propozycji gotowych mieszanek uwzględniających wymagania pokarmowe poszczególnych grup wiekowych, ras, czy specjalistycznych karm dla zwierząt bardziej wymagających (np. mieszanki hipoalergiczne). Coraz częściej zwraca się uwagę na skład karmy, tj. czy nie stosowano produktów genetycznie modyfikowanych (GMO) lub czy mieszanka nie uwzględnia materiałów paszowych zawierających białka uważane za powszechnie alergizujące. Warto nadmienić, że częsta ekspozycja przewodu pokarmowego zwierzęcia na dane białko zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia alergii pokarmowej [34]. Z tych właśnie powodów na rynku pojawiają się karmy alternatywne dla tych opartych na białku drobiowym czy sojowym, które są bilansowane na bazie biomasy bezkręgowców. Warto zaznaczyć, że ze względu na niską masę cząsteczkową peptydów występujących w larwach, charakteryzują się one obniżonym ryzykiem wywołania alergii pokarmowych [3, 10]. Z powyższych względów większość karm opartych na owadach jest klasyfikowana jako hipoalergiczne.

Europejski rynek karm owadziech

W bilansowaniu diet dla zwierząt towarzyszących z wykorzystaniem materiałów paszowych pozyskanych z larw owadów najczęściej stosuje się mączkę pełnotłustą lub odłuszczoną z muchy czarnej (*Hermetia illucens*), mącznika młynarka (*Tenebrio molitor*) i imago świerszcza domowego (*Acheta domestica*). Nowością jest zastosowanie pasteryzowanych lub blanszowanych homogenatów z larw będących bezpośrednimi zamiennikami mięsa z kręgowców w karmach suchych i mokrych.

Owady od zawsze były obecne w diecie zwierząt, a przemawia za tym ewolucyjna adaptacja dzikich przodków psa i kota do odżywiania się owadami w środowisku naturalnym. Sam skład chemiczny owadów odpowiada wymaganiom żywieniowym psów [23]. Uważa się, że bezpośrednim przodkiem psa domowego jest wilk szary (*Canis lupus*), którego głównym źródłem pożywienia są ssaki kopytne. Warto jednak podkreślić, że w literaturze naukowej wielokrotnie stwierdzono obecność owadów w diecie dziko żyjących psowatych. Badania przeprowadzone na terenie Polski potwierdzają, że w diecie *Canis lupus* owady stanowią około 1,2% diety [29]. Natomiast w pokarmie dziko żyjących kotów insekty mogą stanowić nawet do 6% [16]. Należy podkreślić, że psy mają zdolność rozkładu chityny w przewodzie pokarmowym poprzez działalność kwaśnej chitynazy, znanej w literaturze jako „Chia” lub „AMCase” [42]. Odnotowano, że jej aktywność jest najwyższa w pH 2,0, co sugeruje najefektywniejszy rozkład chityny na poziomie żołądka. Jest to zgodne z badaniami Cornelius i wsp. (1975) [5], którzy nie odnotowali aktywności chitynazy w dwunastnicy i jelicie czczym psów i lisów. Pomimo że ekspresja genu Chia w przypadku psów nie jest na wysokim poziomie w porównaniu ze zwierzętami wszystkożernymi [41, 42], nie notuje się negatywnego oddziaływania wysokiego (200 g/kg) udziału mączek z *H. illu-*

Tabela 1

Udokumentowane odżywianie się dzikich psowatych i kotowatych potwierdzające naturalny udział owadów w ich diecie

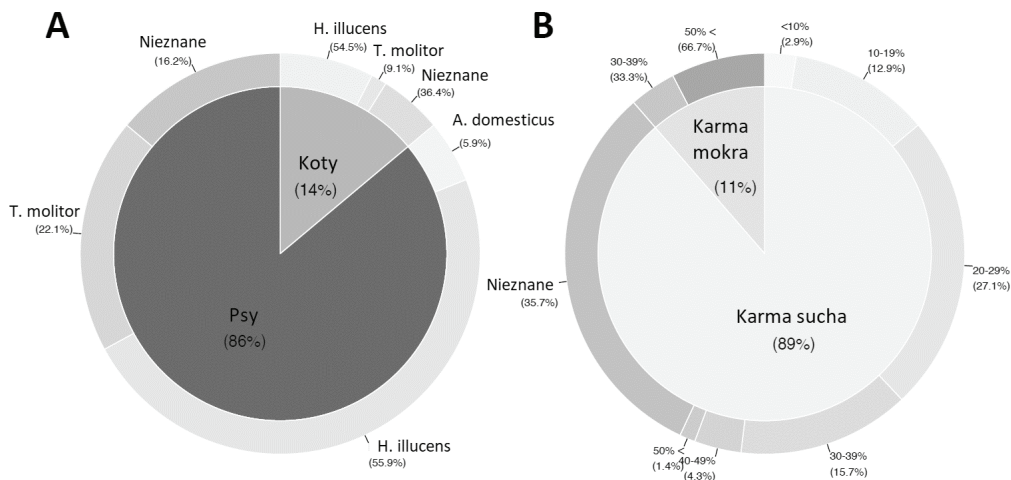
Rodzina	Gatunek łac.	Gatunek pol.	Rząd owadów	Źródło
Psowate	<i>Atelocynus microtis</i>	Wilczek krótkouchy	Coleoptera	[29]
	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nibylis andyjski	Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera	[29]
	<i>Lycalopex vetulus</i>	Nibylis siwy	Syntermes – termity	[14]
	<i>Cerdocyon thous</i>	Majkong krabożerny	Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera	[14]
	<i>Canis lupus</i>	Wilk szary	–	[29]
	<i>Lycalopex fulvipes</i>	Nibylis Darwina	Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera	[11]
Kotowate	<i>Otocyon megalotis</i>	Otocjon wielkouchy	Coleoptera, Hymenoptera, Isoptera, Orthoptera	[22]
	<i>Felis chaus</i>	Kot błotny	Coleoptera, Orthoptera	[27]
	<i>Felis nigripes</i>	Kot czarnołapy	–	[31]
	<i>Leptailurus serval</i>	Serwal sawannowy	–	[35]

cens w mieszance ekstrudowanej na współczynniki strawności składników pokarmowych, a dieta jest dobrze akceptowana przez zwierzęta [21]. Należy również pamiętać, że mikroorganizmy komensalnie bytujące w przewodzie pokarmowym zwierząt również mogą wspomagać degradację chityny [4], jednak wymagane są dalsze badania w celu szczegółowego określenia tego mechanizmu.

Pomimo wielu korzyści płynących ze stosowania owadów jako źródła białka, powszechnie uważa się, że insekty wykorzystywane jako element diety mogą być szkodliwe, co jest twierdzeniem błędnym. Nie tylko z powodu ewolucyjnego przystosowania psowatych i kotowatych do spożywania owadów, ale również z nowoczesnych metod produkcji owadów w kontrolowanych warunkach przemysłowych, z wykorzystaniem systemów jakości, tj. HACCP (System Analizy Zagrożeń i Krytycznych Punktów Kontroli) czy GMP+ (Standard Dobrych Praktyk Wytwarzania i Transportu Pasz). Ponadto niejednokrotnie udowodniono, że owady są źródłem peptydów przeciwdrobnoustrojowych (AMPs – *antimicrobial peptides*; m.in. cekropin, defensyn, etc.), które charakteryzują się działaniem antagonistycznym względem potencjalnie patogennych bakterii, grzybów, czy pasożytów [13, 17]. Z tego też względu coraz częściej zaznacza się potencjalne działanie antybiotykostępcze AMPs. W przypadku tłuszczu z larw *H. illucens* cechuje się on wysoką zawartością kwasu laurynowego (C12:0), który wykazuje właściwości przeciwbakteryjne [39]. Warto jednak podkreślić inne korzyści wynikające z działania kwasu laurynowego na organizm gospodarza. W literaturze naukowej wskazuje się, iż zwiększona zawartość kwasu laurynowego w diecie (będąca wynikiem suplementacji samego kwasu lub jego zwiększonego udziału w stosowanym komponencie) może prowadzić do obniżenia stężenia trójgliceroli w wątrobie oraz trójglicerydów we krwi. Ponadto, zastosowanie w diecie psów oleju kokosowego będącego głównym źródłem

kwasu laurynowego w surowcach roślinnych doprowadziło do zmian w profilach steroli i kwasów tłuszczowych w kale, m.in. poprzez zwiększenie proporcji niektórych średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych [1, 45]. Warto podkreślić, że również chityna jako główny budulec egzoszkieletu bezkręgowców jest obecnie rozpatrywana jako związek wpływający korzystnie na odpowiedź immunologiczną organizmu [12]. Stwierdzono, że jej zastosowanie prowadzi do zwiększonej produkcji leukocytów u psów [26], a chityna i jej pochodne mają zdolność do stymulacji makrofagów do produkcji H₂O₂, nadając w ten sposób niespecyficzną odporność gospodarza na infekcje bakteryjne lub wirusowe [38]. Równocześnie zewnętrzne zastosowanie chityny wspomaga proces gojenia się ran u psów [30]. Podobnie jak w przypadku kwasu laurynowego również zaobserwować można działanie hepatoregulujące poprzez obniżenie stężenia trójglicerydów w wątrobie czy też obniżenie koncentracji cholesterolu we krwi [46, 9].

Na potrzeby niniejszego opracowania sporządzono badanie europejskiego rynku karm ($n = 79$) dla zwierząt towarzyszących. W tym celu poprzez strony internetowe producentów mieszanek, jak i dystrybutorów artykułów zoologicznych, wyszukiwano oferty sprzedaży produktów zawierających bezkręgowce. Największy udział w rynku karm z udziałem biomasy owadów stanowią mieszanki dla psów, tj. 86%. Warto podkreślić, że ponad połowę mieszanek dla psów oraz kotów wytwarza się z zastosowaniem larw *H. illucens*, odpowiednio 55,9% oraz 54,5%. Najrzadziej wykorzystywanym gatunkiem owada do produkcji karm dla psów jest *A. domesticus* – 5,9%, a w przypadku kotów *T. molitor* – 9,1%. Co więcej, z przeprowadzonej analizy rynku karm dla zwierząt wynika, że jest on zdominowany (89%) przez mieszanki suche zawierające insekty. Ze względu na ograniczoną dostępność surowca oraz jego relatywnie wysoką cenę tylko 1,4% mieszanek zawiera więcej niż 50% udziału biomasy



Rys. 1. Europejska produkcja karm dla psów i kotów (A) z udziałem biomasy owadów (%) z uwzględnieniem mieszanek suchych i mokrych oraz procentową zawartością bezkręgowców w mieszance (B)

bezkęgowców, w przeciwieństwie do karm mokrych (66,7%). Uzasadnia się to faktem braku potrzeby zastosowania procesu suszenia larw, a w konsekwencji znacznej redukcji kosztów produkcji surowca. Pozostała część rynku karm mokrych zawierających owady stosuje udział w przedziale od 30 do 39%. Warto zaznaczyć, że w wielu przypadkach (35,7% – karmy suche) producenci nie podają dokładnego udziału materiałów paszowych pozyskiwanych z owadów na etykietach karm. Jest to najprawdopodobniej spowodowane relatywnie niskim, tj. kilkuprocentowym zastosowaniem bezkręgowców w mieszance, które umożliwia zaznaczenie na opakowaniu ich pozytywnych efektów środowiskowych (produkcja zrównoważona), co w konsekwencji ma przekonać konsumenta do wyboru karmy przyjaznej dla środowiska. Jednak w takim przypadku nie można jej definiować jako mieszanki hipoalergicznej (wiele źródeł białka).

Wyniki stosowania owadów w żywieniu psów i kotów

Obecnie w literaturze naukowej [3, 12, 15, 17] zauważyć można zwiększenie zainteresowania wykorzystaniem materiałów paszowych pozyskiwanych z owadów w żywieniu psów i kotów. Należy jednak podkreślić, że ilość opublikowanych badań jest nadal niewielka. Pomimo faktu zintensyfikowanego wzrostu zainteresowania wdrażaniem alternatywnych źródeł białka i energii w dietach zwierząt towarzyszących trudność w pozyskiwaniu materiału badawczego do badań *in vivo* spowalnia rozwój branży. Jednocześnie rezultaty doświadczeń *in vitro* nie dostarczają wystarczającej wiedzy o przełożeniu praktycznym.

Na podstawie dostępnych danych literaturowych uważa się, że materiały paszowe pochodzenia owadziego posiadają potencjał do wykluczenia produktów wysoce alergizujących w diecie zwierząt towarzyszących. W związku z powyższym mogą one stanowić dietę eliminacyjną. Na podstawie badań Sungmun i wsp. (2020) [40] wnioskuje się, że konsumenci, podejmując decyzję

zakupową o wyborze karm z udziałem insektów, kierują się ich wartością pokarmową oraz bezpieczeństwem związanym z niskim ryzykiem wystąpienia problemów gastroenterologicznych (alergii pokarmowych). Co więcej, Kierończyk i wsp. (2018) [18] wykazali na podstawie testu preferencji, że owady mogą stanowić atrakcyjny materiał dla psów, a wybrane gatunki owadów stanowić atrakcyjny olfaktoryczny w zależności od płci zwierzęcia. Istotny jest również gatunek (pies lub kot) w kontekście wyboru owadów w karmie. Badania Beynen (2020) [2] wykazały skłonność psów do wybierania larw *H. illucens*, natomiast koty wybierały larwy *T. molitor*. Paślack i wsp. (2018) [32] jednoznacznie podkreślają akceptację *H. illucens* przez większość kotów użytych w badaniach. Niezwykle istotne z punktu widzenia praktycznego wydają się wyniki doświadczeń prowadzonych przez Kilburn i wsp. (2020) [20] oraz Freel i wsp. (2021) [7], które wykazały, że relatywnie wysokie udziały owadów w mieszankach pełnoporcjowych odpowiednio 24% i 20% mączki z *Grylodes sigillatus* i *H. illucens* oraz tłuszczu owadziego (5%) nie wpływało ograniczająco na pobranie paszy przez psy.

O przydatności żywieniowej danego materiału paszowego decyduje jego skład chemiczny oraz wykorzystanie i dostępność poszczególnych substancji w przewodzie pokarmowym. W związku z powyższym niezwykle ważna jest znajomość współczynników strawności poszczególnych składników pokarmowych w mieszance. Bosch i wsp. (2016) [4] podkreślają wysoki współczynnik strawności dla suchej masy larw *H. illucens* (81,4%), *Musca domestica* (88,6%) i *T. molitor* (92,3%). Wykazano wzrost wykorzystania suchej masy u psów żywionych mieszanką z 15% dodatkiem larw *H. illucens* w porównaniu z karmą premium, zawierającą mięso renifera jako główne źródło białka [36]. Ponadto, nie odnotowano niepożądanych efektów przy wysokim udziale (36,5%) mączki z larw *H. illucens* w dietach west highland white terrierów [33]. Lisenko i wsp. (2018) [25] nie notowali negatywnych zmian w zakresie wykorzystania składników pokarmowych przez psy, jakości ich odchodów, badanej również pod względem mikrobiologicznym, które mogłyby stanowić przesłankę do wykluczenia omawianych materiałów paszowych pozyskiwanych z owadów. Freel i wsp. (2021) [7] potwierdzają możliwość skutecznej aplikacji insektów w postaci mączki z larw *H. illucens* (20%) oraz 50% lub całkowitego zastąpienia tłuszczu drobiowego w karmie. Dotychczasowe badania dotyczące możliwości wdrażania alterna-

tywnych materiałów paszowych wytwarzanych z bezkręgowców w żywieniu zwierząt predysponują je do definiowania jako surowców funkcjonalnych. Jest to uzasadnione korzystnym oddziaływaniem stosunkowo niewielkich udziałów mączek z larw *H. illucens* (1 lub 2%) na poprawę współczynników strawności suchej masy (72% vs. 75%), białka ogólnego (73% vs. 78,5%) oraz odpowiadź immunologiczną zwierząt i status antyoksydacyjny [24]. Wskazane powyżej oddziaływania mogą być powodowane obecnością białek antybakteryjnych oraz kwasu laurynowego [17]. Jak wskazują Mouithys-Mickalad i wsp. (2021) [28] pozytywne efekty stosowania karm z udziałem larw *H. illucens* mogą być widoczne w prewencji zapalenia stawów, w przeciwieństwie do mieszanek zawierających produkty drobiowe, które predysponują do artretyzmu. Co więcej, pozytywne oddziaływanie mączki z larw *H. illucens* w karmie dla psów starszych (ok. 10 lat) obserwowano w kontekście obniżania poziomu cholesterolu we krwi zwierząt (po 12 tyg.; [37]).

Podsumowanie

Materiały paszowe wytworzone z biomasy owadów stanowią perspektywiczną grupę surowców wykorzystywanych w mieszankach dla zwierząt towarzyszących. Uzasadnia się to faktem wysokiej zawartości białka ogólnego oraz korzystnego profilu aminokwasowego w mączkach owadzich, a także pozytywnego oddziaływania na zdrowie zwierząt towarzyszących. Ponadto możliwość stosowania produktów pochodzenia owadziego o właściwościach hipoałergicznym stanowi dodatkowy atut omawianych surowców. Bezsprzecznie niska eksploatacja środowiska uwzględniająca nieznaczne zużycie wody, ograniczenie przestrzeni do produkcji biomasy czy szczątkową emisję gazów cieplarnianych sprawia, że wykorzystywanie owadów w żywieniu zwierząt staje się faktycznym sposobem na wytwarzanie zrównoważonych środowiskowo materiałów paszowych.

Literatura: 1. Belghit I., Waagbø R., Lock E., Liland N.S., 2019 – Insect-based diets high in lauric acid reduce liver lipids in freshwater Atlantic salmon. *Aquaculture Nutrition* 25(2): 343-357. 2. Beynen A.C., 2020 – Hypoallergenic cat foods. *Dieren-Arts* 10, 255-227. 3. Bosch G., Swanson K.S., 2021 – Effect of using insects as feed on animals: Pet dogs and cats. *Journal of Insects as Food and Feed* 7(5): 795-805. 4. Bosch G., Vervoort J.J.M., Hendriks, W.H., 2016 – In vitro digestibility and fermentability of selected insects for dog foods. *Animal Feed Science and Technology* 221, 174-184. 5. Cornelius C., Dandridge G., Jeuniaux C., 1975 – Biosynthesis of chitinases by mammals of the order Carnivora. *Biochemical Systematics and Ecology* 3(2): 121-122. 6. EuropeanPetFood, 2022 – The European Pet Food Industry, European statistics (2022). (https://europeanpetfood.org/wp-content/uploads/2023/06/FE-DIAF_Annual-Report_2023_Facts-Figures.pdf). 7. Freel T.A., McComb A., Koutsos E.A., 2021 – Digestibility and safety of dry black soldier fly larvae meal and black soldier fly larvae oil in dogs. *Journal of Animal Science* 99(1): 8. 8. Helmersson J., 2019 – Insekter – ett resurseffektivt hundfoder? Institutionen för husdjurens utfodring och vård, HUV, Avdelningen för enkelmagade djur. 9. 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. 10. Ibitoye O.S., Kolejo O.S., Muritala D.S., 2019 – Insect meat an alternative protein source in animal food. *International Journal of Food and Nutrition* 3(2): 70-78. 11. Jimenez J.E., Marquet P.A., Medel R.G., Jaksic F.M., 1991 – Comparative ecology of Darwin's fox (*Pseudalopex fulvipes*) in mainland and island settings of southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 63, 177-186. 12. Jarett J.K., Carlson A., Rossoni Serao M., Strickland J., Serfilippi L., Ganz H.H., 2019 – Diets containing edible cricket support a healthy gut microbiome in dogs. *PeerJ* 7, 7661. 13. Józefiak D., Józefiak A., Kierończyk B., Rawski M., Świątkiewicz S., Długosz J., Engberg R.M., 2016 – Insects – A Natural Nutrient Source for Poultry – A Review. *Annals of Animal Science* 16(20): 297-313. 14. Juarez K.M., Marinho-Filho J., 2002 – Diet, Habitat Use, and Home Ranges of Sympatric Canids in Central Brazil. *Journal of Mammalogy* 83(4): 925-933. 15. Karpiński M., Zieliński D., Goleman M., Czyżowski P., Zielińska E., 2014 – Wykorzystanie właściwości prozdrowotnych obnóży pyłkowych w żywieniu zwierząt egzotycznych i towarzyszących. *Medycyna Weterynaryjna* 70(12): 726. 16. Kępińska-Pacelik J., Biel W., 2022 – Insects in Pet Food Industry—Hope or Threat? *Animals* 12(12): 1515. 17. Kierończyk B., Rawski M., Mikołajczak Z., Homska N., Jankowski J., Ognik K., Józefiak A., Mazurkiewicz J., Józefiak D., 2022 – Available for millions of years but discovered through the last decade: Insects as a source of nutrients and energy in animal diets. *Animal Nutrition*. 18. Kierończyk B., Rawski M., Pawełczyk P., Różyńska J., Golusik J., Mikołajczak Z., Józefiak D., 2018 – Do insects smell attractive to dogs? A comparison of dog reactions to insects and commercial feed aromas – a preliminary study. *Annals of Animal Science* 18(3): 795-800. 19. Kierończyk B., Sypniewski J., Rawski M., Czekala W., Świątkiewicz S., Józefiak D., 2020 – From Waste to Sustainable Feed Material: The Effect of *Hermetia illucens* Oil on the Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Gastrointestinal Tract Morphometry of Broiler Chickens. *Annals of Animal Science* 20(1): 157-177. 20. Kilburn L.R., Carlson A.T., Lewis E., Serao M.C.R., 2020 – Cricket (*Grylodes sigillatus*) meal fed to healthy adult dogs does not affect general health and minimally impacts apparent total tract digestibility. *Journal of Animal Science* 98(3): 83. 21. Kröger S., Heide C., Zentek J., 2020 – Evaluation of an extruded diet for adult dogs containing larvae meal from the black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Animal Feed Science and Technology* 270, 114699. 22. Kuntzsch V., Nel J.A.J., 1992 – Diet of bat-eared foxes *Otocyon megalotis* in the Karoo. *Koedoe* 35(2): 37-48. 23. Lähteenmäki-Uutela A., Marimuthu S.B., Meijer N., 2021 – Regulations on insects as food and feed: A global comparison. *Journal of Insects as Food and Feed* 7(5): 849-856. 24. Lei X.J., Kim T.H., Park J.H., Kim I.H., 2019 – Evaluation of Supplementation of Defatted Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Meal in Beagle Dogs. *Annals of Animal Science* 19(3): 767-777. 25. Lisenko K., de Godoy M., Oliveira M., Silva T., Fontes T., Costa D., Lacerda R., Ferreira L., Gonçalves T. Zangeronimo M., Saad F., 2018 – PSXIII-26 Compositional analysis and effects of dietary supplementation of insect meals on nutrient digestibility and gut health of adult dogs. *Journal of Animal Science* 96(3): 158-159. 26. Minami S., Mura-e R., Okamoto Y., Sanekata T., Matsushashi A., Tanioka S., Shigemasa Y., 1997 – Systemic effect of chitin after intravenous administration to dogs. *Carbohydrate Polymers* 33(4): 243-249. 27. Mohammad M.K., 2008 – The parasitic fauna and the food habits of the wild jungle cat *felis chaus furax* de winton. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum* 10(2): 65-78. 28. Mouithys-Mickalad A., Tome M.N.,

- Boogaard T., Chakraborty A., Serteyn D., Aarts K., Aman P.**, 2021 – Unlocking the real potential of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae protein derivatives in pet diets. *Molecules* 26(14): 4216. **29. Nowak S., Mysłajek R.W., Kłosińska A., Gabryś G.**, 2011 – Diet and prey selection of wolves (*Canis lupus*) recolonising Western and Central Poland. *Mammalian Biology* 76(6): 709-715. **30. Okamoto Y., Minami S., Matsuhashi A., Sashiwa H., Saimoto H., Shigemasa Y., Tanigawa T. Tanaka Y., Tokura S.**, 1993 – Polymeric N-acetyl-D-glucosamine (chitin) induces histionic activation in dogs. *Journal of Veterinary Medical Science* 55(5): 739-742. **31. Olbricht G., Sliwa A.**, 1997 – In situ and ex situ observations and management of Black-footed cats *Felis nigripes*. *International Zoo Yearbook* 35(1): 81-89. **32. Paßlack N., Zentek J.**, 2018 – Akzeptanz, verträglichkeit und scheinbare nährstoffverdaulichkeit von alleinfuttermitteln auf basis von *Hermetia-illucens*-larvenmehl bei katzen. *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere/Heimtiere* 46(4): 213-221. **33. Penazzi L., Schiavone A., Russo N., Nery J., Valle E., Madrid J., Martinez S., Fuensanta H., Pagani E., Ala U., Prola L.**, 2021 – *In vivo* and *in vitro* digestibility of an extruded complete black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal as protein source. *Frontiers in Veterinary Science* 8, 653411. **34. Prélaud P.** 2nd ed. Masson; Paris: 1999. *Allergologie canine*. **35. Ramesh T., Downs C.T.**, 2015 – Diet of serval (*Leptailurus serval*) on farmlands in the Drakensberg Midlands, South Africa. *Mammalia* 79, 4. **36. Russo N., Pagani E., Schiavone A., Gasco L., Nevy J., Silvia M., Fuensanta H., Marid J., Prola L.**, 2019 – *In vivo* and *in vitro* digestibility of extruded dog foods with *Hermetia illucens*. *Italian Journal of Animal Science* 18, 1. **37. Seo K., Cho H.W., Chun J., Jeon J., Kim C., Kim M., Park K., Kim K.**, 2021 – Evaluation of Fermented Oat and Black Soldier Fly Larva as Food Ingredients in Senior Dog Diets. *Animals* 11(12): 3509. **38. Shibata Y., Foster L.A., Bradfield J.F., Myrvik Q.N.**, 2000 – Oral administration of chitin down-regulates serum IgE levels and lung eosinophilia in the allergic mouse. *The Journal of Immunology* 164(3): 1314-1321. **39. Skrivanova E., Marounek M., Benda V., Brezina P.**, 2012 – Susceptibility of *Escherichia coli*, *Salmonella* & *Clostridium perfringens* to organic acids and monolaurin. *Veterinárni Medicína* 51(3): 81-88. **40. Sungmun B., Seulbi L., Jongwon K., Yeonhyeon H.**, 2020 – Analysis of consumer receptivity to pet food containing edible insects in South Korean *Journal of Applied Entomology* 59(2): 139-143. **41. Tabata E., Itoigawa A., Koinuma T., Tayama H., Kashimura A., Sakaguchi M., Matoska V., Bauer P.O., Oyama F.**, 2022 – Noninsect-based diet leads to structural and functional changes of Acidic Chitinase in Carnivora. *Molecular Biology and Evolution* 39(1): 331. **42. Tabata E., Kashimura A., Kikuchi A., Masuda H., Miyahara R., Hiruma Y., Wakita S., Ohno M., Sakaguchi M., Sugahara Y., Matoska V., Bauer P.O., Oyama F.**, 2018 – Chitin digestibility is dependent on feeding behaviors, which determine acidic chitinase mRNA levels in mammalian and poultry stomachs. *Scientific Reports* 8(1): 11. **43. Valdés F., Villanueva V., Durán E., Campos F., Avendaño C., Sánchez M., Chaneta D., Valenzuela C.**, 2022 – Insects as Feed for Companion and Exotic Pets: A Current Trend. *Animals* 12(11): 1450. **44. Van Huis A., Oonincx D.G.A.B.**, 2017 – The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 37(5): 43. **45. Vecchiato C.G., Pinna C., Sung C.H., Borrelli De Andreis F., Suchodolski J.S., Pilla R., Delsante C., Sportelli F., Mammi L.M.E., Pietra M., Biagi G.**, 2023 – Fecal Microbiota, Bile Acids, Sterols, and Fatty Acids in Dogs with Chronic Enteropathy Fed a Home-Cooked Diet Supplemented with Coconut Oil. *Animals* 13(3): 502. **46. Zacour A.C., Silva M.E., Cecon P.R., Bambirra E.A., Vieira E.C.**, 1992 – Effect of dietary chitin on cholesterol absorption and metabolism in rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology* 38(6): 609-613.

The use of insects to feed dogs and cats

Piotr Szymkowiak, Paula Skrzypczak, Zuzanna Mikołajczak,
Mateusz Rawski, Bartosz Kierończyk, Damian Józefiak

Summary

The significant increase in the number of dogs and cats in households all over Europe directly influences the pet food market, increasing the high demand for feedstuffs. At the same time, increased awareness among dog owners regarding rational and environmentally sustainable feeding is leading to the search for pet foods containing alternative protein sources, including products obtained from insect biomass. Insect production has a smaller environmental impact than breeding of other livestock animals. This is associated mainly with the use of by-products of the agro-food industry to feed insects, low water consumption, and the possibility of rearing larvae in vertical systems. Invertebrates are a natural source of food in diets for dogs and cats, and their high nutritional value is an argument for their use in industrial feeds. This article collects current information on the use of insect biomass in the diets of dogs and cats and on the market of pet food containing insects. *Hermetia illucens* larvae were shown to be the most commonly used in pet foods, which reflects the trend of insect biomass production and shows the direct advantages of the larvae of this species, associated with its short life cycle, high nutritional value, and content of antimicrobial substances. In addition, studies indicate that insect-based diets for dogs and cats can be used for animals with a high risk of gastroenterological problems and confirm their beneficial effects on the body.

KEY WORDS: insects, dogs, cats, nutrition, feeding