



Wykorzystanie alternatywnych składników pasz dla poprawy wskaźników produkcyjnych

Remigiusz Panicz, Piotr Eljasik, Sławomir Lisiecki, Małgorzata Sobczak, Jacek Sadowski, Mateusz Gzyl

Przyszłość Akwakultury, Warlity Wielkie k. Ostródy, 16–18.06.2026.

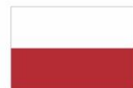


 Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie

12/06/2026



Fundusze Europejskie
dla Rybactwa



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Pasza napędza ekonomię i ślad środowiskowy hodowli

do 70%

udziału paszy w ogólnych
kosztach produkcji

≈ 3×

wzrost ceny mączki rybnej
(2002–2022)

do 30%

wzrostu cen pasz w ostatnich
latach

Mączka rybna vs śruta sojowa, 1992–2025

Ceny surowców paszowych rynku światowego · nominalne USD za tonę metryczną

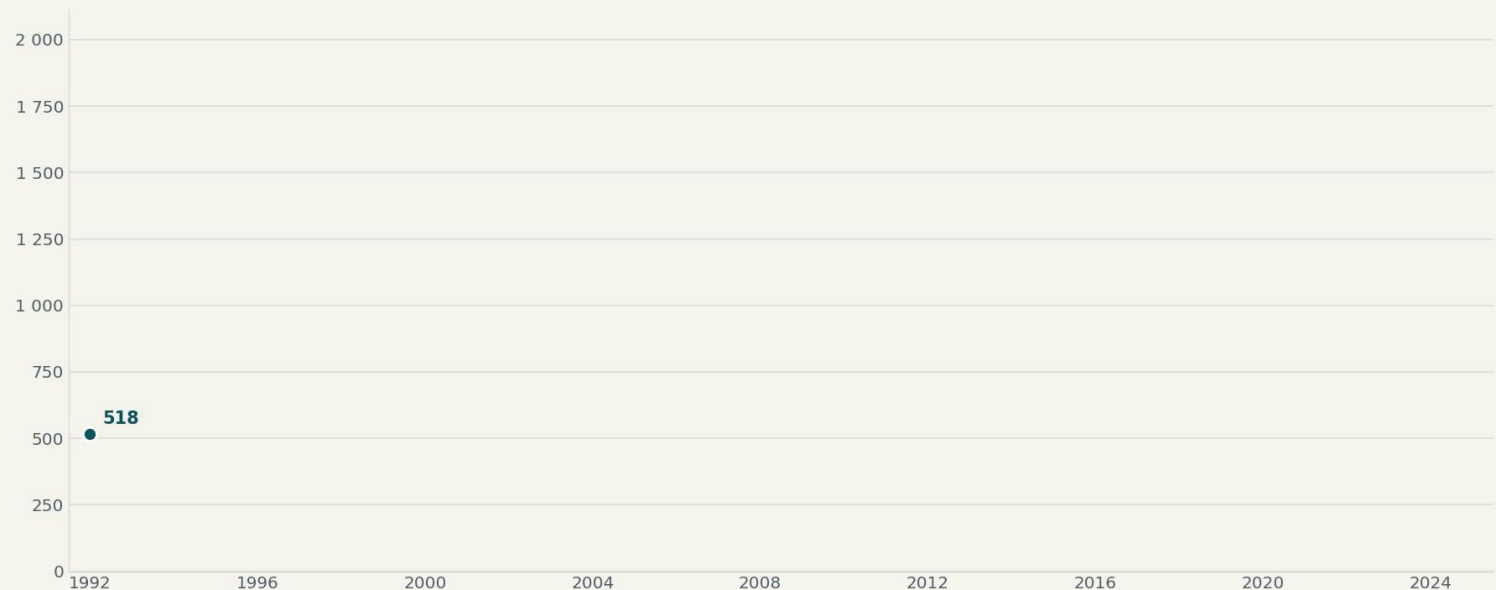
■ Mączka rybna

■ Śruta sojowa (substytut roślinny)

1992

Mączka rybna: 518 USD/t

Śruta sojowa: dane od 2003



Źródło: IMF, Global price of Fish Meal [PFISHUSDA] i Soybean Meal [PSMEAUSDA], Primary Commodity Prices — via FRED (St. Louis Fed). Nominalne. Śruta sojowa: dane od 2003.

Globalne czynniki podaży składników paszowych

Podaż składników morskich jest strukturalnie ograniczona, a **zmiany klimatu** warunkują globalny przepływ składników paszowych.

ZMIANY KLIMATU

Wpływa jednocześnie na obie strony koszyka paszowego:

SKŁADNIKI MORSKIE

El Niño uniemożliwia połowy sardeli w Peru, ograniczając dostawy mączki i oleju rybnego. W 2023 r. światowa produkcja mączki spadła o $\approx 23\%$.

SKŁADNIKI ROŚLINNE

Susze i powodzie zaburzają zbiory soi, pszenicy i rzepaku, podnosząc koszty białka i energii.

BIAŁKO MORSKIE ~2028

ryzyko niedoboru mączki rybnej

Połowy morskie w zastoju; podaż jest strukturalnie ograniczona. Rosnąca zmienność cen.

SKŁADNIKI ALTERNATYWNE ↑

rosnący udział w paszy, niższy ślad

Owady, białko jednokomórkowe, omega-3 z alg i roślin GM.

OMEGA-3

do -30%

globalna produkcja EPA+DHA do 2050

Klimat wpływa na upwelling i skład fitoplanktonu. Luka podaży: 0,8 vs 1,4 Mt rocznie.

BIAŁKO ROŚLINNE

$\approx -8\%$

globalne plony do 2050 (mimo adaptacji)

Pas kukurydziany: USA i Brazylia szczególnie narażone. Ryzyko nieurodzaju jest do $\sim 25\times$ wyższe do 2050.

Skład paszy → zdrowie → wskaźniki produkcyjne

Zamiana surowca nie kończy się jedynie na bilansie aminokwasów. Pełne oddziaływanie widać wzdłuż całego łańcucha przyczynowego, który determinuje wyniki hodowlane

1



Skład paszy

Surowiec, ANF, strawność,
smakowitość

2



Zdrowie ryby

Funkcjonowanie układu
trawienego, mikrobiom,
odporność, dobrostan

3



Wskaźniki produkcyjne

FCR, przeżywalność, tempo
wzrostu, jakość filetu

Jedna pasza nie zaspokaja potrzeb wszystkich gatunków ryb

Cecha / wymaganie	Karp (wszystkożerny)	Pstrąg / łosoś (drapieżny)	Ryby morskie (drapieżne)
Białko w paszy (typ.)	~30–38%	~38–45%	~45–55%
LC-PUFA (EPA/DHA)	ograniczona potrzeba	wymagane	wymagane – wrażliwe
Tauryna	mniej krytyczna	korzystna	często niezbędna
Tolerancja białek roślinnych	wysoka	umiarkowana	niska
Wrażliwość na ANF (np. proces zapalany)	niska	wysoka (SBMIE)	wysoka

Co dla jednych jest rutyną – dla innych jest nowością (i ryzykiem)

Wysoki udział śruty sojowej

RUTYNA Karp, tilapia: standard od dekad, dobra tolerancja

NOWOŚĆ / RYZYKO Łosoś/pstrąg: powyżej progu wywołuje zapalenie jelita dystalnego

Niska zawartość mączki rybnej / brak LC-PUFA

RUTYNA Karp: możliwość wydłużania C18

NOWOŚĆ / RYZYKO Ryby morskie: niedobór EPA/DHA i tauryny → niższe parametry zootechniczne (wzrost, zdrowotność)

Mączka z owadów

RUTYNA Drób/akwakultura tropikalna: dodatek funkcjonalny

NOWOŚĆ / RYZYKO Łosoś: obiecujące, ale podaż i koszt wciąż ograniczają skalę

Rodzaje surowców alternatywnych – i ich dojrzałość produkcyjna

Białka roślinne



Soja, rzepak, groch, łubin: tanie i dostępne, ale należy uwzględnić ANF i ślad środowiskowy

DOJRZAŁE / SKALA

Produkty uboczne



Mączki z przetwórstwa drobiu, ryb (trimmings): niska presja na zasoby morskie

DOJRZAŁE / SKALA

Mączka z owadów



Dobry profil AA, efekt funkcjonalny dla jelita: podaż i cena wciąż ograniczają wykorzystanie

WSCHODZĄCE

Białko jednokomórkowe



Bakterie/drożdże/grzyby: profil zbliżony do mączki rybnej, niska presja na zasoby

SKALOWANE

Mikroglony



Źródło EPA/DHA i biomolekuł: premia cenowa ~2,3× vs pasza standardowa

NISZA / DROGIE

Fermentowane surowce



„Pre-trawione” białka, enzymy, probiotyki: poprawa strawności i zdrowotności jelita

WSCHODZĄCE

Ekonomiczna substytucja surowców ma ukryty koszt

„Sustainable aquafeed? The devil is in the details”

Kok i wsp. (2026), Journal of Cleaner Production. Analiza wskaźnikowej dekompozycji (IDA) europejskiej akwakultury, 2000–2020.

Co się wydarzyło w ostatnich 20 latach:

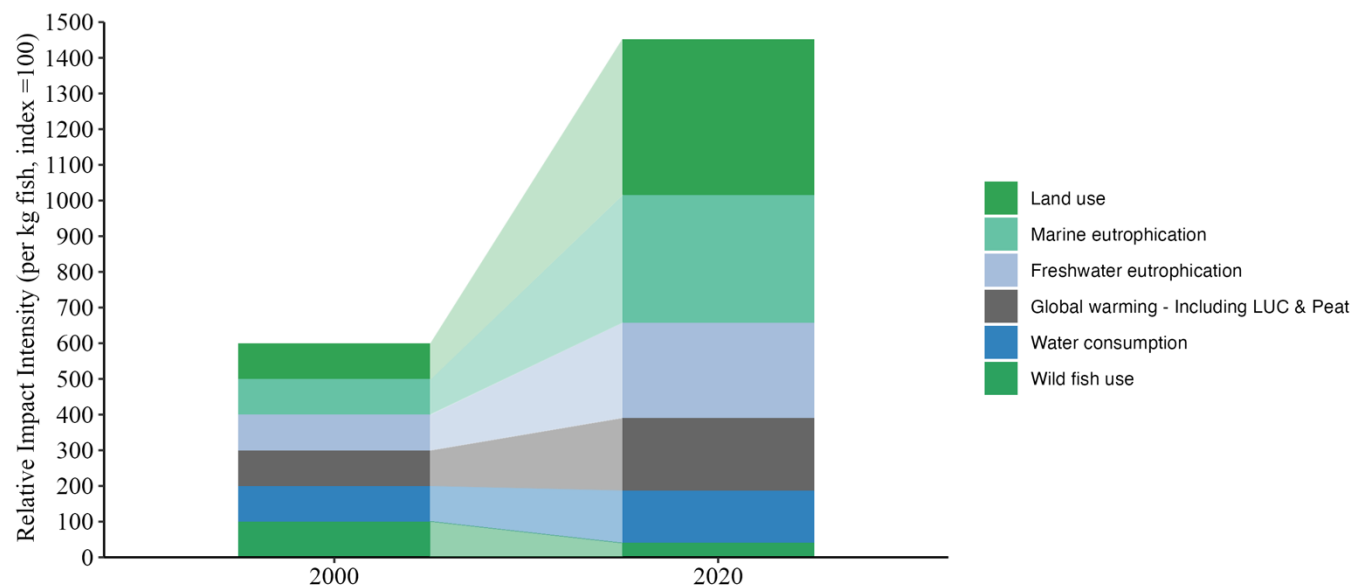
- Produkcja akwakultury wzrosła z 1,15 do 2,17 mln t (gł. łosoś, Norwegia).
- Drastycznie spadł udział surowców morskich na rzecz surowców rolnych – zwłaszcza białka sojowego i oleju rzepakowego.
- Zużycie surowców morskich spadło o 13% – uznawane za sukces branży.

Pytanie, które stawia praca:

Czy „mniej surowców morskich w paszy” = bardziej zrównoważona pasza?

Substytucja przesuwająca obciążenie z morza na ląd

Wzrost obciążenia środowiskowego na 1 kg ryby — wzrost względny w % (Europa, 2000 → 2020):



Emisja GHG / kg ryby

1,24 → 2,55 kg CO₂eq

Powierzchnia upraw: 1,04 → 4,55 m² eq / kg

Na poziomie branży (2000–2020):

GHG +103%

powierzchnia upraw +336%

zużycie wody +46%

eutrofizacja śr. morskiego +258%

eutrofizacja śr. słodkowodnego +167%

↓ **Zużycie surowców morskich: -59% / kg** — jedyny wskaźnik, który uległ poprawie.

„Najtańszy” to nie to samo co „najlepszy” dla ryb i planety

- 1 Jeden wskaźnik wprowadza w błąd** – spadek zużycia zasobów morskich maskuje wzrost emisji, wykorzystanie powierzchni uprawnych i poziom eutrofizacji.
- 2 Substytucja = przesunięcie** – zamiana surowca morskiego na surowiec rolny przenosi presję z ekosystemów morskich na lądowe i słodkowodne.
- 3 Produkty uboczne to właściwy kierunek** – wykorzystanie produktów ubocznych obniżyło zależność od surowców morskich bez istotnych kompromisów.

Alternatywne komponenty potrafią poprawić wyniki

Mączka z BSF – łosoś atlantycki

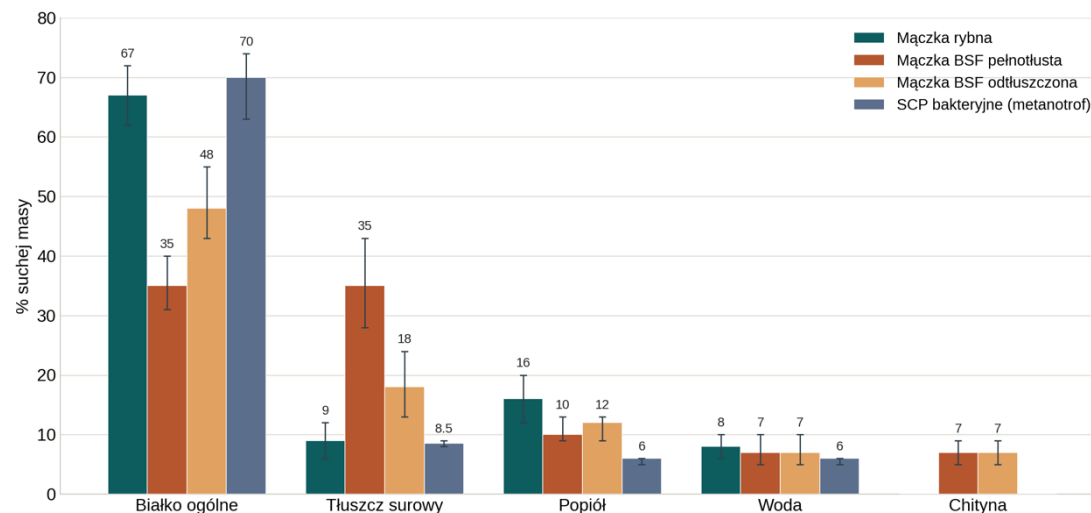
W doświadczeniu, w warunkach zbliżonych do komercyjnych, BSF okazała się wartościowym źródłem białka bez negatywnego wpływu na wskaźniki produkcyjne

Mączka z BSF – tilapia nilowa

W doświadczeniu laboratoryjnym, zaobserwowano efekt funkcjonalny, dodatek BSF spowodował poprawę zdrowia jelit i tempa wzrostu narybku

Białko jednokomórkowe (SCP)

Zbilansowany profil aminokwasów i wyniki porównywalne z mączką rybną, bez presji na zasoby morskie, zaobserwowano u wielu gatunków akwakultury



Wskaźnik produkcyjny to coś więcej niż przyrost masy

Surowiec alternatywny może dać podobny wzrost, a mimo to pogorszyć wynik hodowli, dlatego ocenić należy pełen panel wskaźników

FCR i strawność

efektywność wykorzystania paszy –
sedno ekonomii

Wskaźnik przeżywalności

szczególnie w kontekście presji ze
strony patogenów i stresorów

Zdrowie jelita

morfologia, stan zapalny (np. SBMIE),
mikrobiom

Odporność i zdrowotność

reakcja na patogeny i zmienność
środowiska

Jakość surowca

profil n-3 (EPA/DHA), tekstura, barwa,
smak

Dobrostan

kortyzol, integralność tkanek,
behawior

Laboratorium $\neq$ skala produkcyjna

Obiecujący wynik z laboratorium rzadko przekłada się 1:1 na sadz/staw. Powody, dla których wyniki się rozjeżdżają:

Zmienność partii surowca

w laboratorium jedna jednorodna partia; w produkcji surowiec różni się jakościowo między sezonami

Stadium i rozmiar ryby

wiele prób na stadiach narybkowych; pełny cykl produkcyjny może się znacząco różnić

Środowisko i stresory

warunki kontrolowane vs stawy: warunki środowiska, patogeny, zagęszczenie, drapieżniki

Czas trwania

krótkie doświadczenie vs pełny cykl produkcyjny – efekty ujawniają się na różnych etapach

Jakość peletu

pelet laboratoryjny vs ekstruzja komercyjna – zmienna trwałość, jakość i sensoryka

Ekonomia i podaż

cena, dostępność i stałość dostaw decydują, czy surowiec wejdzie do receptury

Gdzie najczęściej „znika” efekt z publikacji

W laboratorium

100% strawność wykazana w krótkim doświadczeniu in vitro

Brak wpływu patogenów w układzie doświadczalnym

Idealna jakość pelletu eksperymentalnego

Pojedyncza, kontrolowana partia komponentu paszowego (mączka z owadów, SCP, inne)



W skali produkcyjnej

Niższa strawność w pełnym cyklu i przy zmiennej partii paszy

Ujawnia się niższa odporność pod presją patogenów i stresorów

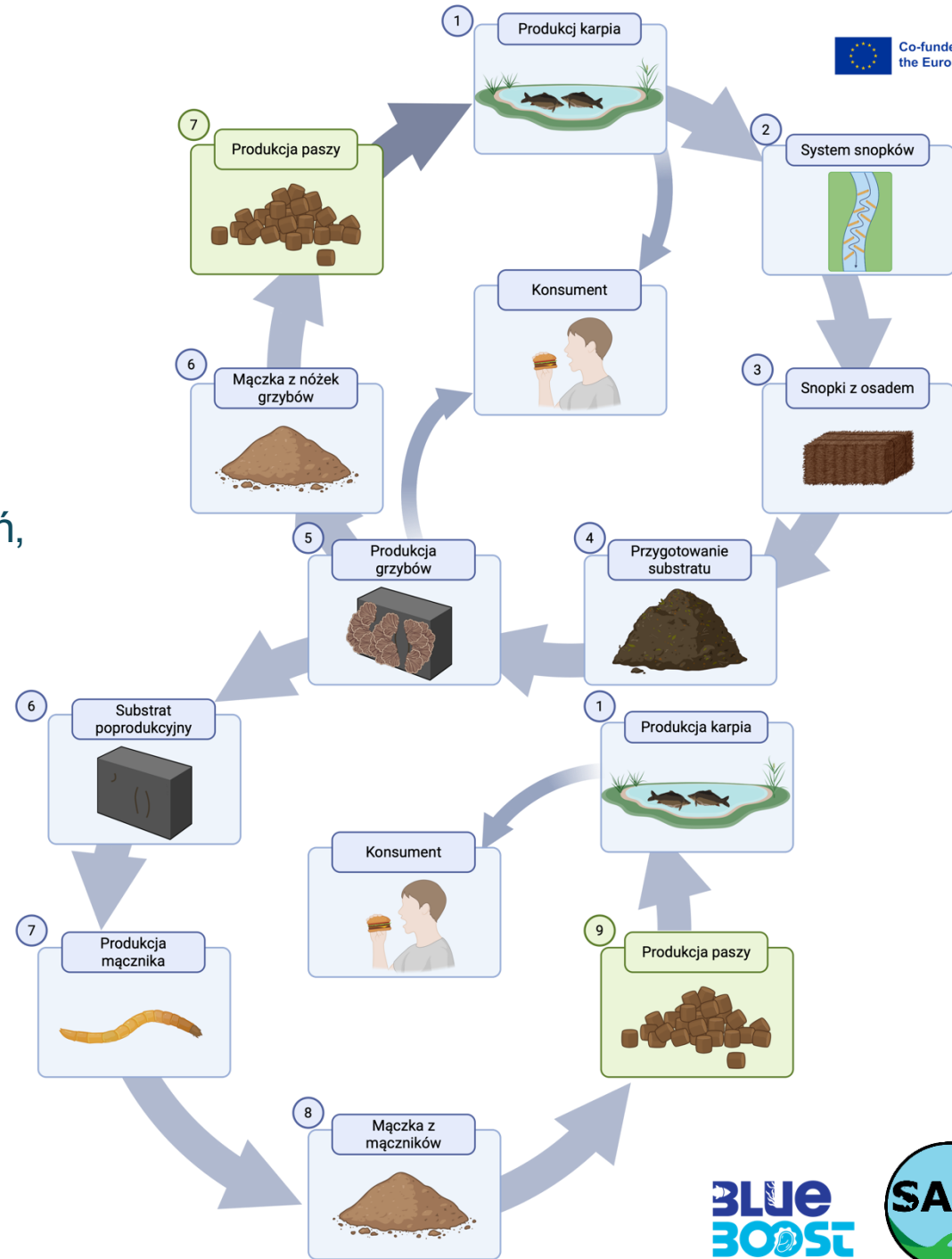
Niższe wykorzystanie paszy (zmiany wyróżników sensorycznych i technologicznych paszy)

Zmienna jakość i podaż przy hurtowym zakupie

Doświadczenia pełnoskalowe (ICR)

Założenia doświadczenia/współpracy:

- Pełna cyrkularność i konieczność zagospodarowywania strumieni bocznych,
- Konieczność opracowania niskokosztowych rozwiązań,
- Współpraca z innymi przedstawicielami sektora rolnictwa (klaster aqua-agro),
- Produkcja komponentów paszowych, surowców dla przemysłu spożywczego, kosmetycznego i farmaceutycznego.



12.06.2026



Pięć zasad doboru surowca alternatywnego

- 1 Dobieraj komponenty uwzględniając** indywidualne potrzeby gatunku, stadia rozwojowe oraz okresu produkcji
- 2 Oceniaj szerszą perspektywę wpływu składników** (FCR, przeżywalność, integralność i funkcjonowanie jelita, odporność, jakość surowca)
- 3 Weryfikuj regularnie jakość paszy** (specyfikacja surowca, kontrola ANF i zanieczyszczeń, dokumentacja)
- 4 Polegaj na wynikach z doświadczeń pełnoskalowych** (potwierdź wynik w warunkach komercyjnych, na docelowym gatunku uwzględniając stadium hodowlane, konsultuj się)
- 5 Weź pod uwagę wskaźniki zrównoważonego rozwoju** (emisje GHG, wykorzystanie zasobów, wpływ na eutrofizację)

Dziękuję za uwagę

rpanicz@zut.edu.pl

**BLUE
BOOST**



Co-funded by
the European Union

Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are, however, those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.