

Mgr inż. Paulina Luiza WIZA  
Katedra Ekonomii i Polityki Gospodarczej w Agrobiznesie  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## CHARAKTERYSTYKA OWADÓW JADALNYCH JAKO ALTERNATYWNEGO ŹRÓDŁA BIAŁKA W UJĘCIU ŻYWIENIOWYM, ŚRODOWISKOWYM ORAZ GOSPODARCZYM®

Characterization of edible insects as an alternative source of protein  
in terms of nutrition, environmental and economic®

**Słowa kluczowe:** alternatywne źródła białka, owady jadalne, konsument, przemysł spożywczy, środowisko, ekonomia.

*W artykule przedstawiono przegląd literatury dotyczący alternatywnych źródeł białka. Scharakteryzowano je pod względem wartości odżywczej, a także wskazano korzyści ekonomiczne oraz środowiskowe wynikające z ich wykorzystania. W opracowaniu zagadnienia wykorzystano badania ankietowe przeprowadzone wśród polskich konsumentów w 2015 roku. Celem badania było uzyskanie opinii czy polscy konsumenci skłonni są do spożywania potraw z dodatkiem owadów. W oparciu o przeprowadzony przegląd literatury oraz analizę badania ankietowego stwierdzono, że alternatywne źródła białka (w tym owady jadalne) mogą stać się korzystnym uzupełnieniem wyczerpujących się zapasów białka zwierzęcego na świecie oraz skutecznym sposobem na walkę z głodem.*

**Key words:** alternative protein sources, edible insects, consumer, food industry, environment, economy.

*The article presents a review of the literature on alternative protein sources. They were characterized in terms of nutritional value, as well as economic and environmental benefits resulting from their use. The study was based on surveys conducted among Polish consumers in 2015. The aim of the study was to obtain opinions on whether Polish consumers are willing to eat dishes with the addition of insects. Based on the literature review and the analysis of the questionnaire study, it was found that alternative sources of protein (including edible insects) can become a beneficial supplement to the exhausting stocks of animal protein in the world and an effective way to fight hunger.*

### WSTĘP

Obecnie obserwujemy zwiększającą się liczbę ludności na świecie, co przyczynia się do ciągłego zmniejszania dostępnych zasobów pokarmowych bogatych w składniki odżywcze, w tym też białko pochodzenia zwierzęcego, które jest jednym z ważniejszych składników odżywczych w żywieniu człowieka. Według szacunków ONZ przewidywana liczba ludności na świecie w 2025 roku będzie wynosić 8 miliardów. Z przeprowadzonych przez FAO badań opublikowanych w 2015 wynika, że jedna na dziewięć osób żyjących na świecie jest niedożywiona. Zaobserwowano, że w krajach rozwijających się liczba osób niedożywionych jest największa [11]. Zdaniem ekspertów z FAO, w celu zaspokojenia potrzeb żywieniowych wzrastającej liczby ludności należy do 2030 roku zwiększyć produkcję żywności prawie dwukrotnie [5, 9, 11]. Wraz ze wzrostem produkcji żywności zmniejsza się powierzchnia gruntów rolnych, dlatego wzrost produkcji żywności może przyczynić się do ograniczenia ilości nowych gospodarstw [4]. Istotnym światowym wyzwaniem jest obniżający się poziom światowych zasobów wodnych, w związku z tym rosną koszty hodowli zwierząt. Ze względu na realne

zagrożenia związane z nieustającym wzrostem produkcji żywności można stwierdzić, że zwiększenie hodowli zwierząt będzie niemożliwe, co będzie skutkowało brakiem bezpieczeństwa żywnościowego na świecie [5].

Wzrastające koszty produkcji zwierzęcej, coraz większa liczba nowych chorób wśród zwierząt gospodarskich, zwiększająca się liczba ludności na świecie, wyczerpywanie się zasobów świeżej wody, zmiany klimatu, zanieczyszczenie środowiska to najczęstsze czynniki przyczyniające się do wzmożonych poszukiwań w zakresie alternatywnych źródeł żywności, bezpiecznych do spożycia przez ludzi, których produkcja będzie generowała niskie koszty [2, 24].

Do alternatywnych źródeł żywności możemy zaliczyć owady jadalne. Ich konsumpcja jest tematem szeroko dyskutowanym na świecie. Owady jadalne bogate są w składniki odżywcze takie jak: białko, tłuszcze, w tym wielonienasycone kwasy tłuszczowe, składniki mineralne i błonnik [2, 5, 21, 26]. Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) od 2004 roku prowadzi badania dotyczące wykorzystania owadów w żywieniu człowieka w celu zaspokojenia potrzeb żywieniowych pod względem składników

odżywczych. Obecnie znane jest około 2000 gatunków jadalnych owadów [2].

**Celem artykułu jest przedstawienie tematyki dotyczącej alternatywnych źródeł białka w aspekcie żywieniowym, środowiskowym oraz ekonomicznym. W artykule scharakteryzowano alternatywne źródła białka oraz przedstawiono możliwość wykorzystania ich w celu opanowania problemów XXI wieku jakimi są: głód, rosnąca liczba ludności oraz malejąca ilość białka pochodzenia zwierzęcego.**

## ALTERNATYWNE ŹRÓDŁA BIAŁKA

Alternatywne źródła białka zgodnie z definicją to te, które wcześniej nie były przeznaczone do spożycia przez ludzi/zwierzęta lub też były wykorzystywane w ograniczonym zakresie. Do alternatywnych źródeł białka można zaliczyć m.in.: białka organizmów jednokomórkowych (drożdże), białka owadów morskich oraz owady jadalne [4,18, 20].

Białka organizmów jednokomórkowych otrzymywane są z wysuszonych komórek mikroorganizmów, takich jak bakterie (*Cellulomonas*, *Alcligenes*), drożdże (*Candida*, *Saccharomyces*), algi (*Chlorella*, *Spirulina*, *Scenedesmus*) i pleśnie (*Trichoderma*, *Fusarium*, *Rhizopus*) [5]. Mikroorganizmy cechują się wysoką wartością żywieniową i stanowią m.in.:

- ◆ bogate źródło białka:  
W zależności od rodzaju, szczepu i warunków wzrostu mikroorganizmów oraz składu pożywki, zawartość białka w suchej substancji biomasy jednokomórkowców może się wahać w granicach 40-80%. Najwięcej białka zawierają bakterie (50-80%), następnie algi i drożdże (30-75%), a najmniej pleśnie (20-45%).
- ◆ bogate źródło lizyny;
- ◆ bogate źródło witamin z grupy B oraz składników mineralnych, takich jak: fosfor, magnez, selen;
- ◆ źródło probiotyków – niektóre gatunki drożdży np. *Saccharomyces cerevisiae*, mają działanie probiotyczne [5].

Pomimo korzyści żywieniowych białka organizmów jednokomórkowych zawierają w swym składzie kwasy nukleinowe (2-18 % suchej masy). Kwasy nukleinowe mogą stwarzać niebezpieczeństwo dla organizmu człowieka poprzez odkładanie się kwasu moczowego w nerkach lub stawach, co może skutkować powstawaniem dny moczanowej [5].

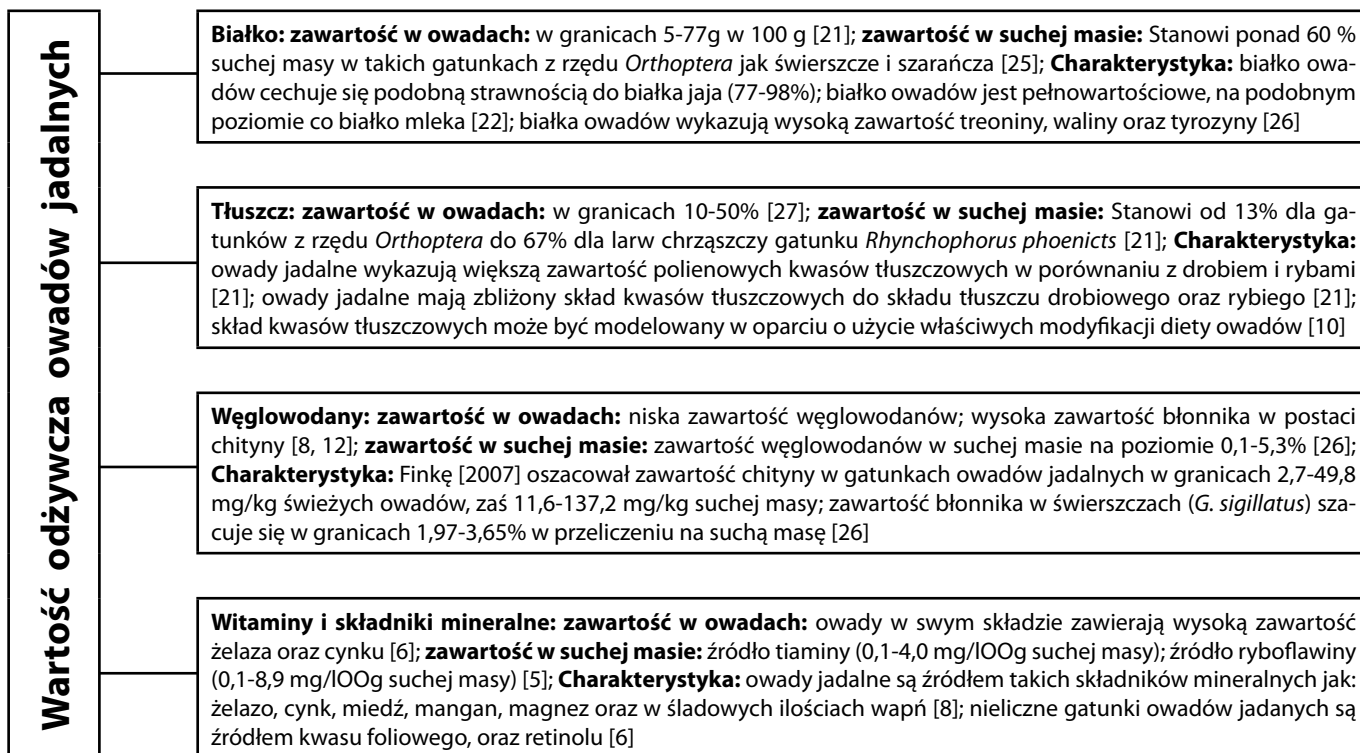
Szereg wykonanych analiz wykazało, że algi morskie mogą być alternatywą dla konwencjonalnych białek, ze względu na wysoką wartość odżywczą [5]. Algi występują w środowiskach wodnych oraz lądowych o dużej wilgotności, na obszarze całego świata. Do produkcji na szeroką skalę stosowane są najczęściej algi takie jak: *Chlorella sp.*, i *Spirulina sp.* [5]. *Chlorella sp.* charakteryzuje się dużą zawartością białka (około 60% białka w suchej masie), witaminy A, B12 oraz folianów i składników mineralnych, jak m. in. żelazo. Wykazuje ona działanie przeciwutleniające oraz immunosupresyjne [5]. Pod względem żywieniowym algi morskie stanowią dobrą alternatywę dla konwencjonalnych białek pochodzenia roślinnego. Ze względu na wysokie koszty produkcji i techniczne trudności z opracowaniem produktów akceptowanych pod względem smaku, zastosowanie białka glonów w przemyśle spożywczym jest na etapie rozwoju [5].

## OWADY JADALNE – ŻYWIENIE CZŁOWIEKA A BEZPIECZEŃSTWO

Owady jadalne to najczęściej dyskutowany przez FAO i Komisję Europejską temat. Wykazują w swym składzie wysoką zawartość pełnowartościowego białka [3, 5]. Wykorzystywane są m.in. w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym oraz chemicznym. Owady mogą być również elementem diety tak jak to ma miejsce w Chinach, Japonii, Meksyku i RPA. Znanych jest około 2000 gatunków owadów, spożywanych przez ludzi [5, 21]. Według szacunków FAO około 1,9 tysiąca gatunków owadów spożywana jest przez średnio 2 mld osób w ponad 80 krajach. W celach konsumpcyjnych używane są praktycznie wszystkie grupy owadów, takie jak: świerszcze, termity, ważki, chrząszcze, gąsienice, w postaci dorosłych osobników, poczwerek czy też jaj [3, 5]. W oparciu o dane literaturowe stwierdzono, że świerszcze oraz szarańcze (*Orthoptera*), chrząszcze (*Coleoptera*) i termity (*Isoptera*) to gatunki owadów jadalnych spożywane najczęściej na świecie [5, 16].

Owady jadalne ze względu na swoje wartości żywieniowe mogą być doskonałą alternatywą dla substancji odżywczych dostarczanych w postaci żywności konwencjonalnej (Rys. 1). W oparciu o przeprowadzone badania składu chemicznego owadów jadalnych zaobserwowano wysoką zmienność pomiędzy gatunkami oraz w zależności od stadium rozwoju [5, 21]. W poniższej tabeli przedstawiono składniki odżywcze zawarte w owadach jadalnych.

Owady jadalne ze względu na wysoką wartość odżywczą mogą być wykorzystane w żywieniu człowieka, jednak oprócz wartości odżywczej istotne jest także bezpieczeństwo żywności zawierającej owady. W oparciu o przeprowadzone badania w zakresie bezpieczeństwa spożycia owadów stwierdzono obecność w owadach jadalnych endo- i egzogennych substancji alergizujących, toksycznych i antyodżywczych. Spożycie insektów może powodować zagrożenie zdrowia w takim samym stopniu jak żywności konwencjonalnej [5, 21]. Alergeny oraz substancje antyodżywcze obecne w insektach należą do czynników ryzyka o podłożu endogennym m.in. afrykańska jedwabnica, zawiera tiaminazę (enzym odpowiedzialny za rozpad tiaminy oraz odporny na działanie wysokich temperatur) [5, 15]. Wykazano także, że w owadach zawarte są alergeny kontaktowe, wziewne oraz pokarmowe, które po spożyciu owadów mogą przyczynić się do powstawania reakcji alergicznych. Osoby pracujące przy produkcji owadów oraz hodowcy w największym stopniu narażeni są na obecne w insektach alergeny kontaktowe oraz wziewne [5, 21]. Oprócz zawartych w owadach substancji endogennych na bezpieczeństwo w spożyciu owadów mają wpływ czynniki zewnętrzne. Warto przygotowywać posiłki z owadów w odpowiednich warunkach (temperatura, czas, miejsce przygotowania, warunki przechowywania), gdyż owady mogą przyczynić się do powstawania chorób pasożytniczych i zatruc pokarmowych wywołanych przez obecne w nich patogeny takie jak: *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* i *Staphylococcus aureus* [1, 5]. Na podstawie analizy wykonanych badań wykazano, że mikroflora obecna w owadach może być niebezpieczna dla zdrowia człowieka. Ważne jest, aby zapewnić czystość mikrobiologiczną produktów przygotowanych z owadów poprzez opracowanie optymalnych warunków ich przetwarzania [5, 21].



Rys. 1. Wartość odżywcza owadów jadalnych.

Fig. 1. Nutritional value of edible insects.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Bueschke, 2017]

Source: Own study based on [Bueschke, 2017]

## OWADY JADALNE – PRZEMYSŁ SPOŻYWCZY, ŚRODOWISKO, EKONOMIA

Stosowanie owadów w żywieniu ludzi ma korzystny wymiar ekologiczny. Produkcja owadów, zdaniem ekspertów z FAO, cechuje się:

- ✦ niską emisją gazów cieplarnianych takich jak amoniak, metan czy tlenek azotu, zaś odchody owadów mogą być wykorzystane w rolnictwie w formie nawozu. Szacuje się, że globalna emisja amoniaku na świecie kształtuje się na poziomie ok. 62 mln ton rocznie, a w Europie na poziomie 8 mln ton. 98% emisji amoniaku przypada na rolnictwo, w tym za 72% emisji odpowiedzialne są odchody zwierząt gospodarskich. Hodowle owadów wytwarzają od 10 do 100 razy mniej gazów na kg masy niż hodowle świń, co ma korzystny wpływ na globalne ocieplenie [2, 5];
- ✦ mniejszymi wymaganiami co do powierzchni hodowli oraz niskimi kosztami hodowli związanymi z oszczędnością gruntów rolnych, pasz i zużyciem wody pitnej. Do hodowli owadów nie są wymagane grunty rolne oraz wysokie zużycie pasz i wody pitnej. Koszty ekonomiczne hodowli owadów są znacznie niższe niż koszty hodowli zwierząt gospodarskich [5, 10]. Owady są zimnokrwiste, dlatego, aby zwiększyć swoją masę ciała mogą wykorzystywać roślinną biomasę. Świerszcze w porównaniu z bydłem potrzebują 2-krotnie mniej pożywienia niż bydło, w celu wyprodukowania tej samej ilości białka [2, 24];
- ✦ łatwością dystrybucji, wysokim współczynnikiem różnorodności oraz krótkim cyklem reprodukcji [5].

Owady jadalne zyskują popularność na całym świecie nie tylko ze względu na aspekty żywnościowe oraz środowiskowe, ale również z uwagi na fakt, że są opłacalne, zarówno ich produkcja, jak i sprzedaż. Ceny owadów dają pogląd o rynku owadów jadalnych na świecie oraz miejscu ich dystrybucji (wieś, miasto, Internet). Przykładowo w Demokratycznej Republice Laosu cena za 1 kg szarańczy wynosi około 8-10 euro, natomiast w Holandii za 35 g szarańczy wędrowniej (*Locusta migratoria*) około 9,99 euro. [2, 24]. Wyższe ceny w Europie za owady wiążą się z faktem, że spożycie owadów w Europie nie jest tak rozpowszechnione jak w krajach Afryki czy krajach azjatyckich, a ponadto produkcja owadów w Europie jest ściśle regulowana przez przepisy Unii Europejskiej. Nie zmienia to faktu, że konsumpcja owadów na rynku europejskim rośnie. Przykładowo wprowadzone do obrotu w 2014 roku chrząszcze z rodziny *Tenebrionidae* na rynku holenderskim i belgijskim osiągnęły wartość sprzedaży 4 703 400,00 euro, a w 2015 roku 12 121 200,00 euro (4,5 EUR/kg larw) [2, 17].

Pomimo, że obserwujemy wzrastającą konsumpcję owadów w niektórych krajach europejskich, takich jak Holandia oraz Wielka Brytania, europejscy konsumenci ze względu na bariery kulturowe nie są przekonani do ich spożywania [5]. Owady, które dla ludności z krajów azjatyckich, czy afrykańskich są tradycyjnym pokarmem, u przeciętnego Europejczyka budzą lęk i brak akceptacji [5, 23]. W celu wprowadzenia owadów do diety europejskich konsumentów warto się zastanowić w jaki sposób zachęcić konsumentów w Europie do ich spożycia.

Z badań przeprowadzonych przez Tan i in. [23] wynika, że sposób przygotowania posiłku z owadów ma istotny wpływ na akceptację sensoryczną wśród konsumentów, którzy

wcześniej nie spożywali owadów. Owady, które zostały podane w formie produktów tradycyjnych, znanych przez konsumentów oraz w postaci przetworzonej jako forma dodatku do tradycyjnych dań zostały przez konsumentów zaakceptowane pod względem sensorycznym [5, 23]. Zdaniem House [13] w celu przekonania europejskich konsumentów do regularnego spożywania owadów należy tworzyć produkty z dodatkiem owadów o akceptowalnym smaku, formie produktu oraz w korzystnej cenie, co spowoduje łatwość integracji z indywidualnymi praktykami żywieniowymi [5, 13]. Bartkiewicz [2] jako jedna z nielicznych przeprowadziła badania w Polsce alternatywnych źródeł białka, w tym potencjalnej konsumpcji owadów. Badanie w postaci kwestionariusza ankietowego przeprowadzone zostało wśród trójmiejskich konsumentów w 2015 r. wśród 778 osób (592 kobiety i 196 mężczyzn). Stwierdzono, że częściej mężczyźni (44,90%) niż kobiety (33,44%) byłoby skłonni spożyć tradycyjne potrawy z dodatkiem owadów, w celu poprawy wartości odżywczych (białka, witamin, składników mineralnych) (Tab. 1). Chęć sporządzenia potraw z owadami w obecności kucharza wyraziło 44,28% ankietowanych, z czego 47,30% w tej grupie to kobiety. Osoby po 41. roku życia bardziej skłonne są do stosowania owadów w postaci sproszkowanej (46,92%). Według osób powyżej 41. roku życia (50,71%) większa wiedza dotycząca owadów byłaby zachętą do ich konsumpcji (Tab. 1).

Podsumowując, trójmiejscy konsumenci wykazali się ciekawością oraz otwartością wobec alternatywnej formy żywności, jaką są owady jadalne. W celu skłonienia potencjalnych konsumentów do spożywania owadów, zadaniem producentów jest informowanie oraz propagowanie tej formy żywienia w postaci ciekawego asortymentu produktów z dodatkiem owadów [2].

## OWADY JADALNE JAKO DODATEK DO PRODUKTÓW KONWENCJONALNYCH

Owady jadalne ze względu na wysoką zawartość białka oraz jako cenne źródło witamin i składników mineralnych mogą być wykorzystywane w produkcji żywności konwencjonalnej, w celu podwyższenia wartości odżywczej danego produktu. Może przyczynić się to do wzrostu zainteresowania konsumentów alternatywną żywnością, jaką są insekty.

W opublikowanych badaniach w zakresie dodatku owadów do żywności konwencjonalnej wykorzystano mączkę ze świerszczy, komercyjnie dostępną na niektórych rynkach europejskich. Wykazano, że wartość odżywcza tego typu produktów znacząco się różni [14]. Co istotne, zwrócono także uwagę na kwestię bezpieczeństwa żywieniowego z uwagi na wykrycie markerów wirusowych, wskazujących na kontaminację. Wybraną mączkę ze świerszczy wprowadzono do receptury produktów zbożowych jak makaron [7] czy muffin [19]. Zastosowanie owadów spowodowało znaczący wzrost zawartości białka, ale także związków mineralnych w otrzymanych produktach. Zauważono także wpływ na atrakcyjność konsumpcyjną. Niewielki dodatek mączki sprawiał, że produkt był lepiej oceniany przez konsumentów. Barwa babeczek, jak i makaronów z dodatkiem owadów przypominała produkty pełnoziarniste, powszechnie uznawane za zdrowsze.

## PODSUMOWANIE

Przedstawiony przegląd literatury dotyczący korzyści żywieniowych, środowiskowych oraz gospodarczych wykorzystania alternatywnych źródeł białka, w tym owadów jadalnych, w pełni nie wyczerpuje rozpatrywanej tematyki, ale daje możliwość wyobrażenia wpływu owadów na człowieka oraz jego środowisko.

Aby zaspokoić potrzeby żywieniowe rosnącej liczby ludności należy poszukiwać alternatyw w żywieniu. Alternatywą dla konwencjonalnej żywności mogą stać się owady jadalne, z uwagi na wysoką wartość odżywczą. Hodowla owadów mniej negatywnie oddziałuje na środowisko, jest mniej kosztochłonna i bardziej wydajna niż hodowla trzody chlewnej. Największy problem stanowi jednak brak akceptacji owadów jako żywności przez konsumentów krajów europejskich, z czym wiąże się trudność wprowadzenia na rynek produktów spożywczych z dodatkiem owadów. Stosowanie owadów na szeroką skalę w przemyśle spożywczym może być utrudnione z uwagi na bezpieczeństwo ich spożycia, dlatego ważne jest prowadzenie dalszych badań w zakresie owadów jadalnych. Owady jadalne mogą być wykorzystane w celu rozwiązania problemu dotyczącego niedożywienia, oraz ochrony środowiska.

**Tabela 1. Gotowość podjęcia konsumpcji owadów wśród trójmiejskich konsumentów (%)**

**Table 1. Readiness to take insect consumption among Tri-City consumers (%)**

	Pytania	Tak	Raczej tak	Ani tak ani nie	Nie	K	M	<20 lat	21-40 lat	>41 lat
1.	Gdyby do tradycyjnych produktów dodawano owady jadalne w celu zwiększenia zawartości białka, składników mineralnych, witamin jadłaby/jadłby Pani/Pan?	13,96	22,34	19,67	25,13	p=0,02239 IS		p=0,00211 IS		
2.	Jeśli byłaby możliwość sporządzania potraw z owadów jadalnych pod okiem kucharza wzięłaby/wziąłby Pani/Pan udział?	23,98	20,30	11,68	19,29	p=0,00894 IS		p=0,00000 IS		
3.	Gdyby zastosowano inną formę podawania owadów np. sproszkowaną jako dodatek (postać niewidoczna dla oka) zaakceptowałaby/zaakceptowałby Pani/Pan?	21,07	15,61	18,65	18,91	p=0,89330 NS		p=0,00115 IS		
4.	Gdyby miałaby/miałby Pani/Pan większą wiedzę na temat owadów jadalnych i ich spożycia zachęciłoby to do spożywania?	21,83	16,75	20,81	16,50	p=0,04330 IS		p=0,00004 IS		

Źródło: [Bartkiewicz, 2018]

Source: [Bartkiewicz, 2018]

W chwili obecnej warto jest podjąć działania globalizacyjne związane z szerzeniem wiedzy na temat alternatywnych źródeł żywności, w tym również owadów, w celu akceptacji, a także zwiększania świadomości potencjalnych konsumentów odnośnie korzyści wynikających z ich spożycia.

## LITERATURA

- [1] **BANJO A.D., O.A. LAWAL, A.I. ADEYEMI. 2006.** „The microbial fauna associated with the larvae of *Oryctes monocerus*”. *Journal of Applied Sciences Research* 2: 837–843.
- [2] **BARTKOWICZ J. 2018.** „Owady jadalne w aspekcie żywieniowym, ekonomicznym i środowiskowym”. *Handel Wewnętrzny* 2 (373): 77–89.
- [3] **BOCZEK J., S. PRUSZYŃSKI. 2013.** „Owady w żywieniu człowieka i zwierząt domowych”. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 3: 98–107.
- [4] **BUZYŃSKA A., I. SZADKOWSKA-STANČZYK. 2010.** „Problemy higieny pracy i zagrożenia zdrowotne towarzyszące intensywnej produkcji trzody chlewnej”. *Medycyna Pracy* 61(3): 323–331.
- [5] **BUESCHKE M., B. KULCZYŃSKI, A. GRAMZAMICHAŁOWSKA, T. KUBIAK. 2017.** „Alternatywne źródła białka w żywieniu człowieka”. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego. Tom 17. zeszyt 3*: 49–59.
- [6] **BUKKENS S.G.F. 2005.** „Insects in the human diet: nutritional aspects”. W: PAOLETTI M. G. (red.), *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*, Wyd. Science Publishers Inc., Enfield: 545–577.
- [7] **DUDA A., J. ADAMCZAK, P. CHEŁMIŃSKA, J. JUSZKIEWICZ, P. KOWALCZEWSKI. 2019.** „Quality and Nutritional/Textural Properties of Durum Wheat Pasta Enriched with Cricket Powder”. *Foods* 8(2): 46.
- [8] **EKPO K.E., A. O. ONIGBINDE. 2005.** „Nutritional potentials of the larva of *rhyngophorus phoenicis* (F)”. *Pakistan Journal of Nutrition* 4(5): 287–290.
- [9] **FAO, 2008.** *The State of Food Insecurity in the World 2008. High food prices and food security-threats and opportunities.*: 1–56.
- [10] **FAO. 2013.** „Edible insects. Future prospects for food and feed security”. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*:171.
- [11] **FAO, IFAD, WFP, 2015.** *The State of Food Insecurity in the World 2015. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress.* Rome, FAO.: 1–62.
- [12] **FINKE M.D. 2007.** „Estimate of chitin in raw whole insects”. *Zoo Biology* 26(2): 105–115.
- [13] **HOUSE J. 2016.** „Consumer acceptance of insect-based foods in the Netherlands”. *Academic and commercial implications. Appetite.* 107: 47–58.
- [14] **MONTOWSKA M., P. Ł. KOWALCZEWSKI, I. RYBICKA, E. FORNAL. 2019.** „Nutritional value, protein and peptide composition of edible cricket powders”. *Food Chemistry* 289: 130–138.
- [15] **NISHIMUNE T., Y. WATANABE, H. OKAZAKI, H. AKAI. 2000.** „Thiamin is decomposed due to anaphy spp. entomophagy in seasonal ataxia patients in Nigeria”. *Journal of Nutrition* 130(6): 1625–1628.
- [16] **NONAKA K. 2009.** „Feasting on insects”. *Entomological Research* 39: 340–312.
- [17] **PETERS M. 2016.** „The world of insect production”. *NGDN New Generation Nutrition.* <http://ngn.co.nl> [dostęp: 29.04.2019].
- [18] **PIASECKA-KWIATKOWSKA D., B. STASIŃSKA. 2016.** „Białka niekonwencjonalne i białka modyfikowane”. W: J. Gawęcki (red.), *Białka w żywności i żywieniu.* Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu: 67–70.
- [19] **PAUTER P., M. RÓŻAŃSKA, P. WIZA, S. DWORCZAK, N. GROBELNA, P. SARBAK, P. Ł. KOWALCZEWSKI. 2018.** „Effects of the replacement of wheat flour with cricket powder on the characteristics of muffins”. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 17(3): 227–233.
- [20] **RESH V.H., R. T. CARDÉ. (red.). 2009.** *Encyclopedia of Insects.* (2 wyd.). Academic Press: 36.
- [21] **RUMPOLD B.A., O.K. SCHLÜTER. 2013.** „Nutritional composition and safety aspects of edible insects”. *Molecular Nutrition & Food Research* 57: 802–823.
- [22] **SHOCKLEY M., A.T. DOSSEY. 2013.** „Insects for Human Consumption”. W: MORALES-RAMOS J., ROJAS M.G., SCHAPIRO-ILAN D. (red.), *Mass Production of Beneficial Organisms.* Academic Press: 617–652.
- [23] **TAN H.S.G., A.R.H. FISCHER, P. TINCHAN, M. STIEGER, L.P.A STEENBEKKERS, H.C.M. VAN TRIJP. 2015.** „Insects as food: Exploring cultural exposure and individual experience as determinants of acceptance”. *Food Quality and Preference* 42: 78–89.
- [24] **VAN HUIS A., J. VAN ITTERBEECK, H. KLUNDER, E. MERTENS, A. HALLORAN, G. MUIR, P. VANTOMME. 2013.** „Edible insects Future prospects for food and feed security”, *FAO, Rome*: 1.
- [25] **YI L., C.M.M. LAKEMOND, L.M.C. SAGIS, V. EISNER-SCHADLER, A. VAN HUIS, M.A.J.S. VAN BOEKEL. 2013.** „Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species”. *Food Chemistry* 141(4): 3341–3348.
- [26] **ZIELIŃSKA E., B. BARANIAK, M. KARAS, K. RYBCZYŃSKA, A. JAKUBCZYK. 2015A.** „Selected species of edible insects as a source of nutrient composition”. *Food Research International* 77: 460–466.
- [27] **ZIELIŃSKA E., M. KARAS, A. JAKUBCZYK. 2015B.** „Owady w diecie człowieka – niekonwencjonalne źródło pełnowartościowego białka”. W: KARWOWSKA M., GUSTAW W. (RED.), *Trendy w żywieniu człowieka.* Kraków: Wydawnictwo Naukowe PTTZ: 367–374.