

Referat wygłoszony w dniu 7 czerwca 2024 r. na posiedzeniu Komisji Ochrony Zdrowia Społecznego Oddziału PAN w Krakowie

dr hab. Maria J. CHMIEL

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Wydział Rolniczo-Ekonomiczny

Instytut: Katedra Mikrobiologii i Monitoringu

e-mail: maria.chmiel@ur.kr.edu.pl

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0075-6337>

„Alternatywne źródła białka”

Alternatywne źródła białka definiowane są jako te, które nie były dotychczas przeznaczone do żywienia ludzi i zwierząt lub stosowane były w ograniczonym zakresie i tylko wśród niektórych populacji. Najczęściej wymienianymi alternatywnymi źródłami białek są: organizmy jednokomórkowe (drożdże) oraz wodne (kryl, algi) a także owady!!!

Dwa ważne aspekty określają jakość białka:

1. Profil aminokwasowy (porównanie z białkiem wzorcowym),

2. Strawność białka:

- białka roślinne często występują w ścianach komórkowych, które są odporne na trawienie, co zmniejsza ich strawność,
- niektóre rośliny strączkowe zawierają tzw. substancje antyżywieniowe, które zmniejszają aktywność trypsyny, co zmniejsza strawność białka.

Białko pokarmowe jest jednym z najważniejszych składników odżywczych w żywieniu człowieka, a jego głównym źródłem są produkty pochodzenia zwierzęcego. Wraz ze stale zwiększającą się liczbą ludności na świecie, zwiększeniu ulega także zapotrzebowanie na składniki odżywcze, w tym pełnowartościowe białko. Szacuje się, że w 2025-2045 roku liczba ludności na świecie wyniesie blisko 8 – 9 miliardów. Według przewidywań FAO, by zaspokoić potrzeby żywieniowe populacji ludzkiej, produkcja żywności do 2030 roku powinna wzrosnąć dwukrotnie (FAO i in., 2015; FAO, 2017). Istotnym problemem utrudniającym zwiększenie produkcji żywności jest wciąż zmniejszająca się powierzchnia gruntów rolnych oraz problem stale zmniejszających się światowych zasobów wodnych, co znacząco przyczynia się do zwiększenia kosztów oraz utrudnienia hodowli zwierząt. Z raportu FAO z 2017 roku wynika, że na świecie około 800 milionów ludzi jest niedożywionych, co oznacza, że ponad jedna na 9 osób żyjących na świecie cierpi z powodu głodu. Największy odsetek osób przewlekłe niedożywionych notuje się w krajach rozwijających się, w których jednocześnie przyrost naturalny jest największy (FAO i in., 2015).

BIŁKA ORGANIZMÓW JEDNOKOMÓRKOWYCH

Białka organizmów jednokomórkowych (Single Cell Protein – SCP) pozyskiwane są z wysuszonych komórek mikroorganizmów, takich jak bakterie (*Cellulomonas*, *Alcaligenes*), drożdże (*Candida*, *Saccharomyces*), algi (*Chlorella*, *Spirulina*, *Scenedesmus*) i pleśnie (*Trichoderma*, *Fusarium*, *Rhizopus*). Proces otrzymywania SPC stwarza wiele możliwości w technologii produkcji żywności, między innymi różnorodność metod, surowców i wykorzystywanych mikroorganizmów, wysoką sprawność konwersji substratu i wydajność związaną z szybkim wzrostem mikroorganizmów oraz brak zależności od czynników sezonowych i klimatycznych. Z żywieniowego punktu widzenia, mikroorganizmy mogą stanowić cenne źródło białka o wysokiej wartości biologicznej. 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%). Składnikiem biomasy jednokomórkowców są także kwasy nukleinowe (2-18% suchej substancji), co stanowi potencjalne niebezpieczeństwo dla organizmu człowieka, ponieważ może doprowadzić do odkładania się kryształów kwasu moczowego w nerkach lub stawach, prowadząc w konsekwencji do dny moczanowej. Przeszkodami w wykorzystaniu białka pochodzenia mikrobiologicznego w żywieniu człowieka jest obecność w nich substancji antyodżywczych, takich jak kwasy nukleinowe, a także trudnych do wyeliminowania podczas procesu produkcji, pozostałości nietypowych składników biomasy oraz możliwość skażeń mikrobiologicznych. SPC na skalę przemysłową produkuje się głównie jako dodatek do pasz dla zwierząt, gdyż koszty produkcji białek mikrobiologicznych, które mogłyby być składnikiem żywności przeznaczonej dla człowieka są zbyt wysokie.

BIĄŁKA ORGANIZMÓW MORSKICH

Kryl gatunki skorupiaków żyjących w oceanach na całym świecie, stanowi istotne ogniwo łańcucha pokarmowego, jako pożywienie dla zwierząt morskich i ptaków, a w znacznie mniejszym stopniu ludzi. W naturalnym środowisku tworzy duże skupiska, ponad mln osobników/m³. Do najlepiej zbadanych gatunków kryla pod kątem spożycia przez ludzi jest Kryl Antarktyczny (*Euphausia superba*) i Kryl Pacyficzny (*Euphausia pacifica*). Kryl stanowi bogate źródło pełnowartościowego białka w ilości 60-65% w suchej masie. Białko to posiada w swoim składzie większość niezbędnych aminokwasów. Głównym problemem, który wiąże się z zastosowaniem tych surowców na skalę przemysłową w żywieniu człowieka jest stosunkowo niska trwałość preparatów białkowych oraz obecność substancji antyodżywczych, jak chityna i inne drobnocząsteczkowe substancje w wyrobach produkowanych z kryla.

Liczne analizy i badania żywieniowe wykazały, że źródło wysokiej jakości, porównywalnej do konwencjonalnych białek roślinnych stanowią także algi. Do produkcji na dużą skalę wykorzystywane są najczęściej algi takie jak: *Chlorella* sp., i *Spirulina* sp. *Spirulina* charakteryzuje się szczególnie dużą zawartością białka (60-70% w suchej masie) o wysokiej strawności (90%). Zawiera wszystkie niezbędne aminokwasy, w znacznych ilościach. *Spirulina* stanowi także bogate źródło witaminy B12 i karotenoidów. Spośród glonów o wysokiej zawartości białka, wyróżnić można także *Chlorellę* (około 60% białka w suchej masie). *Chlorella* jest także źródłem wielu witamin, w tym witaminy A, B12 oraz folianów i składników mineralnych, jak m. in. żelazo. Jednakże, w przeciwieństwie do *Spiruliny*, jej

ściana komórkowa jest sztywna i niestrawna, dlatego też komórki cholorelli, w celu zwiększenia wartości odżywczej, wymagają specjalnego przygotowania, celem usunięcia bądź zniszczenia niestrawnych ścian komórkowych. Pod względem żywieniowym algi morskie stanowią niewątpliwie doskonałą alternatywę dla konwencjonalnych białek pochodzenia roślinnego.

Jednakże, popularność białka glonów w sektorze spożywczym jest wciąż w fazie rozwoju, między innymi ze względu na wysokie koszty produkcji i techniczne trudności z opracowaniem produktów akceptowanych pod względem smaku.

OWADY W ŻYWIENIU CZŁOWIEKA

Jednym z bardzo cennych z punktu widzenia żywieniowego, niekonwencjonalnych źródeł białka są także owady, których skład aminokwasowy białek jest najbardziej zbliżony do białek zwierzęcych tradycyjnie spożywanych w diecie, a samo białko charakteryzuje się wysokim stopniem strawności (77,9-98,9%). Dyskutowanym obecnie przez FAO oraz Komisję Europejską alternatywnym źródłem pełnowartościowego białka są owady jadalne. Liczbę gatunków owadów żyjących na ziemi ocenia się na ok. 1 – 1,5 miliona, które stanowią ważny element środowiska naturalnego, głównie jako pokarm dla wielu gatunków zwierząt. Insekty i ich produkty znajdują zastosowanie w sektorze spożywczym, farmaceutycznym, chemicznym, a także tekstylnym. W przemyśle wykorzystywane są m.in. miód pszczeły, kit, воск, jedwab naturalny, kantarydyna, koszenila, szelak, galasy. W wielu rejonach świata np. w Chinach, Japonii, Tajlandii, RPA, czy Meksyku owady są także składnikiem diety. Uznaje się, że jadalnych dla człowieka jest około 2 tysięcy gatunków. Szacuje się, że owady są konsumowane przez ok. 2 mld ludzi w ok. 80 krajach (FAO, 2016). Do celów spożywczych wykorzystywane są niemalże wszystkie grupy owadów: chrząszcze, gąsienice, osy, pszczoły, mrówki, świerszcze, szarańcza, termity, pluskwy, ważki, muchy i inne, zarówno dorosłe osobniki, ale także poczwarki, larwy i jaja. W Europie do niedawna insekty nie były postrzegane jako składnik diety, a ich spożycie ogranicza się do nieświadomej konsumpcji produktów, w których są one wykorzystywane jako dodatek do żywności (np. koszenila). Kwas karminowy, koszenila, karmina (E120) – organiczny związek chemiczny, naturalny ciemnoczerwony barwnik pozyskiwany z wysuszonych, zmielonych owadów, zwanych czerwcami kaktusowymi (*Dactylopius coccus*), żyjących w Meksyku. Do owadów jadalnych należą świerszcze i szarańcze (Orthoptera), będące jednymi z najczęściej spożywanych na świecie gatunków, czerw pszczeły (jaja, larwy i poczwarki pszczoł), chrząszcze (Coleoptera), mącznik młynarek (*T. molitor*) wykorzystywany do produkcji pasz dla ryb i drobiu, oraz termity (Isoptera) powszechnie spożywane w krajach Afryki. Z punktu widzenia żywieniowego owady stanowią istotną, aczkolwiek niedocenianą alternatywę dla składników odżywczych dostarczanych z konwencjonalnych źródeł zwierzęcych. Charakteryzują się dużą wartością odżywczą, będąc źródłem energii, białka, węglowodanów, tłuszczu oraz witamin i składników mineralnych. Zawartość białka w owadach waha się w granicach 5-77 g w 100 g, w wielu gatunkach białko stanowi ponad 60% suchej masy, a największą jego zawartość odnotowano dla gatunków z rzędu Orthoptera (świerszcze, szarańcza, koniki polne). Białko owadów cechuje się strawnością porównywalną z białkiem jaja (77-98%) i jest uznawane za pełnowartościowe, na poziomie porównywalnym z białkami mleka i wołowiny. Insekty charakteryzują się niską zawartością węglowodanów (0,1-5,3% suchej masy) i stosunkowo

wysoką zawartością błonnika, występującego w przeważającej części w postaci chityny. Poza korzyściami żywieniowymi i zdrowotnymi, istnieje szereg innych zalet związanych z wykorzystaniem owadów jadalnych w sektorze spożywczym. Jedną z ważniejszych jest ochrona środowiska, dlatego też białko owadów jadalnych często nazywane jest „ekologicznym białkiem”. Hodowla owadów wiąże się z istotnymi pod względem ochrony środowiska aspektami, jak mniejsze niż przy hodowli zwierząt rzeźnych zużycie wody pitnej, paszy, którą stanowią odpady przemysłu rolno-spożywczego, spełniające wymagania względem zapewnienia bezpieczeństwa żywności i pasz, co rozwiązuje kolejny problem związany z ich utylizacją. Ponadto chów insektów wiąże się z mniejszą emisją gazów cieplarnianych (metanu, tlenu azotu, amoniaku), a odchody owadów mogą znaleźć zastosowanie w rolnictwie jako nawóz. Kolejnym pozytywnym aspektem z pewnością zwiększającym potencjał ekonomiczny hodowli owadów jest łatwość dystrybucji, wysoki współczynnik rozrodczości i krótki cykl reprodukcji. Główną przeszkodą w wykorzystywaniu owadów jako żywności w krajach europejskich są niewątpliwie bariery kulturowe, związane z nimi brak akceptacji wśród potencjalnych konsumentów, a nawet niechęć czy lęk. W przeciwieństwie do postaw ludności w kulturach uważających różne gatunki owadów za tradycyjne przysmaki, konsumenci krajów europejskich reagują wstrętem na perspektywę spożywania organizmów, które nie są powszechnie znane jako żywność, a jako szkodniki. Jednakże ich wprowadzenie do diety nie musi wiązać się ze spożyciem owadów w formie, w jakiej występują naturalnie. Istnieje wiele możliwości przetwarzania owadów do postaci bardziej akceptowalnej przez społeczeństwo krajów rozwiniętych np. mąki. Owady w postaci sproszkowanej mogą być także wykorzystane w przetwórstwie żywności jako dodatek funkcjonalny wiążący wodę czy tworzący emulsje, a rozwój metod przetwarzania owadów do celów spożywczych umożliwia odizolowanie czystego białka, czy ekstrahowanie tłuszczu. W przypadku nowych źródeł żywności, jakimi niewątpliwie są owady jadalne, szczególne znaczenie ma jej bezpieczeństwo. Z przeprowadzonych badań nad bezpieczeństwem spożycia insektów wynika, że mogą one, podobnie jak żywność konwencjonalna, stanowić potencjalne zagrożenie dla człowieka, z uwagi na obecność w nich endo- i egzogennych substancji alergizujących oraz toksycznych, antyodżywczych, jak również patogenów. Niewątpliwie, wykorzystanie alternatywnych źródeł białka, szczególnie owadów jadalnych, może realnie przyczynić się do rozwiązania istotnego i narastającego problemu niedożywienia, a także problemów środowiskowych i ekonomicznych.

Podsumowując

zaspokojenie potrzeb żywieniowych wciąż rosnącej populacji ludzkiej wymaga poszukiwania alternatywnych źródeł białka.

Literatura

1. Adedayo, M.R., Ajiboye, E.A., Akintunde, J.K., Odaibo, A.: Single Cell Proteins As Nutritional Enhancer. *Advances in Applied Science Research*, 2(5), 396–409.2011.
2. Boczek, J., Pruszyński, S.: Owady w żywieniu człowieka i zwierząt domowych. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 3, 98–107. 2013.
3. Bueschke M., Kulczyński B., Gramza-Michałowska A., Kubiak T.: Alternatywne źródła białka w żywieniu człowieka. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Problemy Rolnictwa Światowego*.17; 32: 3. 49–59, 2017.
4. FAO.:How to Feed the World in 2050. Insights from an Expert Meeting at FAO, 2050, 1, 1–35. 2009.

5. Głazowska, J., Stankiewicz, U., Tylingo, R., Bartoszek, A.: Kwasy nukleinowe w żywności – Występowanie i właściwości reologiczne. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 6(109), 5–19. 2016.
6. Krzywiński, T., Tokarczyk, G.: Owady-źródło ekologicznego białka. *Przemysł Spożywczy*, 65(12), 34–38. 2011.
7. Zielińska, E., Baraniak, B., Karaś, M., Rybczyńska, K., Jakubczyk, A.: Selected species of edible insects as a source of nutrient composition. *Food Research International*, 77, 460–466. 2015.