KOSMOS
PROBLEMY NAUK BIOLOGICZNYCH

Tom 71 2022
Numer 3 (336)
Strony 385-392

Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika

JAKUB URBAŃSKI

Food Studies
Uniwersytet SWPS
Chodakowska 19/31, 03-815 Warszawa
E-mail: jurbanski@swps.edu.pl

HODOWLA PRZEMYSŁOWA OWADÓW – NOWA GAŁĄŹ PRODUKCJI ROLNEJ, CZY PRZEJŚCIOWY TREND? OWADY W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM. RYS HISTORYCZNY, PERSPEKTYWY, KIERUNKI ROZWOJU, STATUS BRANŻY I SYTUACJA PRAWA W UE

OWADY JADALNE

Owady stanowią element regularnej diety około 2 miliardów mieszkańców naszej planety. W Azji, Afryce, Ameryce Środkowej i Południowej oraz Australii regularnie spożywane są owady reprezentujące około 2 tysięcy gatunków, jednak ze względu na lokalny charakter ich występowania, można przyjąć, że wartości te są niedoszacowane. W samym tylko Meksyku opisane są praktyki kulinarne dotyczące ponad trzystu gatunków, a w Tajlandii, Kambodży i Chinach powyżej dwustu. Blisko jedną trzecią jadalnych gatunków stanowią chrząszcze (Coleoptera) w postaci larw i imagines, co piątym gatunkiem są motyle i ćmy (Lepidoptera) na ogół spożywane jako larwy lub poczwarki, co szóstym są owady prostoskrzydłe (Orthoptera), głównie z rodzin szarańczowatych (Acrididae), pasikonikowatych (Tettigoniidae) i świerszczowatych (Gryllidae) oraz larwy pszczół (Apidae) i os (Vespidae), nieco mniej popularne są inne błonkoskrzydłe, głównie mrówki (Formicidae) i termity (Isoptera) oraz ważki (Odonata), cykady, piewiki (Cicadidae) i pluskwiaki (Hemiptera) (JONGEMA 2017).

Istotnym czynnikiem wpływającym na popularność konsumpcji owadów jest nie tylko ich relatywnie łatwa dostępność, ale również wysokie wartości odżywcze i praktycznie całkowity brak tak zwanych odpadów rzeźnych. Owady na ogół spożywa się w całości (niezależnie od poziomu przetworzenia i ewentualnej obróbki termicznej), wyjątek stanowią twarde odnóża i schitynizowane pokrywy skrzydłowe lub skrzydła chrząszczy i prostoskrzydłych. Ze względu na bardzo rozległy przegląd gatunków jadalnych trudno jest wskazać przeciętną wartość odżywczą, ale przyjmuje się, że białko większości gatunków owadów uznawanych za jadalne charakteryzuje się bardzo wysokim poziomem przyswajalności (powyżej 70–80%). Owady mogą być też źródłem mikroelementów. Przykładowo larwy jedwabników mają wysoką zawartość żelaza (WU i współaut. 2021), a larwy muchówek z rodzaju *Hermetia* charakteryzują się bardzo wysoką zawartością wapnia, dochodzącą do 2% w suchej masie (CHIA i współaut. 2020).

Do najpopularniejszych gatunków należą larwy chrząszczy z rodziny Tenebrionidae, w tym mącznika młynarka (*Tenebrio molitor* L.), larwy ryjkowców z rodzaju *Rhynchophorus* (głównie *R. ferrugineus* L.), larwy jedwabników (*Bombyx mori* L.), ćmy cesarskiej (*Gonimbrasia belina*, Westwood), szarańcze (*Locusta migratoria,* L.) i świerszcze różnych gatunków. Jednak warto podkreślić, że jedynie larwy mącznika i jedwabników pochodzą ze zorganizowanych hodowli, pozostałe owady na ogół są pozyskiwane z odłowu w środowisku naturalnym. Larwy jedwabników są produktem ubocznym hodowli na potrzeby produkcji jedwabiu, natomiast larwy mącznika i świerszcze pochodzą z ekstensywnych hodowli o niskim stopniu zmechanizowania i niewielkim poziomie automatyzacji.

W Afryce owady pozyskiwane są najczęściej sezonowo, przez odłów w okresie masowego pojawiania się danego gatunku w uznawanym

Słowa kluczowe: alternatywne białko, entomofagia, mącznik, nowa żywność, owady

za jadalne stadium rozwojowym. Zbiór owadów jest często ważnym wydarzeniem społecznym wpisującym się w kalendarz ceremonii i obrzędów plemiennych (RIGGI i współaut. 2016). Jednocześnie ich zbieranie pełni również istotną funkcję w zarządzaniu populacją owadów identyfikowanych jako szkodniki upraw.

Dla niektórych plemion łowiecko-zbierackich zamieszkujących nizinne dżungle Nowej Gwinei, ze względu na brak dużej zwierzyny łownej, owady stanowią główne źródło białka w diecie. Spożywane są liczne gatunki prostoskrzydłych, ale kluczowym źródłem białka są larwy ryjkowców *Rhynchophorus ferrugineus* żerujące w bogatym w skrobię miąższu palmy sagowej (sagownicy) *Metroxylon sagu*. Larwy tego gatunku są bardzo mocno osadzone w kosmologii plemion takich jak Kopka, Korowai (VAN ENK 1997), Kombai czy ludy z grupy Asmat (KONRAD 1996), stanowią bowiem symbol odradzania się przyrody i główny składnik rytualnych pokarmów, spożywanych w czasie obrzędów i ceremonii plemiennych. Wszystkie wymienione plemiona prowadzą zorganizowaną, półdziką hodowlę ryjkowców, pozostawiając w gajach palmowych na mokradłach nacięte w specjalny sposób pnie palm, z których pozyskiwana jest mączka sagowa, tak by ułatwić chrząszczom składanie jaj. Po upływie 8–12 tygodni pnie są rozcinane, a larwy i poczwarki chrząszczy wyjmowane. W ramach przygotowań do dużych ceremonii plemiennych związanych z zawarciem sojuszy międzyklanowych zbiera się nawet do kilku ton larw (URBAŃSKI 2016), które spożywane są na surowo lub pieczone na gorących kamieniach w cieście z mąki sagowej.

Z rejonów bliższych naszemu kręgowi kulturowemu owady już w starożytności spożywane były na Bliskim Wschodzie. Za koszerne uznawano szarańcze, koniki polne i świerszcze, wymienione w Księdze Kapłańskiej 11:22: „Następujące spośród nich możecie jeść: wszelkie gatunki szarańczy, wszelkie gatunki soleam, wszelkie gatunki chargol i wszelkie gatunki chagab." (BIBLIA TYSIĄCLECIA 2016).

W Europie sytuacja wygląda zgoła inaczej – jedzenie owadów praktycznie od zawsze objęte było tabu (SVANBERG i BERGGREN 2021). Już samo określenie entomofagia pochodzące od greckich słów (*éntomon*) oznaczającego owada i ˘ ˜ (*phagein*) – jeść, nacechowane jest negatywnie, gdyż „fagiami" określa się na ogół odchylenia od normy i aberracje żywieniowe. Owady z założenia uznawane są za stworzenia nieczyste i brudne, raczej kojarzące się z przenoszeniem chorób i szkodami wyrządzanymi w zbiorach, niż z pożywnym źródłem pokarmu. Trudno obiektywnie ocenić przyczynę tego stanu. Bez wątpienia rolę w stygmatyzacji owadów odegrało chrześcijaństwo i funkcjonujący w kulturze i ikonografii ich wizerunek jako stworzeń z natury nieczystych, żyjących pod ziemią, a więc w domenie kojarzonej z siłami diabelskim. Już we wczesnym średniowieczu, kleryk Izydor z Sewilli opisywał owady jako stworzenia rodzące się ze ścierwa, łajna lub żywiołów (BARNEY i współaut. 2006). Najbardziej racjonalnym wyjaśnieniem jest niewielka liczba gatunków występujących na tyle masowo, by wysiłek związany ze zbieraniem owadów był rekompensowany wartością odżywczą tego, co uda się zebrać. Poza nielicznymi wyjątkami masowe występowanie owadów w strefie klimatu umiarkowanego ma charakter sezonowy oraz zbyt sporadyczny i okazjonalny, by traktować je jako alternatywę dla innych pokarmów.

Mimo to, nieliczne masowe wysypy owadów były skwapliwie wykorzystywane. W późnym średniowieczu w eksporcie naszego kraju istotną rolę odgrywały pluskwiaki z rodzaju czerwców *Porphyrophora polonica* L. Z masowo pojawiających się wczesnym latem larw pluskwiaków żerujących na czerwcu trwałym *Scleranthus perennis* pozyskiwano pigment barwierski – koszenilę, wyjątkowo ceniony ze względu na piękny odcień i trwałą barwę (JAKUBSKI 1934). Koszenila (wprawdzie pochodząca z innych gatunków czerwców) wykorzystywana jest dosyć powszechnie również jako barwnik spożywczy. Jeszcze kilkadziesiąt lat temu we Francji i Niemczech sezonowym specjałem była maikäfersuppe – zupa z chrabąszczy majowych (*Melolontha melolontha* L.), podawana z zasmażką i grzankami. Do przyrządzenia porcji zupy potrzeba było zaledwie około 30 chrabąszczy, co, wobec ich masowego pojawiania się na przełomie maja i czerwca sprawiało, że danie cieszyło się dość dużą popularnością (SCHNEIDER 1844).

Jeszcze w XIX w. Tatarzy Krymscy jadali solone i wędzone pasikoniki (BODENHEIMER 1951). COWAN (1865) wzmiankuje też spożywanie szarańczy na terenach południowej Francji. Z kolei w Lombardii w czasie głodu chłopi powszechnie jadali chrząszcze *Rhizotrogus assimilis*, a mieszkańcy Wołoszczyzny i Mołdawii zjadali dorosłe osobniki chrabąszczy *Amphimallon pini* (MITSUHASHI 2017). Są to jednak wyjątki, i pomijając te dosyć osobliwe przypadki, na Starym Kontynencie owadów raczej nie postrzegano przez pryzmat diety, aż do początku drugiej dekady XXI w., kiedy coraz częściej zaczęły pojawiać się propozycje stosowania ich jako zrównoważonej ekologicznie alternatywy dla mięsa kręgowców i doskonałe źródło białka. Kamieniem milowym w zmianie postrzegania owadów w kontekście żywienia ludzi był opublikowany w 2013 r. przez FAO (Światowa Organizacja Żywności) raport (VAN HUIS i współaut. 2013). Świadomi konsumenci widzą

we wprowadzeniu owadów do diety ludzi możliwość ograniczenia negatywnego wpływu produkcji żywności na środowisko.

Nawet w krajach o dosyć konserwatywnym podejściu do kulinariów (do których bez wątpienia należy zaliczyć Polskę), na przestrzeni ostatniej dekady możemy zaobserwować bardzo pozytywne zmiany w nastawieniu do idei jedzenia owadów. Z badania konsumenckiego przeprowadzonego przez Julię Adamczyk z Uniwersytetu SWPS (ADAMCZYK 2018) wynika, że dla świadomych konsumentów (członkowie kooperatyw, uczestnicy forów poświęconych zdrowej żywności) wartości odżywcze i niski ślad środowiskowy, stanowią bardzo istotny czynnik w podjęciu decyzji o spróbowaniu owadów jadalnych lub włączeniu ich na stałe do jadłospisu. Chęć spróbowania owadów wyraziło 42,5% respondentów, z kolei aż 63% respondentów uznało ich wartości odżywcze, a 54% kwestie środowiskowe za główne czynniki stosowania takiej diety.

Obiekcje dotyczące jedzenia owadów związane są raczej z ich formą i utrwalonymi w kulturze skojarzeniami, niż z faktyczną wartością odżywczą. Biorąc pod uwagę, iż owady będą traktowane raczej jako źródło bezpostaciowego białka (i ewentualnie tłuszczu) w żywności przetworzonej, można spodziewać się, że poziom ich akceptacji przez konsumentów znacznie wzrośnie, a pozyskiwane z nich składniki zostaną potraktowane jako kolejne surowce spożywcze.

AKTUALNA SYTUACJA PRAWNA OWADÓW W UNII EUROPEJSKIEJ

W Unii Europejskiej całe owady i ich jadalne części są objęte Rozporządzeniem (UE) 2015/2283, tak zwanym „Nowym rozporządzeniem" w sprawie nowej żywności (ang. „novel food"). Obejmuje ono wszystkie produkty żywnościowe, które nie były spożywane „w znacznym stopniu w Unii Europejskiej przed dniem 15 maja 1997 r." (EUR-LEX 2015).

Rozporządzenie weszło w życie 1 stycznia 2018 r. i narzuca obowiązek uzyskania zezwolenia na wprowadzenie do obrotu produktów na rynek UE. Za analizę wniosków i wydawanie stosownych certyfikatów nowej żywności odpowiedzialny jest Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA). Uzyskanie certyfikatu jest warunkiem wprowadzenia owadów do legalnego obrotu. Wyjątkiem objęte są podmioty, które wprowadziły owady lub produkty spożywcze na bazie owadów przed wejściem w życie rozporządzenia, ale tylko pod warunkiem, że złożyły one w tak zwanym „okresie przejściowym", czyli do 1 stycznia 2019 r. wniosek o rejestrację swoich produktów przez EFSA.

Wniosek ma bardzo złożony charakter i obejmuje szczegółowy opis procesu technologicznego, zarówno samej hodowli owadów, jak i ich przetwarzania, oraz zgodności tych procesów z dobrymi praktykami higienicznymi (GHP). Niezbędne jest przedstawienie szczegółowych analiz biochemicznych dokumentujących powtarzalność procesu produkcyjnego i jakości owadów bądź produktów z owadów (w tym wartości odżywczych z uwzględnieniem profilu aminokwasowego, profilu kwasów tłuszczowych), opis postulowanego zastosowania owadów jako żywności oraz wydane przez akredytowane laboratoria certyfikaty zgodności z normami dotyczącymi czystości mikrobiologicznej produktu, zawartości metali ciężkich, pestycydów i związków organicznych. Szczegółowe wytyczne dotyczące przygotowania wniosku i tło procedury opisane są drobiazgowo w dokumencie opracowanym przez powołaną przez stowarzyszenie IPIFF (ang. International Platform for Insects as Food and Feed) grupę zadaniową ds. Novel Food (IPIFF 2021). Z perspektywy producenta oznacza to przeprowadzenie czaso- i kosztochłonnych badań. Na podstawie doświadczenia członków IPIFF w opracowaniu wniosków szacuje się, że przygotowanie kompletnej dokumentacji do EFSA wymaga w optymalnym wariancie około roku i kosztuje kilkadziesiąt tysięcy euro. Jest to zapewne jednym z głównych powodów, dla których wnioski do EFSA złożyło zaledwie kilka firm.

Sekretariat IPIFF potwierdza (informacja własna), że do końca sierpnia 2021 r. do EFSA wpłynęło 17 wniosków, głównie od francuskich, holenderskich, belgijskich i hiszpańskich producentów owadów, którzy w latach 2014–2018 wprowadzili na rynek produkty z owadami. Dotyczyły one między innymi mącznika młynarka, pleśniakowca lśniącego (*Alphitobius diaperinus* L.), świerszczy domowych (*Acheta domesticus* L.), świerszczy bananowych (*Gryllodes sigillatus* L.), świerszczy dwuplamych (*Gryllus bimaculatus*) i kubańskich (*G. assimilis*), a także szarańczy (*Schistocerca americana*, *S. gregaria* i *Locusta migratoria*). Pandemia COVID-19 dosyć istotnie wydłużyła okres rozpatrywania wniosków przez EFSA i dlatego pierwszą pozytywną opinię opublikowano dopiero 13 stycznia 2021 r. Dotyczyła ona suszonych larw mącznika młynarka i została wydana na wniosek francuskiej firmy Micronutris (Eap Group SAS) (TURCK i współprac. 2021a). Dokument wywołał falę entuzjazmu w środowisku producentów owadów i jeszcze większą falę dezinformacji w mediach, które obwieściły, że owady zostały dopuszczone na rynek spożywczy. Jest to bardzo daleko posunięte uogólnienie. Należy mocno i kategorycznie podkreślić, że opinia EFSA nie jest jedno-

znaczna z dopuszczeniem do obrotu suszonych larw mącznika młynarka jako takich, dotyczy wyłącznie produktu firmy Micronutris, wytworzonego według metody hodowli i przetwarzania opracowanej przez tę firmę lub produktów wyprodukowanych na bazie udzielonej przez nią licencji Co więcej, zgodnie z regulacjami EFSA, metoda ta jest objęta tajemnicą i pozostaje niejawna przez 5 lat od daty opublikowania opinii.

Do początku lipca 2022 r. EFSA opublikowała 6 opinii dopuszczających do obrotu: suszone i mrożone szarańcze wędrowne (TURCK i współprac. 2021b), suszone i mrożone świerszcze domowe (TURCK i współprac. 2021c), suszone i mrożone larwy mącznika młynarka (TURCK i współprac. 2021d), częściowo odtłuszczonej mączki ze świerszczy domowych (TURCK i współprac. 2021e) oraz mrożonych i liofilizowanych larw pleśniakowca lśniącego (TURCK i współprac. 2022), wydanych na rzecz producentów Proti-Farm Holding NV (obecnie Protix), Fair Insects BV (Protix)), Cricket One Co., Ltd.

Można się spodziewać, że w latach 2022–2023 wydane zostaną kolejne pozytywne opinie dotyczące zarówno innych gatunków, jak i kolejne opinie dotyczące innych produktów lub zgłaszanych przez innych producentów owadów już pozytywnie zakwalifikowanych przez EFSA. Ze względu na coraz bogatszy materiał referencyjny, rosnącą liczbę publikacji i wyników badań wydawanie kolejnych opinii powinno odbywać się w trybie przyspieszonym, a w perspektywie kilkunastu najbliższych lat legislacja obejmująca owady zostanie w istotny sposób rozluźniona. Takie są w każdym razie przewidywania ekspertów skupionych wokół IPIFF (informacja własna).

ASPEKTY ETYCZNE PRZEMYSŁOWEJ HODOWLI OWADÓW

Tak jak w przypadku innych zwierząt hodowlanych, hodowla owadów budzi szereg pytań natury etycznej (DELVENDAHL i współaut. 2022). W przypadku zwierząt kręgowych aspekty etyczne dotyczą zarówno kwestii dobrostanu zwierząt i ustalenia minimalnego poziomu parametrów zapewniających im podstawowy komfort (w zakresie zagęszczenia, przestrzeni życiowej, dostępu do paszy i jakości paszy, ograniczenia czynników stresogennych, czy wreszcie humanitarnego uboju). Pamiętać należy, że parametry te są płynne i ich zakres zmienia się w miarę postępu badań i wiedzy dotyczącej fizjologii i behawioru konkretnych gatunków, jak i aspektów związanych z wpływem masowej lub przemysłowej hodowli zwierząt danego gatunku na środowisko (koszt środowiskowy pozyskania paszy, koszty środowiskowe samej hodowli oraz utylizacji odpadów hodowlanych i rzeźnych, emisja gazów cieplarnianych oraz eutrofizacja itd.). W przypadku aspektów środowiskowych, na podstawie dostępnych danych można jednoznacznie stwierdzić, że w przeliczeniu na jednostkę przyswajalnego białka, hodowla owadów dystansuje wszelkie inne modele produkcji zwierzęcej, ze względu na bardzo niskie emisje gazów cieplarnianych, wydatne ograniczenie zużycia zasobów paszowych i wody. Hodowla owadów opiera się na wykorzystaniu jako paszy produktów ubocznych przetwórstwa rolnego i spożywczego, sklasyfikowanych jako surowce paszowe lub odpady „przedkonsumenckie" (ang. pre-consumer waste) przy bardzo niskim współczynniku FCR (ang. feed conversion rate), wahającym się w granicach 1-3 (VAN HUIS 2016, LANGE i NAKAMURA 2021). Optymalizacja procesów hodowlanych i procesu przygotowania pasz dla owadów w istotny sposób wpływa na poprawę parametru FCR. Rosnący zasób wiedzy w tym zakresie pozwala przypuszczać, że stopień konwersji paszy można obniżyć do poziomu 1–1,5, w zależności od gatunku hodowanych owadów. Na przykład, dla drobiu ten wskaźnik wynosi ok. 2, ale dla wołowiny nawet około 15 kg materiału paszowego na kilogram białka (SIEMIANOWSKA i współaut. 2013). Hodowla owadów nie wymaga też wykorzystania czystej wody innej niż zawarta w surowcach paszowych, co w istotnym stopniu wpływa na oszczędność zasobów wód powierzchniowych. Szacuje się, że w pełnym cyklu hodowli mącznika zużywane jest co najmniej 5-krotnie mniej wody niż do produkcji wołowiny (MIGLETTA i współaut. 2015), przy czym jest to w całości woda zawarta w paszy. Co bardzo istotne, hodowla owadów jest praktycznie bezodpadowa. Ich odchody (ang. „frass") wraz z kilkuprocentową frakcją nieprzejedzonej paszy oraz pozostałościami chityny z wylinek stanowią naturalny, bogaty w składniki odżywcze i mikroelementy aktywny biologicznie nawóz przywracający glebie naturalną strukturę (BESSIGAMUKAMA i współaut. 2022).

Pozostają kwestie natury czysto etycznej – i tu nadal wśród etyków, fizjologów zwierząt brak konsensusu (GJERRIS i współaut. 2016, DELVENDAHL i współaut. 2022). Niewątpliwie, ze względu na odmienną od większości zwierząt hodowlanych fizjologię, zwłaszcza w kontekście zmiennocieplności, ubój owadów przez stopniowe ograniczenie ich aktywności w wyniku działania niskiej temperatury (wykorzystanie fizjologicznego mechanizmu diapauzy), możliwy jest przy znacznym ograniczeniu bodźców stresowych. W kontekście istotnego czynnika, jakim jest przegęszczenie populacji (a w każdym razie gatunki, które hodowane są masowo, takie jak *T. molitor*, *H. illucens*), owady wydają

się być niezwykle odporne i tolerować zagęszczenie na poziomie do kilkunastu kg biomasy na 1 m^2. Zamknięty system hodowli w izolacji od czynników zewnętrznych, w tym potencjalnych bodźców stresowych, wydaje się stanowić istotną przewagę owadów w zestawieniu z innymi zwierzętami hodowlanymi. Powyższe aspekty znajdują odzwierciedlenie w standardach branżowych ujętych przez Unię Europejską w dokumencie dotyczącym dobrych praktyk sanitarnych (GHP), opracowanym przez zrzeszenie IPIFF i oficjalnie przyjętym przez Komisję Europejską (IPIFF 2019). Dokument ten jest systematycznie aktualizowany w oparciu o publikowane wyniki badań naukowych, z uwzględnieniem nowych danych dotyczących dobrostanu owadów.

PRZEMYSŁ 4.0 – CZYLI JAK WYGLĄDA NOWOCZESNA HODOWLA OWADÓW

Idea przemysłowej hodowli owadów nadal wydaje się być całkowicie abstrakcyjna. O ile w ostatnich latach pojawia się coraz więcej publikacji dotyczących pozytywnego nastawienia konsumentów do owadów spożywczych, o tyle jak dotąd nie przeprowadzono badania dotyczącego postrzegania idei hodowli przemysłowej owadów i jej aspektów etycznych, estetycznych i bezpieczeństwa biologicznego. Nawet pobieżna analiza komentarzy pod publikowanymi w prasie codziennej artykułami świadczy, że są to sprawy budzące wiele kontrowersji. Wydaje się, iż przybliżenie realiów przemysłowej hodowli owadów może w znacznym stopniu przyczynić się do zwiększenia akceptacji społecznej nie tylko owadów jako takich, ale również owadów jako źródła białka.

Hodowla przemysłowa owadów odbywa się w ściśle kontrolowanych i na ogół całkowicie odizolowanych od środowiska zewnętrznego zakładach (Tomberlin 2017). Nowoczesne fermy owadzie, to potężne zakłady przemysłowe wpisujące się w kryteria przemysłu 4.0. Wiodący europejscy producenci białka owadziego, firmy takie jak holenderski Protix (protix.eu), francuski Ynsect (www.ynsect.fr) czy polski producent HiProMine S.A. (hipromine.com), niechętnie dzielą się szczegółami dotyczącymi stosowanych technologii, ale z udostępnianych przez nie na oficjalnych stronach internetowych informacji wynika, że standardem w branży są liczące wiele tysięcy metrów powierzchni, w pełni zautomatyzowane i zrobotyzowane zakłady, w których hodowla odbywa się w systemie 3D. Wydajność największych pojedynczych zakładów produkcyjnych sięga kilkudziesięciu tysięcy ton biomasy owadów rocznie. Według informacji prasowych, powstający obecnie zakład polskiej spółki HiProMine S.A., która w lipcu 2022 r. zadebiutowała jako pierwszy europejski podmiot w branży na rynku kapitałowym, ma docelową wydajność na poziomie 20 tysięcy ton. Skalowanie produkcji odbywa się przez multiplikację jednostek odchowu, w większości przypadków sztaplowalnych, czyli samonośnych i układanych piętrowo pojemników umieszczonych na paletach w systemie wysokiego składowania, nawet do kilkudziesięciu poziomów i wysokości kilkunastu metrów. Giganci branży, firmy takie jak Ynsect czy też Protix, postawiły na adaptację istniejących rozwiązań i systemów gospodarki magazynowej. Zaletą takiego podejścia jest możliwość szybkiego skalowania produkcji w oparciu o ogólnie dostępne zasoby, czyli wystandaryzowane, paletowalne skrzynki magazynowe, zrobotyzowane systemy sanityzacji, transportu i składowania stosowane w gospodarce magazynowej. Potencjalną wadą tego podejścia jest odgórne przyjęcie założenia, że proces tuczu larw owadów będzie dostosowany do warunków zastanych i, jak pokazuje praktyka, suboptymalnych, co potencjalnie obniża wydajność hodowli. Dodatkowo, każdy pojemnik hodowlany jest w trakcie cyklu wielokrotnie przenoszony i transportowany w obrębie hali produkcyjnej do rampy z systemem podawania paszy. Kilka firm, w tym polska spółka HiProMine S.A., przyjęło odmienne podejście i skupiło się na opracowaniu praktycznie od zera systemów produkcyjnych inspirowanych innymi, wysoko zautomatyzowanymi branżami produkcji rolnej. W efekcie opatentowane zostały systemy również wielopoziomowych, ale półotwartych regałów z pojedynczymi jednostkami produkcyjnymi, mierzącymi kilkadziesiąt do nawet kilkuset metrów kwadratowych, umożliwiającymi karmienie przez zautomatyzowane roboty paszowe, bez konieczności przenoszenia pojemników z owadami. Systemy te umożliwiają zwiększenie wydajności produkcji, przy jednoczesnej poprawie wymiany ciepła, wentylacji oraz monitoringu procesu hodowlanego. Jednostki hodowlane nie muszą być przenoszone w trakcie cyklu, gdyż system robotyczny, w oparciu o algorytmy sztucznej inteligencji, precyzyjnie podaje optymalne dawki paszy.

Od 2018 r. można zaobserwować w branży systematycznie rosnącą specjalizację podmiotów, co jest świadectwem jej dojrzewania jako nowej gałęzi produkcji rolnej. Wśród liczących się graczy branżowych pojawiają się firmy specjalizujące się w dostarczaniu w pełni zintegrowanej technologii do hodowli, tuczu i przetwarzania owadów, np. Bühler Insect Technology (Szwajcaria), Better Insect Solutions (Dania) czy firmy specjalizujące się w selekcji i produkcji materiału genetycznego takie jakie jak Hexafly (Irlandia).

PODSUMOWANIE

Przemysłowa hodowla owadów w ostatnich latach stała się jedną z najbardziej dynamicznie rozwijających się gałęzi produkcji rolnej. Jednocześnie jej założenia teoretyczne i wynikająca z wdrażania technologii praktyka pokazują, że ta branża wpisuje się ściśle w priorytety dotyczące zrównoważonego rozwoju, gospodarki w obiegu zamkniętym i ograniczenia wykorzystania zasobów naturalnych. W praktyce hodowla owadów rozwiązuje trzy bardzo istotne problemy towarzyszące przemysłowi rolno-spożywczemu, wynikające ze specyfiki jego funkcjonowania: (i) zagospodarowania i waloryzacji odpadów i produktów ubocznych, (ii) pogłębiającego się deficytu łatwo przyswajalnego białka oraz (iii) wyjaławiania i degradacji gleb, wynikające z intensyfikacji zabiegów agrotechnicznych i stosowania nawozów syntetycznych oraz środków ochrony roślin. W tym kontekście nie dziwi dynamiczny rozwój branży.

Biorąc pod uwagę tempo rozwoju branży i lawinowo rosnącą liczbę przedsiębiorstw zaangażowanych w łańcuch hodowli, przetwórstwa i dystrybucji owadów jadalnych, można spodziewać się, że w perspektywie najbliższej dekady w istotny sposób wzrośnie podaż produktów z owadów jadalnych oraz surowców spożywczych wytwarzanych na bazie białka i tłuszczu owadziego. Ze względu na specyfikę produkcji można oczekiwać, że ceny tych surowców będą konkurencyjne w stosunku do konwencjonalnych źródeł białka i tłuszczu, co przy gwałtownie rosnących kosztach produkcji żywności może stać się kluczowym argumentem za wprowadzeniem surowców odowadzich do masowej produkcji żywności. Z cytowanego już badania przeprowadzonego przez ADAMCZYK (2018) wynika, że wśród świadomych konsumentów, w świetle argumentów natury ekologicznej, zdrowotnej i etycznej, obiekcje dotyczące wprowadzenia owadów do diety są niewielkie.

Restrykcyjne przepisy dotyczące dobrych praktyk higienicznych, narzucone sobie przez przedstawicieli branży, są niewątpliwie kolejnym, mocnym argumentem uwiarygadniającym owady jako bezpieczne i wartościowe źródło pożywienia.

Biorąc pod uwagę uwarunkowania socjoekonomiczne można się spodziewać, że w perspektywie najbliższej dekady owady staną się jednym ze standardowych i powszechnie dostępnych źródeł białka dla przemysłu spożywczego, akceptowanym ze względu na niski ślad środowiskowy i walory odżywcze.

Streszczenie

We współczesnym świecie jedzenie owadów jest zjawiskiem znacznie bardziej powszechnym, niż bylibyśmy skłonni przypuszczać w perspektywy europejskiej. Owady są elementem diety co czwartego mieszkańca naszej planety. Ze względu na globalny deficyt białka, w ostatniej dekadzie owady są coraz częściej rozpatrywane jako alternatywne jego źródło. Istotnym czynnikiem jest nie tylko relatywnie wysoka wartość odżywcza jadalnych gatunków owadów, lecz również wyjątkowa wydajność procesu hodowli. Produkcja przemysłowa owadów, jako niskoemisyjna i wysokowydajna opiera się o waloryzację niskowartościowych produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego i odpadów żywności, a więc wpisuje się w założenia gospodarki w obiegu zamkniętym oraz priorytety środowiskowe i klimatyczne UE. W niniejszej pracy omówiono rys historyczny i obecny status owadów w przemyśle spożywczym oraz perspektywy rozwoju branży.

LITERATURA

ADAMCZYK J., 2018 *Owady jedzeniem przyszłości*. Praca dyplomowa. Food Studies. SWPS, Warszawa.

BARNEY S., LEWIS W., BEACH J., BARGHOF O., 2006. *Animals (De animalibus)*. [W:] *The etymologies of isidore of Seville*. BARNEY S., LEWIS W., BEACH J., BARGHOF O. (red.). Cambridge University Press, 247-270.

BESSIGAMUKAMA D., SUBRAMANIAN S., TANGA C. M., 2022. *Nutrient quality and maturity status of frass fertilizer from nine edible insects*. Sci. Rep. 12, doi:10.1038/s41598-022-11336-z.

BIBLIA TYSIĄCLECIA, 2016. Pallotinum. Poznań.

BODENHEIMER F. S. 1951. *Insects as human food. A chapter of the ecology of man*. Springer, Dordrecht.

CHIA S. Y., TANGA C. M., OSUGA I. M., CHESETO X., EKESI S., DICKE M.,VAN LOON J. J., 2020. *Nutritional composition of black soldier fly larvae feeding on agro-industrial by-products*. Entomol. Exp. Appl. 168, 472-481.

COWAN F., 1865. *Curious facts about insects including spiders and scorpions*. J. B. Lippincott. Philadelphia.

DELVENDAHL N., RUMPOLD B. A., LANGEN N., 2022. *Edible insects as food-insect welfare and ethical aspects from a consumer perspective*. Insects 13, oi.org/10.3390/insects13020121.

EUR-LEX, 2015. *Regulation (EU) 2015/2283 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2015 on novel foods, amending Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council and repealing Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council and Commission Regulation (EC) No 1852/2001*, http://data.europa.eu/eli/reg/2015/2283/oj.

GJERRIS M., GAMBORG C., ROCKLINSBERG H., 2016. *Ethical aspects of insect production for food and feed*. J. Insects Food Feed. 2, 101-110.

IPIFF, 2019. *Guide on good hygiene practices*. IPIFF. Bruksela, https://ipiff.org/publications-position-papers/

IPIFF, 2021. *Regulation (EU) 2015/2283 on novel foods. Briefing paper on the provisions relevant to the commercialisation of insect-based products intended for human consumption in the EU.* IPIFF. Bruksela, https://ipiff.org/publications-position-papers/

JAKUBSKI A.W., 1934. *Czerwiec polski (Porphyrophora polonica L.): studjum historyczne ze szczególnym uwzględnieniem roli czerwca w historji kultury. T. 1.* Wydawnictwo Kasy im. Mianowskiego, Warszawa.

JONGEMA Y., 2017. *List of the edible insects of the world.* Wageningen University and Research, Wageningen, https://www.wur.nl/en/Research-Results/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm

KONRAD U., 1996. *Asmat: myth and ritual the inspiration of art.* Erizzo Editrice, Wenecja.

LANGE K. W., NAKAMURA Y., 2021. *Edible insects as future food: chances and challenges.* J. Future Food 1, 38-46.

MIGLETTA P. P., DE LEO F., RUBERTI M., MASSARI S., 2015. *Mealworms for food: a water footprint perspective.* Water 7, 6190-6203.

MITSUHASHI J. 2017. *Edible insects of the world.* CSC Press. Danvers.

RIGGI L., VERONESI M., GEORGEN G., MACFARLANE C., VERSPOOR R., 2016. *Observations of entomophagy across Benin – practices and potentials.* Food Secur. 8, 151-152

SCHNEIDER J. J., 1844. *Maikäfersuppen, ein vortrefflichen und kräftiges Nahrungsmittel.* Magazin für die Staatsarzneikunde 3, 403-405.

SIEMIANOWSKA E., KOSEWSKA A., ALJEWICZ M., SKIBNIEWSKA K., POLAK-JUSZCZAK L., JAROCKI A., JEDRAS M., 2013. *Larvae of mealworm (Tenebrio molitor L.) as European novel food.* Agricult. Sci. 4. 287-291.

SVANBERG I., BERGGREN Ĺ., 2021. *Insects as past and future food in entomophobic Europe.* Food Culture Soc. 24, 624-638.

TOMBERLIN J. K., 2017. *Industrial production systems.* [W:] *Insect as foof and feed. From production to consumption.* VAN HUIS A., TOMBERLIN J. K. (red.). Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 226-290.

TURCK D., CASTENMILLER J., DE HENAUW S., HIRSCH-ERNST K. I., KEARNEY J., KNUTSEN H. K., MACIUK A., MANGELSDORF I., MCARDLE H. J., NASKA A. i współaut., 2021a. *Safety of dried yellow mealworm (Tenebrio molitor larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283.* EFSA J. 19, doi:10.2903/j.efsa.2021.6343.

TURCK D., CASTENMILLER J., DE HENAUW S., HIRSCH-ERNST K. I., KEARNEY J., MACIUK A., MANGELSDORF I., MCARDLE H. J., NASKA A., PELAEZ C., PENTIEVA K. i współaut., 2021b. *Safety of frozen and dried formulations from migratory locust (Locusta migratoria) as a Novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283.* EFSA J. 19, doi:10.2903/j.efsa.2021.6667.

TURCK D., BOHN T., CASTENMILLER J., DE HENAUW S., HIRSCH-ERNST K.I.,, MACIUK A., MANGELSDORF I., MCARDLE H.J., NASKA A., PELAEZ C., PENTIEVA K. i współaut., 2021c. *Safety of frozen and dried formulations from whole house crickets (Acheta domesticus) as a Novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283.* EFSA J. 19, doi:10.2903/j.efsa.2021.6779.

TURCK D., BOHN T., CASTENMILLER J., DE HENAUW S., HIRSCH-ERNST K.I.,, MACIUK A., MANGELSDORF I., MCARDLE H.J., NASKA A., PELAEZ C., PENTIEVA K. i współaut., 2021d. *Safety of frozen and dried formulations from whole yellow mealworm (Tenebrio molitor larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283.* EFSA J. 19, doi:10.2903/j.efsa.2021.6778.

TURCK D., BOHN T., CASTENMILLER J., DE HENAUW S., HIRSCH-ERNST K. I., MACIUK A., MANGELSDORF I., MCARDLE H. J., NASKA A., PELAEZ C., PENTIEVA K. i współaut., 2021e. *Safety of frozen and dried formulations from whole house crickets (Acheta domesticus) as a Novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283.* EFSA J. 19, doi:10.2903/j.efsa.2021.6779.

TURCK D., BOHN T., CASTENMILLER J., DE HENAUW S., HIRSCH-ERNST K.I., MACIUK A., MANGELSDORF I., MCARDLE H.J., NASKA A., PELAEZ C., PENTIEVA K. i współaut., 2022. *Safety of frozen and freeze-dried formulations of the lesser mealworm (Alphitobius diaperinus larva) as a Novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283.* EFSA J. 20, doi:10.2903/j.efsa.2022.7325.

URBAŃSKI J. 2016. *Wyprawa do plemienia kanibali.* Focus Fit i Forma. 1, 46-52.

WU X., HE K., VELICOVIC T. C., LIU Z., 2021. *Nutritional, functional, and allergenic properties of silkworm pupae.* Food Sci. Nutr. 9, 4655-4665.

VAN ENK G. J., 1997. *The Korowai of Irian Jaya: their language in its cultural context.* Oxford University Press. Oxford.

VAN HUIS A., 2016. *Edible insects are the future?* Proc. Nutrit. Soc. 75, 294-305.

VAN HUIS A., ITTERBECK J., KLUNDER H., MERTENS E., HALLORAN A., MUIR G., VANTOMME P., 2013. *Edible insects future prospects for food and feed security.* FAO and Wageningen. Rzym, https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf.

KOSMOS Vol. 71, 3, 385-392, 2022

JAKUB URBAŃSKI

Food Studies, University of Social Sciences and Humanities, 19/31 Chodakowska Str., 03-815 Warszawa,
E-mail: jurbanski@swps.edu.pl

INDUSTRIAL INSECT FARMING – A NEW BRANCH OF AGRICULTURE OR A TEMPORARY TREND? INSECTS IN THE FOOD INDUSTRY. HISTORICAL OUTLINE, PERSPECTIVES, DIRECTIONS, STATUS AND LEGAL STATUS IN THE EU

Summary

In the modern world, entomophagy is a much more common phenomenon than we might suppose from a European perspective. Insects are part of the diet of every fourth inhabitant of our planet. Due to the global protein deficit, over the past decade, insects have increasingly been considered as an alternative protein source. An important factor is not only the relatively high nutritional value of the edible insect species, but also the exceptional efficiency of the farming process. Industrial production of insects, as low-emission and high-efficiency, is based on the valorization of low-value by-products of the agri-food industry and food waste, and thus fits in with the assumptions of the circular economy as well as environmental and climate priorities of the EU. This paper presents the historical outline and the current status of insects in the food industry as well as the prospects for the development of the industry.

Key words: alternative protein, entomophagy, insects, mealworms, novel food