

JAN BOCZEK

Katedra Entomologii Stosowanej SGGW, Warszawa

STEFAN PRUSZYŃSKI

Emerytowany Profesor, Poznań

OWADY W ŻYWIENIU CZŁOWIEKA I ZWIERZĄT DOMOWYCH

1. Wstęp

W drugiej połowie 2012 roku światowe media podały wiadomość o narodzeniu się siedmiomiliardowego mieszkańca naszej planety. Przekroczenie kolejnej granicy zaludnienia Ziemi wywołało wiele komentarzy, w tym dotyczących przyszłego wyżywienia, zwiększającej się liczby ludzi. W ogólnych założeniach przyjmuje się, że do 2050 roku liczba ludności Ziemi wzrośnie do 9 mld osób. W tym czasie wymagany będzie wzrost produkcji żywności o 70%, a zwiększenie areалу użytków rolnych, biorąc pod uwagę realne możliwości, będzie możliwe jedynie o 20%.

Rolnictwo już raz w swojej historii w latach 1965 – 1990 dokonało skokowego wzrostu produkcji płodów rolnych. Produkcja pszenicy, ryżu i kukurydzy zwiększyła się wtedy o około 100%, a jęczmienia o około 60%. Wzrost ten zawdzięczano postępowi biologicznemu, ale także, a może przede wszystkim znacznej chemizacji rolnictwa, nawozom mineralnym i chemicznym środkom ochrony roślin, oraz znacznemu wzrostowi zużycia energii i wykorzystania maszyn [Pruszyński 2009].

Obecnie rolnictwo znajduje się jednak w innej sytuacji. Wymagania ochrony środowiska, wymagania konsumentów, a także uwarunkowania ekonomiczne i polityczne powodują, że w tworzeniu nowych technologii produkcji i zwiększaniu plonów trzeba będzie uwzględnić:

- zasady zrównoważonego rolnictwa,
- ochronę bioróżnorodności i środowiska,
- sprostanie wymaganiom opinii publicznej w zakresie jakości produktów spożywczych,

- zmiany klimatyczne,
- redukcję gazów cieplarnianych,
- zmienne uwarunkowania ekonomiczne i polityczne wpływające na rozwój rolnictwa,
- zabezpieczenie dochodów finansowych rolników.

W przedstawionej powyżej sytuacji i mając na uwadze ograniczone możliwości szybkiego wzrostu produkcji rolnej, w poszukiwaniu alternatywnych źródeł pożywienia dla stale rosnącej liczby ludności, coraz częściej bierze się pod uwagę hodowlę i wykorzystanie jako pokarm dla ludzi oraz dla zwierząt gospodarskich różnych stadiów rozwojowych owadów.

2. Gromada: Owady (Insecta)

Nie jest celem tego opracowania szerszy opis Gromady owadów (Insecta), bardzo dużo informacji można bez trudu znaleźć w prasie fachowej i popularno-naukowej [Boczek 2001], a jedynie zwrócenie uwagi na znaczenie przedstawicieli tej Gromady w środowisku i życiu człowieka. Dla rolnictwa i ogrodnictwa owady to duża grupa szkodników, które konkurują z producentem roślin o pokarm i mogą doprowadzić do znacznych strat w plonach i które przy osiągnięciu określonej liczebności należy zwalczać stosując najczęściej chemiczne środki ochrony roślin. Jednocześnie jest to grupa niezwykle pożytecznych organizmów, w tym pszczoły miodnej i innych zapylaczy, bez działalności których nie można by uzyskać plonu wielu roślin uprawnych, a także drapieżców i pasożytów ograniczających liczebność szkodników. Opinia rolnika o znaczeniu i roli owadów w jego życiu i gospodarce nie jest więc jednoznaczna i jest różna w zależności od aktualnej sytuacji w uprawach.

Owady, których liczbę gatunków występujących na ziemi ocenia się w przybliżeniu na 2 mln, stanowią niezwykle ważny, jeżeli nie najważniejszy element środowiska naturalnego. Swoją biomasą owady przewyższają wszystkie inne zwierzęta żyjące na kuli ziemskiej. Przede wszystkim owady służą jako pokarm wielu gatunkom zwierząt. Należą tu, odżywiające się owadami ryby, ale także wiele gatunków ptaków, choćby jaskółki, sikorki i wiele innych.

Naliczono m.in. 202 gatunki ptaków zjadających szarańczę [Huis van 2013], a w Polsce podjęto badania nad wykorzystaniem bażantów w ograniczaniu liczebności stonki ziemniaczanej. Owady stanowią ważną część pokarmu dla ropuch, żab, jaszczurek, węży i żółwi. Nie gardzą też różnymi stadiami rozwojowymi owadów ryjówki, nietoperze czy krety. Również wiele gatunków ssaków chętnie zjada larwy czy poczwarki owadów, poszukując ich jak np. dziki, w ściółce leśnej. Szympany niektórych gatunków spędzają nawet 60% czasu łowiąc termity, przy czym

korzystają nawet z 20 różnych prostych narzędzi, które wykorzystują w określonej kolejności do ich chwytania [Ranbenheimer i Rothman 2013].

3. Wartość odżywcza owadów

W tabelach 1 i 2 podano zawartość składników pokarmowych obecnych w owadach, a przydatnych w żywieniu człowieka.

Tabela 1

Porównanie niektórych cech jadalnych gatunków owadów

Gatunek, stadium	kcal/g	białko %	włókno %	Ca %	P %	Mg %	K %	Fe ppm
mucha domowa, larwa	6,07	56,8	18,0	0,59	1,13	0,30	1,36	658
świerszcz domowy, chrząszcz	5,34	64,2	9,4	0,14	0,99	0,13	0,41	58
mącznik młynarek, larwa	6,49	45,3	5,7	0,11	0,77	0,21	0,77	43
mącznik młynarek poczwarka	6,43	54,1	5,1	0,18	0,83	0,28	0,93	42

Źródło: Bernard i in., 1997.

Tabela 2

Zawartość składników pokarmowych w wybranych owadach, mięsie wołowym i rybach w 100 g próbach

Wyszczególnienie	Tłuszcz Kcal	Białko (g)	Żelazo (mg)	Tiamina wit.B1 (mg)	Ryboflawina wit. B2 (mg)	Niacyna wit.PP (mg)
Termity (Macrotermes subhyalinus)	613	14.2	0.75	0.13	1.15	0.95
Gąsienice (Usata terpsichore)	370	28.2	35.5	3.67	1.91	5.2
Chrząszcze (Rhynchophorus phoenicis)	562	6.7	13.1	3.02	2.24	7.8
Wołowina (chude mięso)	219	27.4	3.5	0.09	0.23	6.0
Ryba (gotowany dorsz)	170	28.5	1.0	0.08	0.11	3.0

Źródło: Sivastaw i wsp. 2009.

Z przedstawionych danych wynika, że owady jako pokarm dla ludzi i zwierząt stanowią dobre źródło białka, tłuszczu (z dużą zawartością kwasów tłuszczowych nienasyconych), witamin, minerałów i aminokwasów i żelaza (Tabela 2). W niektórych owadach stwierdza się spore ilości witamin z grupy B, witaminy E i betakarotenu. Ciało owadów zawiera chitynę, a ta zawiera około 7% azotu. U niektórych ssaków zjadających owady występuje w przewodach pokarmowych e-chitinaza –enzym rozkładający chitynę. Strawialność chityny u ssaków waha się od 2 do 20%.

Głównym problemem wykorzystania owadów jako pożywienie jest mała w nich zawartość wapnia i dlatego przemysłowo przygotowywane pasze z owadami są wzbogacane o wapno. Przy masowej produkcji określonych gatunków owadów dostarcza się w diecie również spore ilości wapnia [Bernard i in. 1997]. Niestety niekiedy owady mogą także zawierać w ciele toksyny, np. toksyczne metabolity roślin. Ponieważ są zwierzętami zmiennocieplnymi, nie wykorzystują metabolicznej energii dla utrzymania stałej temperatury ciała. Ponadto ich stopień przekształcania pobranej energii w masę ciała jest wysoki. Larwy świerszcza były dwa razy bardziej w tym względzie efektywne w porównaniu z kurczakiem, czterokrotnie w porównaniu ze świnią i dwunastokrotnie w porównaniu z krową [van Huis 2013].

Poczwarki muchy domowej zawierają ponad 60% białka z właściwymi dla człowieka proporcjami aminokwasów: arginina, lizyna i metionina. Zawierają także spore ilości kwasów tłuszczowych: linolowego (omega-6) i linolenowego (omega-3), a nie zawierają kwasów niepożądanych, długołańcuchowych, polynienasyconych (podobnie jak to jest w mięsie ryb i drobiu).

W owadach znajdowano większe stężenia żelaza, cynku i wapnia niż w wołowinie. W wielu owadach znajdowano spore ilości witamin B, E i betakarotenu prowitaminy witaminy A. Ponieważ owady te żywią się roślinami, uważane są za pożywienie „czyste“. Szczury zawsze preferowały owady jako pokarm w porównaniu z jakimkolwiek pokarmem roślinnym [Raubenheimer i Rothman 2013].

W związku z wzrostem liczby ludności, wymagań odnośnie pożywienia a zwłaszcza mięsa, ocieplaniem się klimatu ceny żywności wzrastają i będą wzrastać. Może występować także deficyt żywności. Samo ocieplanie się klimatu może powodować wzrost cen żywności i pasz o 18-21% [van Huis 2013]. Owady mogą stanowić w tej sytuacji tanią, ogólnie dostępną rezerwę właściwego dla człowieka pożywienia. Uzyskując je z masowej hodowli możemy dobrać gatunek i stadium (najczęściej są to dorosłe larwy lub poczwarki posiadające mały procent części niestrawnych), dostarczające w odpowiednich proporcjach pożądane składniki. Owady bardzo różnią się zawartością wszystkich istotnych składników- zarówno między gatunkami jak nawet między populacjami tego samego gatunku z różnych stanowisk. Na przykład w szarańczy, *Locusta migratoria*, stwierdzano około 40% białka, a w mrówce, *Oxyia velox* ponad 90%. Poziom kwasów tłuszczowych w tych owadach zależał od stanowiska, od rodzaju pożywienia. Stwierdzano wahania u różnych gatunków w ilości białka między 8 a 91%, przeważnie ponad 50%, a nienasyconych kwasów tłuszczowych między 726 a 2 883 mg/100g [Buckens 2005; Raubenheimer i Rothman 2013]. Przy niedostatku żywności owady mogą zaspokajać nasze potrzeby energetyczne, a przede wszystkim deficyt białka, żelaza, witamin i minerałów.

Rozpatrując przydatność owadów jako pokarm dla ludzi lub składnika pasz, należy wziąć pod uwagę bardzo znaczne, przy chodowli owadów, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, oszczędność powierzchni, ograniczenie odpadów czy wreszcie możliwość przeznaczenia na produkcję żywności dla ludzi powierzchni rolnych, użytkowanych obecnie na paszę dla zwierząt.

Zwiększająca się produkcja mięsa wiąże się z istotnym wpływem na środowisko, powodując obecnie wzrost produkcji gazów cieplarnianych. Produkcja 1 kg wołowiny -to emisja 8-14 kg, drobiu to 1,1 kg, wieprzowiny to 3,8 kg gazów cieplarnianych. Obecna produkcja mięsa na świecie, to produkcja 15-24% obecnie emitowanych do atmosfery gazów cieplarnianych (w tym 28% metanu) [Fiala, 2008]. Ogólnie przyjmuje się, że dieta mięsna wymaga zużycia więcej energii, wody, powierzchni niż system mleczno-jajeczno-wegetariański, który jest równocześnie bardziej zrównoważony [Rosegrant i in. 1999; Pimental 2003].

Owady jako zwierzęta zimnokrwiste nie zużywają takich ilości pokarmu jak zwierzęta stałocieplne. Według Mikulak i Królasik (2012) na produkcję 1 kg mięsa wieprzowego zużywa się 3,6 kg paszy, drobiowego 2,2 kg, a świerszczy 1,7 kg paszy. Paszą dla owadów mogą być różne produkty pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego i jak podaje Boczek (2001) do chowu termitów można wykorzystywać makulaturę i otrzymywać owady o zawartości mięsa ok 68%.

Również wartość czy bezpieczeństwo spożywania owadów jest znacznie większe w porównaniu do tradycyjnych mięs, przy produkcji których stosowane są hormony, antybiotyki czy zwierzęta są karmione paszą zawierającą pozostałości środków ochrony roślin. Mięso owadzie jest zdrowe, biorąc pod uwagę, że karma dla nich nie może być traktowana chemicznymi środkami ochrony roślin oraz jest dokładnie kontrolowana przy podawaniu.

Napisano wcześniej o oszczędności powierzchni. Tu należy podkreślić, że część owadów jest wychwytywana w czasie ich masowych pojawów bez potrzeby rozmnażania. W wielu krajach ludność oczekuje na nalot szarańczy czy zbiera owady z pól uprawnych lub zadrzewień i zarośli. Również hodowla owadów jest znacznie prostrza, wymaga mniej miejsca, prostrzego pokarmu i nie towarzyszy jej duża liczba odpadów. Hodowle wielu gatunków owadów opracowano już przed wieloma laty dla celów eksperymentalnych i obecnie są gotowe technologie rozmnażania. Tak więc wiele przemawia za zwiększeniem wykorzystania owadów zarówno w żywieniu człowieka, jak i zwierząt.

4. Owady w żywieniu człowieka i paszach

Naliczono blisko 2000 gatunków owadów zjadanych przez człowieka na świecie. Wszyscy zjadamy owady (i roztocze) nieświadomie, średnio około 1,5 kg

w ciągu życia, a 80% ludzi - świadomie, głównie mieszkańcy krajów rozwijających się, sub- i tropikalnych. Zjadane są wszystkie stadia, wielu rzędów owadów [Boczek 2007)]. Owady są świadomie zjadane w wielu krajach, zwłaszcza w krajach rozwijających się, na wszystkich kontynentach, włącznie z Europą (Tabela 1). W Polsce są już restauracje z daniami z owadów (np. „To Co To Je“ w Warszawie), jest również ich masowa produkcja. Preferencje żywnościowe się zmieniają, czego przykładem w Polsce może być sushi.

W Poznaniu [Mikulak, Królasik 2012] w jednej z restauracji można zamówić m.in.

- roladkę drobiową faszerowaną mącznikiem młynarkiem i szpinakiem owiniętą w liść rzepaku,
- szarańczę i karaluchy peruwiańskie w cieście Kadafi,
- krem z jarmuzu z wędzonym mącznikiem młynarkiem,
- ciasto czekoladowe z konikiem polnym.

Zainteresowanym polecamy kontakt na www.zjescpoznan.blogspot.com/2011/12/vine-bridge-awe-cuisine-i-bug-cuisine.html

Owady zjadane przez człowieka i jako pasze należą głównie do 5 rzędów: chrząszcze (468 gatunków), błonkówki (351 gat.), termity (61 gat.), motyle (253 gat.) i prostoskrzydłe (267 gat.) (Tabela 3).

Wynika to przede wszystkim z ich masowych pojawów (przynajmniej okresowo), lub z faktu, że są bezskrzydłe, albo mało ruchliwe. Zjadane są także produkowane obecnie przemysłowo larwy pszczoł i jedwabnika. W Laosie zbieranie świerszczy jest bardziej opłacalne niż chów bydła czy uprawa ryżu [van Huis 2013]. Oprócz masowej, przemysłowej produkcji owady łowione są na światło, w siatki, pułapki wodne czy lepowe, z użyciem feromonów. Jeśli zbierany owad jest szkodnikiem rośliny uprawnej, obniżanie jego liczebności jest równocześnie elementem walki biologicznej z nim.

Tabela 3

Konsumpcja owadów w świecie

Rejon świata	liczba gatunków	liczba krajów
Ameryka Pn i Pd	629	23
Afryka	524	36
Azja	349	29
Kraje Pacyfiku	152	14
Europa	41	11

Źródło: Raubenheimer i Rothman, 2013.

W niektórych krajach afrykańskich ponad połowę białka zwierzęcego dostarczają ludziom owady, w niektórych rejonach Amazonii - ponad $\frac{1}{4}$, a w wielu innych - stanowią tylko przysmak. Tak jest np. w Japonii i Włoszech. Zwykle to raczej kobiety i dzieci zjadają owady, mężczyźni częściej mięso upolowanych, większych zwierząt.

W Australii, w miarę ubytku liczby Aborygenów i ich bogacenia się, spada korzystanie z owadów w diecie. Jednakże obecnie następuje powrót do tradycyjnego pokarmu zwanego „bush tucker“ uwzględniającego wykorzystanie owadów. W Tajlandii zjadane są powszechnie owady kilkudziesięciu gatunków, ponadto skorpiony i bardzo różne „sea food“ dostępne w handlu jako żywe, puszkowane, suszone lub w formie gotowych dań, o wysokiej strawności. Aby przywabić cenne jako przysmak szarańczaki wysiewa się poletka kukurydzy. W kraju tym spożywanie poczwerek jedwabników jest na tyle powszechne, że w 1987 r. The Nutrition Division of The Ministry of Public Health dopuściło je jako uzupełnienie diety dla niedożywionych dzieci. Funkcjonuje też około 15 tysięcy ferm hodujących świerszcze przeznaczone na pokarm dla ludzi [Mikulak, Królasik 2012]. Świerszcze te są produkowane i w dużych ilościach sprzedawane na eksport. Wielowiekowa jest tradycja spożywania owadów w Chinach, Japonii, Korei Pół i krajach Oceanii.

Również obecnie posiłki, w skład których wchodzi owady są częste, zarówno w żywieniu rodzin jak i restauracjach. Cesarz Japonii Hirohito (jak podawała prasa) po zabiegach chirurgicznych w 1987 roku zjadał zawsze do końca ryż podawany z owadami, nawet gdy nie miał apetytu i pozostawiał inne dania. Jest to o tyle charakterystyczny przykład, że o ile w wielu krajach spożywanie owadów było ważnym uzupełnieniem diety ludzi biednych, o tyle w Japonii potrawy z owadów były i są spożywane przez wszystkie grupy społeczne.

W Nigerii owady uzupełniają brakujące w diecie zbożowej aminokwasy, zwłaszcza lizynę [Buckkens 1997; Raubenheimer i Rothman 2013]. W niektórych subsaharyjskich krajach ludność oczekuje na pojawienie się szarańczy, jako dostęp do brakującego w diecie białka. W niektórych rejonach świata dotychczas zjada się owady nie tylko dla pożywienia, ale także jako lekarstwa na różne schorzenia jak np.: gorączka, kaszel, ciśnienie krwi, biegunka, alergia [Chakravorty i in. 2011]. Szerzej, wykorzystanie owadów jako pokarm dla ludzi w różnych rejonach świata omówił De Foliart (1999).

Obecnie owady najczęściej są wykorzystywane w paszach, w zastępstwie mączki rybnej i soi. W tym celu prowadzi się masowe hodowle głównie takich gatunków jak: mucha domowa (*Musca domestica*), mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*), jedwabnik (*Bombyx mori*) lub zbiera się szarańczę (*Schistocerca* sp.). Zarówno w zachodnich jak i tropikalnych krajach larwy muchy domowej są dodane

wane w ilości 10-15% do paszy dla drobiu. Wysuszone larwy są dodawane zamiast mączki sojowej do różnych pasz (np. w Australii produkt handlowy o nazwie Basics). Larwy mącznika młynarka są w niektórych krajach używane w zastępstwie soi w paszach w hodowlach ryb i drobiu. Podobnie poczwarki jedwabnika [Hwangbo i in. 2009; van Huis 2013]. Przy doborze gatunku do masowej hodowli i wykorzystywania jako pasza warto pamiętać, że karaczany, termity i chrząszcze żukowate mają w swoich jelitach symbiotyczne bakterie produkujące metan i sporo go produkują [Hackstein i Stumm 1994].

5. Podsumowanie

Dla mieszkańców strefy umiarkowanej, a szczególnie Europejczyków i obywateli Ameryki Płn., z wyjątkiem Meksyku i krajów Ameryki Łacińskiej, traktowanie owadów jako stałego elementu naszej diety, wydaje się odległe, a dla wielu osób niemożliwe. Wielowiekowa tradycja, kultura jedzenia i przyzwyczajenie do ustalonych posiłków sprawiają, że obecność owadzich dań w niektórych restauracjach traktuje się jako ekstrawagancję i jeden „z wymysłów” obecnych czasów.

Uważne zapoznanie się z przedstawionym opracowaniem powinno skłonić do pewnych refleksji. Wykazane wartości odżywcze owadów, łatwość ich hodowli, dostępność, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, ograniczenie zanieczyszczenia środowiska czy wreszcie konieczność poszukiwania alternatywnych źródeł białka i tłuszczu dla rosnącej liczby ludności, wyraźnie wskazują na zasadność tej drogi w zwiększaniu produkcji żywności. Pamiętać też należy o możliwym ograniczeniu powierzchni użytkowanych gruntów rolnych oraz ograniczeniu stosowania nawożenia i chemicznych środków ochrony roślin.

Dodatkowymi argumentami są tu kraje i narody, które od bardzo dawna, jeżeli nie opierają swego wyżywienia na owadach, to organizmy te stanowią bardzo ważną część ich diety. Ważnym pozostaje bezpieczeństwo konsumpcji owadów. Potwierdzeniem natomiast uznania tego kierunku jako przyszłościowego zabezpieczenia żywności dla ludzi i paszy dla zwierząt domowych są międzynarodowe programy badawcze i zaangażowanie Światowej Organizacji ds. Wyżywienia i Rolnictwa ONZ w ich realizację [Vantomme i wsp. 2012]. Na pewno nie nastąpi to w najbliższych latach, ale przyzwyczajamy się powoli do myśli o możliwości konsumpcji owadów, chociaż wcześniej na pewno ich wykorzystanie będzie ukierunkowane na żywienie zwierząt. I tu chyba nikt nie ma zastrzeżeń, nawet biorąc pod uwagę fakt, że za jajka z wolnego wybiegu, a więc takie, które znoszą kury spacerujące po obejściu i chętnie zjadające owady, gotowi jesteśmy płacić drożej.

W literaturze angielskojęzycznej, dla ludzi żywiących się owadami używa się określenia entomofagi, natomiast w języku polskim Mikulak i Królasik (2012)

zapropowały nazwę entomofagia. Nazwa entomofagi jest bliska pracownikom ochrony roślin, ponieważ tak określa się gatunki, najczęściej pożyteczne, które są pasożytami lub drapieżcami owadów i szkodników roślin. Czy potrzebne jest nam to nowe określenie? Chyba nie, bo jeżeli już zaczniemy w szerszym stopniu odżywiać się owadami, to będzie to taki sam składnik naszej diety jak: wołowina, wieprzowina czy drób.

LITERATURA

1. Bernard J.B., Allen M.E., Ullrey D.E. (1997): Feeding captive insectivorous animals: nutritional aspects of insects as food. Doc.Dissert., East Lansing, MI., 6 p.
2. Boczek J. (2001): Człowiek i owady. Wyd. Fundacja Rozwoju SGGW. Warszawa: 199 st.
3. Boczek J. (2007): Owady jako pokarm dla ludzi i zwierząt. Higie 26(2):16-18.
4. Brinchmann B.C., Bayat M., Brogger T., Muttuvelu D.V., Tjonneland A., Sigsgaard T. (2011): A possible role of chitin in the pathogenesis of asthma and allergy, *Ann.Agric. Environm.Med.*, 18:7-12.
5. Buckkens S.G.F. (1997): The nutritional value of edible insects. *Ecol. Food Nutr.*, 36:287-312.
6. Buckkens S.G.F. (2005): Insects in the human diet. *Ecol. Implications Minilivestock Potential*, 545-577
7. Chakravorty J., Ghosh S., Meyer-Rochow V.B. (2011): Practices of entomophagy and entomotherapy by members of the Nyishi and Galo tribes (North-East India). *J.Ethnobiol.Ethnomed.*, 7:5..
8. De Foliart G. (1999): Insects as Food: Why the Western Attitude Is Important. *Ann. Rev.Entomol.* 44:21-50
9. Elwood R.W. (2011): Pain and suffering in invertebrates. *Inst.Lab.Anim.Res.J.* 52:175-184.
10. Fayaz Bhat Z., Hina Fayaz. (2011): Prospectus of cultured meat - advancing meat alternatives. *J.Food Sci.Techn.*, 48(2):125-140
11. Fiala N. (2008): Meeting the demand: an estimation of potential future greenhouse gas emissions from meat production. *Ecol.Econom.* doi:10.1016/j.ecolecon.2007.12.021.
12. Hackstein J.H., Stumm C.K. (1994): Methane production in terrestrial arthropods. *Proc.Natl.Acad.Sci. USA*, 91(12):5441-5445.
13. Huis van A. (2013): Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annu.Rev.Entomol.*, 58:563-583.
14. Hwangbo J., Hong E.C., Jang A., Kang H.K., Oh J.S., Kim B.W., Park B.S. (2009): Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chicken. *J.Environ.Biol.*, 30(4):609-614..
15. Jöel Fleurence. (1999): Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends Food,Sci.Techn.*, 10:25-28.

16. Liu J., Yang H., Savenije H.H.G. (2008): China's move to higher meat diet hits water security. *Nature*, 454:397.
17. Mikulak E., Królasik A. (2012): Owady naszym skarbem. *Biuletyn Pol. Stowarzyszenie Pracowników Dezynfekcji i Deraktyzacji* 4:13-17.
18. Pimentel D., Pimentel M. (2003): Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment 1,2,3. *Am.J.Clin.Nutr.* 78:660S-663S.
19. Pruszyński S. (2009): Stan obecny i przewidywane kierunki zmian w ochronie roślin do roku 2020. W: „Kierunki zmian w produkcji roślinnej w Polsce do roku 2020” IUNG Puławy:207-246.
20. Raubenheimer D., Rothman J.M. (2013): Nutritional ecology of entomophagy in humans and other primates. *Annu.Rev.Entomol.*, 58:141-160.
21. Rosegrant M.W., Leach M., Gerpacio R.V. (1999): Alternative future for world cereal and meat consumption. *Proc.Nutr.soc.*,58(2):219-234.
22. Smil V. (2002): Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food protein. *Enz.Microb.Technol.*, 30:305-311.
23. Srivastawa S.K., Babu N., Pandey H. (2009): Traditional insect bioprospecting. As human food and medicine. *Indian J. Of Traditional knowledge.* 8(4): 485-494.
24. Vantomme P., Mertens E., van Huis A., Klusder H. (2012): Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in assuring Food Security. Summary Raport Food and Agriculture Organization of the United Nation. Forestry Department, Rome, Italy, 01 March 2012: 27 str.

e-mail: jan_boczek@sggw.pl