



Szkoła Główna
Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie

Białko przyszłości - przyjazne planecie, owady

Od globalnego kryzysu do molekularnych
rozwiązań w technologii żywności

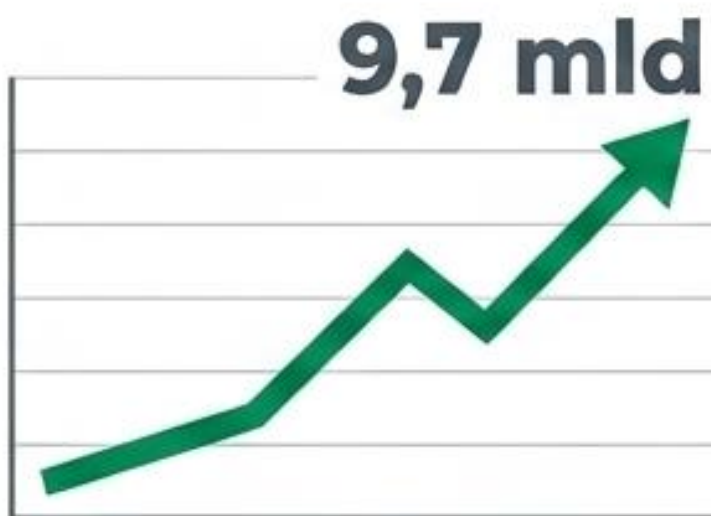
dr inż. Beata Drużyńska
Instytut Nauk o Żywności
Katedra Technologii i Oceny Żywności
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie



The Green Blueprint (Zielony Projekt)

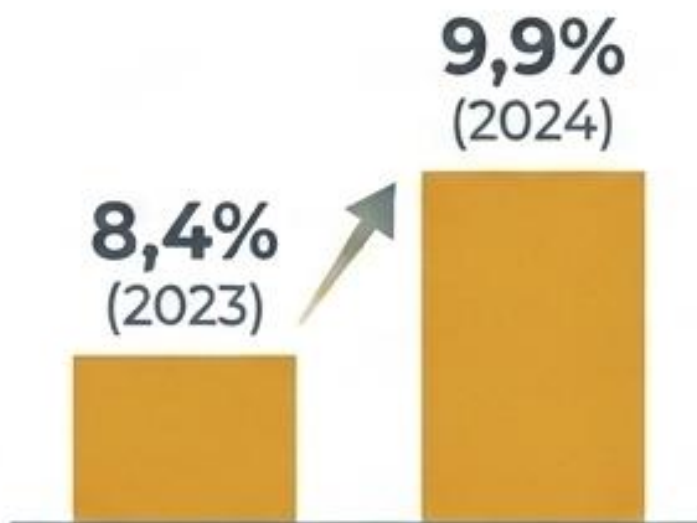


Eksploracja Demograficzna



Wzrost zapotrzebowania na białko o 20%. Równoczesny spadek ilości gruntów rolnych i zasobów wody słodkiej.

Rosnący Problem Głodu



Obecnie 720-810 mln ludzi dotkniętych jest głodem. Nasilenie zjawiska w krajach rozwijających się.

Limity Tradycyjnego Rolnictwa



Tradycyjna produkcja zwierzęca generuje ogromne koszty i presję na środowisko. Intensyfikacja produkcji w przyszłości może okazać się niemożliwa.

Alternatywy dla tradycyjnego mięsa

	Mikroalgi (Spirulina / Chlorella)	Mięso in vitro	Owady Jadalne
Białko i wartość odżywcza	Bardzo wysoka (60-70%). Bogate w B12 i żelazo, status superfood. Ograniczenie: twarda ściana komórkowa. 	Pełnowartościowe. Możliwość modyfikacji profilu lipidowego (np. omega-3). 	Bardzo wysoka (5-77% s.m.). Pełny profil aminokwasowy, wysoka strawność, witaminy i minerały. 
Ślad środowiskowy	Bardzo niski. Łatwość hodowli. 	Redukcja metanu i powierzchni upraw, ale wysokie zapotrzebowanie na energię. 	Bardzo niski. Gospodarka obiegu zamkniętego (wykorzystanie biomasy). 
Gotowość i koszty	Wysokie koszty czystego białka; głównie suplementy. 	Skala masowa wciąż niemożliwa. Bardzo wysokie koszty (pierwszy burger: 250 tys. euro). 	Gotowe do wdrożenia. Najlepszy balans kosztów, skali i wartości odżywczej. 

Najważniejsze gatunki owadów



Mącznik młynarek
(*Tenebrio molitor*)

Pierwszy owad autoryzowany w UE jako nowa żywność (Novel Food). Różnice w profilu lipidowym między larwą a postacią dorosłą.



Świerszcz domowy
(*Acheta domestica*)

Wyjątkowo wysoka zawartość białka (ponad 60% s.m.). Szeroko badany pod kątem właściwości technologicznych i funkcjonalnych.



Czarna mucha żołnierska
(*Hermetia illucens*)

Mistrz bio-konwersji. Zdolność do efektywnego przetwarzania odpadów organicznych w wysokiej jakości biomase.

Na świecie spożywa się ok. 2000 gatunków owadów w ponad 80 krajach, jednak to te gatunki mają największy potencjał w zachodnim przemyśle spożywczym.

Porównanie systemów

Tradycyjna Hodowla 

Emisja Gazów Cieplarnianych (GHG)



2850 g/kg

Emisja CO₂ eq na 1 kg białka

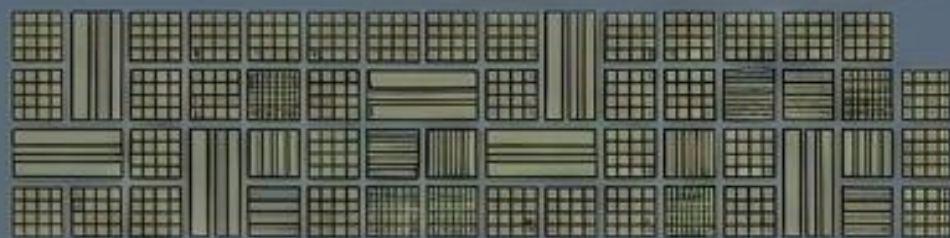
Zużycie Paszy (Feed Conversion Ratio)

Ile paszy potrzeba na 1 kg masy ciała?



Krowa: 10 kg | Świnia: 5 kg | Kurczak: 2.5 kg

Przestrzeń i Woda



Znaczne zużycie powierzchni i zasobów wodnych.

Owady wymagają ułamka powierzchni i wody w porównaniu do bydła, oraz mogą być hodowane na produktach ubocznych przemysłu rolno-spożywczego.

Hodowla Owadów 

Emisja Gazów Cieplarnianych (GHG)



2 g/kg

Emisja CO₂ eq na 1 kg białka

Zużycie Paszy (Feed Conversion Ratio)



Świerszcz: 1.7 - 2.2 kg

Przestrzeń i Woda



Minimalne zapotrzebowanie

Białko (Wysoka jakość)



5% - 77% w suchej masie.
Pełny profil niezbędnych
aminokwasów.
Wyjątkowo bogate w walinę,
tyrozynę i treoninę.
Strawność porównywalna z
białkiem jaja kurzego.

Kwasy Tłuszczowe (Lipidy)



Ok. 50% w suchej masie.
Przewaga kwasów
nienasyconych (PUFA i
MUFA).
Wysoka zawartość kwasu
oleinowego i linolowego,
przewyższająca drób i ryby.

Profil Odżywczy Owadów (Superfood)

Witaminy i składniki mineralne

Doskonałe źródło
biodostępnego żelaza i cynku.
Bogactwo witamin z grupy B
(tiamina, ryboflawina, kwas
foliowy, B12).



Błonnik (Chityna)

2-4% zawartości.
Egzoszkielec owadów
to naturalne źródło chityny,
działającej jak błonnik,
poprawiającej perystaltykę.



Od hodowli do półproduktu: etapy przetwarzania



Głodówka

24-48 h, oczyszczenie przewodu pokarmowego.



Suszenie i Rozdrabnianie

Liofilizacja, mikrofale lub suszenie konwekcyjne. Zapewnia stabilność mikrobiologiczną.



Odtłuszczanie

Usunięcie lipidów za pomocą rozpuszczalników lub nadkrytycznego CO₂.



Mielenie

Uzyskanie drobnego proszku (mączki) o dużej powierzchni kontaktu, gotowego do izolacji białka.

Proces Przetwarzania

Ekstrakcja i izolacja białka: proces chemiczny

Odtłuszczona Mączka Owadzia



Główna Metoda: Ekstrakcja Alkaliczna

Najpopularniejsza metoda. Mączkę owadzią rozpuszcza się w roztworze zasadowym (np. NaOH). Podnosi to ładunek powierzchniowy białek, zwiększając ich interakcje z wodą i rozpuszczalność.



Precypitacja (Odzyskiwanie)

Wytrącanie białka w punkcie izoelektrycznym (pH 4.0 - 5.0) – miejscu, gdzie białka mają najmniejszą rozpuszczalność.



Oczyszczanie i Suszenie

Ultrafiltracja i liofilizacja (freeze-drying) przekształca koncentrat w czysty, stabilny izolat białkowy zachowujący natywne właściwości.

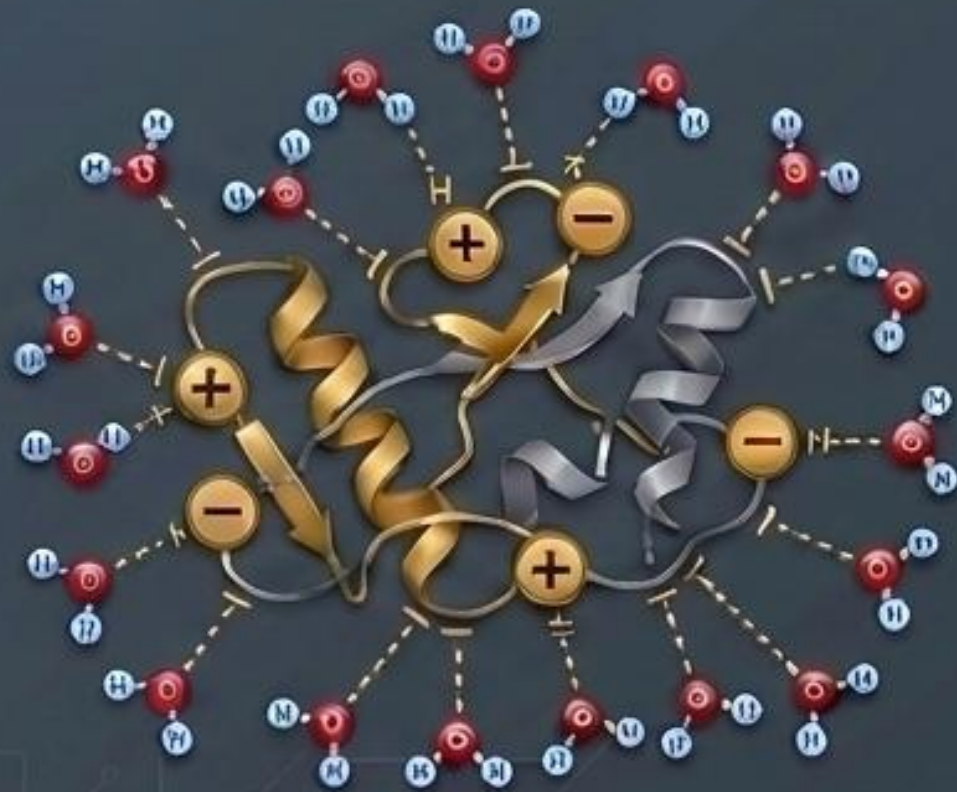
Wspomaganie Procesu

Ultradźwięki (sonikacja) lub ogrzewanie omowe zwiększają wydajność ekstrakcji poprzez rozluźnienie struktur komórkowych.

Proces Przetwarzania

Właściwości technologiczne i funkcjonalne

Rozpuszczalność (Solubility)



Ważna cecha decydująca o przydatności w przemyśle. Rozpuszczalność białek owadnich zależy od pH i siły jonowej (stężenia NaCl). Ekstremalne pH odsłania grupy naładowane, drastycznie zwiększając powinowactwo do wody.

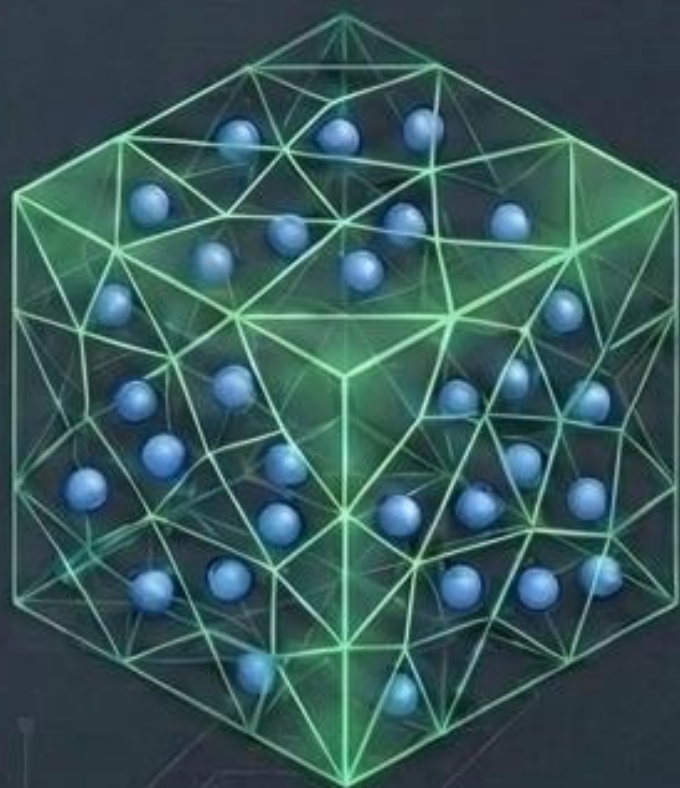
Zdolność wiązania wody i oleju



Ekstrakty i izolaty białkowe wykazują znacznie lepszą zdolność zatrzymywania wody i oleju. Determinuje to soczystość, teksturę i odczucie w ustach (mouthfeel) gotowych produktów, takich jak analogi mięsa.

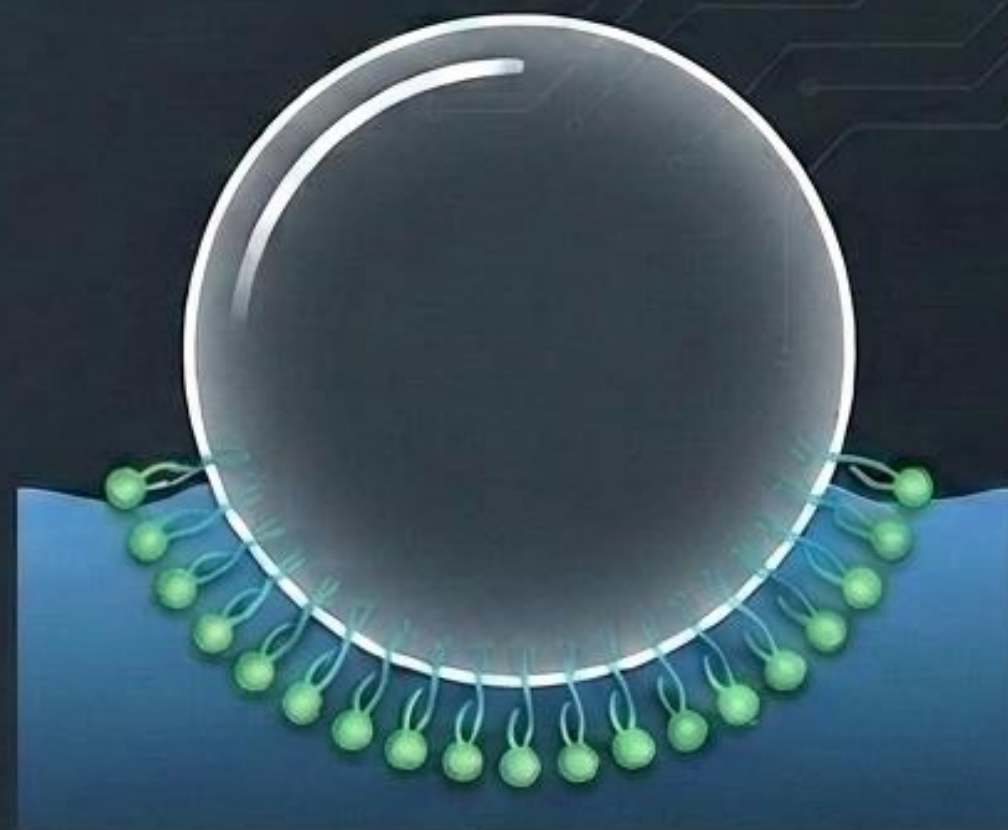
Żelowanie i pienienie

Zdolność Żelowania (Gelling Properties)



- Ogrzewanie powoduje denaturację białek owadnich, a podczas chłodzenia tworzą one trójwymiarową sieć (żel) zamykającą wodę.
- Świerszcz domowy tworzy strukturę żelową już przy stężeniu 3% (w pH 7).
 - Zastosowanie: produkcja jogurtów, deserów i analogów mięsa.

Pienistość (Foaming Properties)



- Białka owadów migrują do granicy faz woda-powietrze, tworząc lepką, elastyczną warstwę stabilizującą pęcherzyki powietrza.
- Odtłuszczenie owadów drastycznie zwiększa pojemność i stabilność piany.

Emulgowanie



Jak to działa?

charakter amfifilowy białek,
obniżanie napięcia
powierzchniowego, tworzenie
filmu ochronnego wokół kropeł
oleju (zapobieganie koalescencji).

Wpływ przetwarzania

ekstrakcja alkaliczna +
ultradźwięki rozbija białka,
mniejsze cząsteczki dają ponad
80% stabilności emulsji (np. u
szarańczy).



Aplikacje Kulinarne

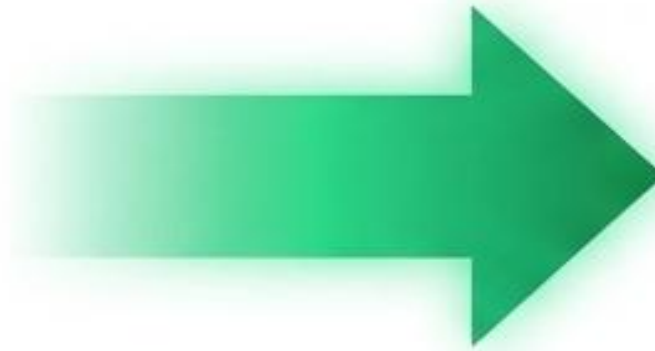
Ważne dla tworzenia
zamienników nabiału, sosów,
majonezów oraz stabilizacji
produktów mięsnych.

Akceptacja konsumentcka i aplikacje kulinarne

Przełamywanie Neofobii Pokarmowej



Bariera kulturowa: poczucie obrzydzenia do całych owadów.



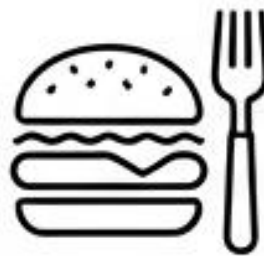
Niewidoczny składnik: transformacja całkowicie zmienia percepcję konsumentów.

Zastosowanie Przemysłowe



Pieczyno i Makarony

Wzbogacanie mączką (zwiększenie zawartości cynku nawet o 100%).



Analogi Mięsa

Wykorzystanie zdolności żelowania do tworzenia wege-burgerów i klopsików.



Żywność Sportowa

Batony proteinowe i odżywki oparte na izolatach białkowych.

Bezpieczeństwo żywności: analiza ryzyka

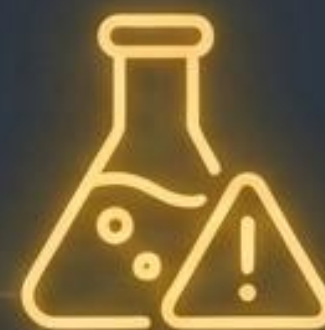
Zagrożenia Biologiczne



Ryzyko występowania bakterii chorobotwórczych (mikroflora jelitowa).

Rozwiązanie: Obróbka termiczna (blanszowanie, suszenie, gotowanie) skutecznie eliminuje zagrożenia mikrobiologiczne. Rygorystyczne normy higieniczne (HACCP).

Zagrożenia Chemiczne



Owady kumulują toksyny ze środowiska. Ryzyko obecności metali ciężkich (kadm, ołów) i mykotoksyn z paszy.

Rozwiązanie: Hodowla zamknięta i ścisła kontrola jakości substratów paszowych całkowicie minimalizuje to ryzyko, w przeciwieństwie do dzikich zbiorów.

Wyzwanie alergologiczne: reaktywność krzyżowa

Mechanizm:

Ze względu na bliskie pokrewieństwo taksonomiczne (stawonogi), białka owadów mogą wywoływać silne reakcje krzyżowe u osób uczulonych na owoce morza oraz roztocza.

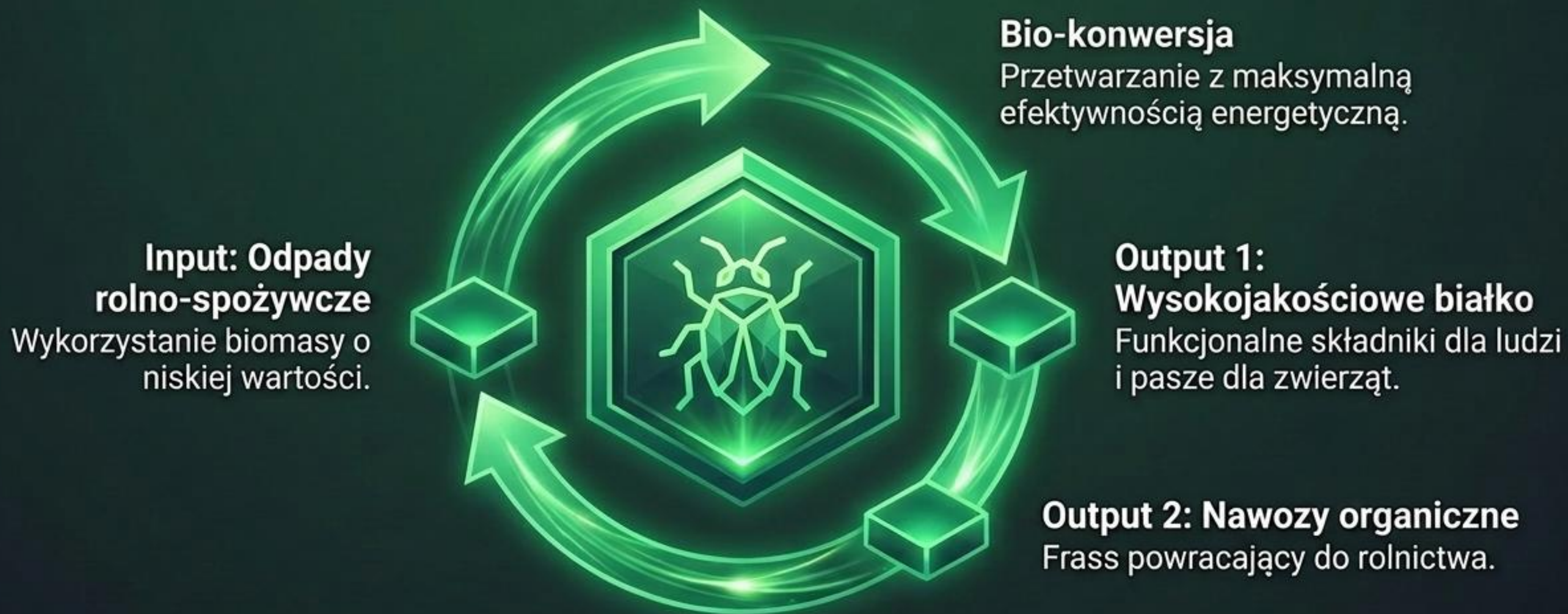


Tropomiozyna i Kinaza Argininowa (Pan-alergeny)

Wpływ Przetwarzania:

Zastosowane metody (ekstrakcja, hydroliza enzymatyczna) mogą modyfikować strukturę białek, wpływając na ich alergenny. Wymaga to to rygorystycznego etykietowania gotowych produktów.

Gospodarka obiegu zamkniętego



Najważniejszy wniosek: Przyszłość białka polega na dywersyfikacji. Owady jadalne mistrzowsko łączą absolutną efektywność środowiskową z zaawansowaną funkcjonalnością technologiczną, stając się fundamentem zrównoważonego systemu żywnościowego.

Dziękuję za uwagę

