



Fundusze Europejskie
dla Rybactwa



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Agata Cejko

Holobiont w akwakulturze

prewencja chorób

poprawa dobrostanu ryb

Zrównoważona produkcja żywności

Przyszłość Akwakultury, 16-18 czerwiec 2026 rok, Warlity Wielkie



Fundusze Europejskie
dla Rybactwa



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



*czynniki
biotyczne*

Mikroorganizmy towarzyszące akwakulturze

*czynniki
abiotyczne*

genotyp

aktywność żerowania

stan fizjologiczny ryb

natlenienie

odczyn wody

temperatura



Fundusze Europejskie
dla Rybactwa

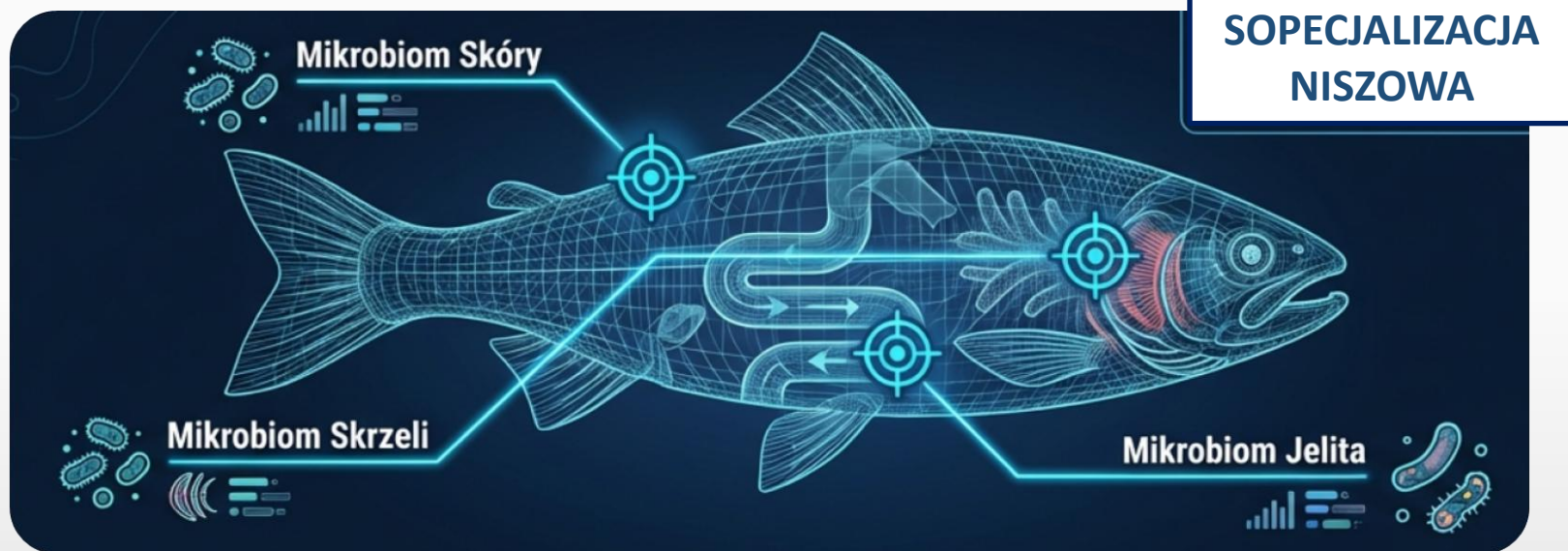


Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



pH, dostęp tlenu, składniki odżywcze, wilgotność, presja immunologiczna



Ryby Dzikie (Środowisko Naturalne)

Roślinożerne: Dominacja *Leptotrichia*,
Clostridium, *Citrobacter*
Mięsożerne: Dominacja
Halomonas, *Cetobacterium*

Ryby Hodowlane (Presja Selekcyjna)

Mikrobiom modyfikowany przez:
Paszę, Antybiotyki,
Zagęszczenie

siedlisko ma silniejszy wpływ niż genotyp ryb

Przyszłość Akwakultury



16-18 czerwiec 2026, Warlity Wielkie



Fundusze Europejskie
dla Rybactwa



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Mikrobiom ryb dzikich (Kim i in. 2021)

Ryby słodkowodne (różnorodność)
Ryby morskie

KSZTAŁTOWANIE MIKROBIOMU

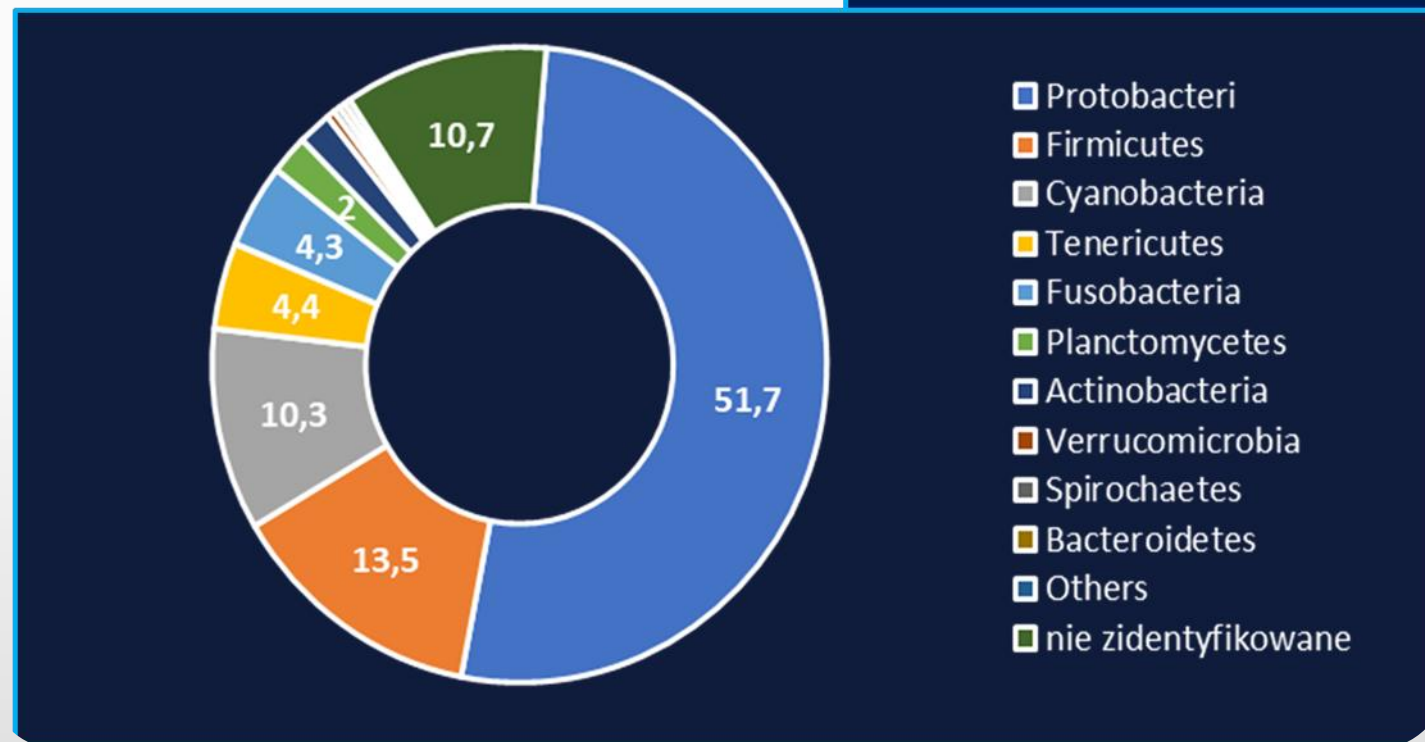
KSZTAŁTOWANIE MIKROBIOMU

Woda morska vs. woda słodka
Baza pokarmowa

Przyszłość Akwakultury

85 gatunków ryb (79 rodz., 42 rodzin i 14 rz)

częstotliwość występowania



16-18 czerwiec 2026, Warlity Wielkie



Fundusze Europejskie
dla Rybactwa



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



METAGENOMIKA

WSPÓLNY GENOM CAŁEJ
SPOŁECZNOŚCI MIKROORGANIZMÓW

Klady bakterii/archeowców

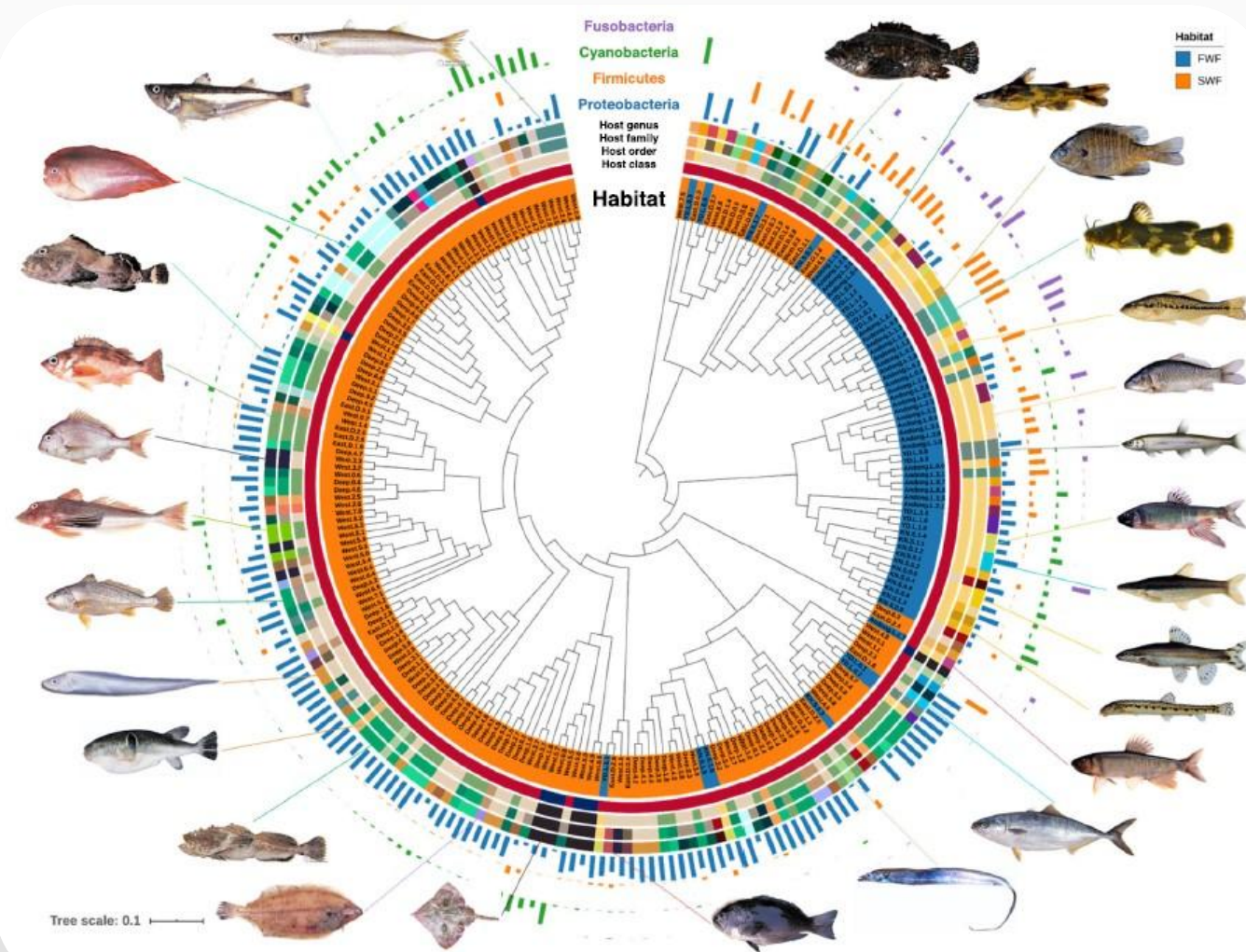
Taksony determinujące behavior ryb

Czasowe zmiany dynamiki populacji

AKTYWNOŚĆ RYB

Cetobacterium sp.
(geny kobalaminy)
+ rodzina *Flavobacteriaceae*

**MIKROBIOM
RDZENIOWY**



Przyszłość Akwakultury



16-18 czerwiec 2026, Warlity Wielkie



Fundusze Europejskie
dla Rybactwa



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



ANALIZA DNA. 303 GATUNKI PROCARYOTA (YAIMA I IN. 2023)



Okresy podchowu z dominacją konkretnych szczepów

Fusobacteriaceae > *Flavobacteriaceae* > *Chitinophagaceae*

stan zdrowotny ryb

efektywność podchowu

Cetobacterium

Aktywność ryb

Przyszłość Akwakultury



16-18 czerwiec 2026, Warlity Wielkie



Fundusze Europejskie
dla Rybactwa

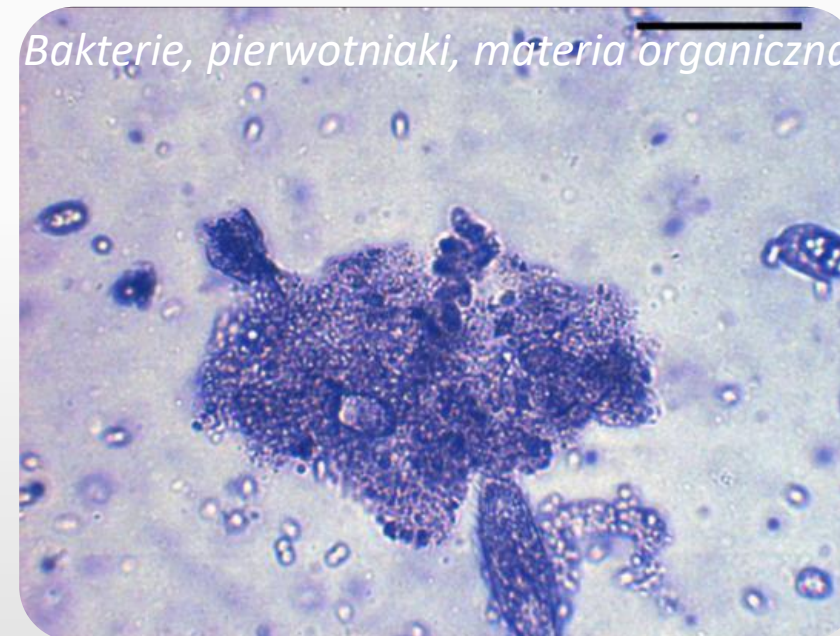
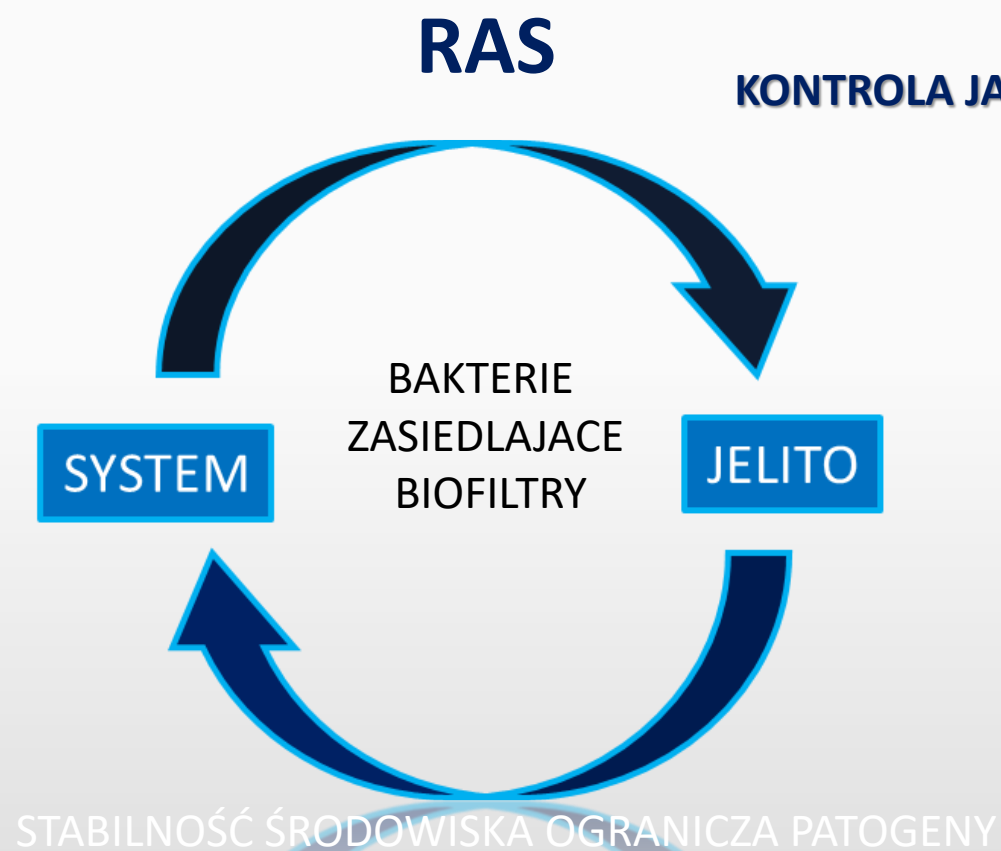


Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



SYSTEM PRODUKCYJNY – REZERWUAR MIKROBIOLOGICZNY



ŹRÓDŁO FUNKCJONALNEGO BIAŁKA

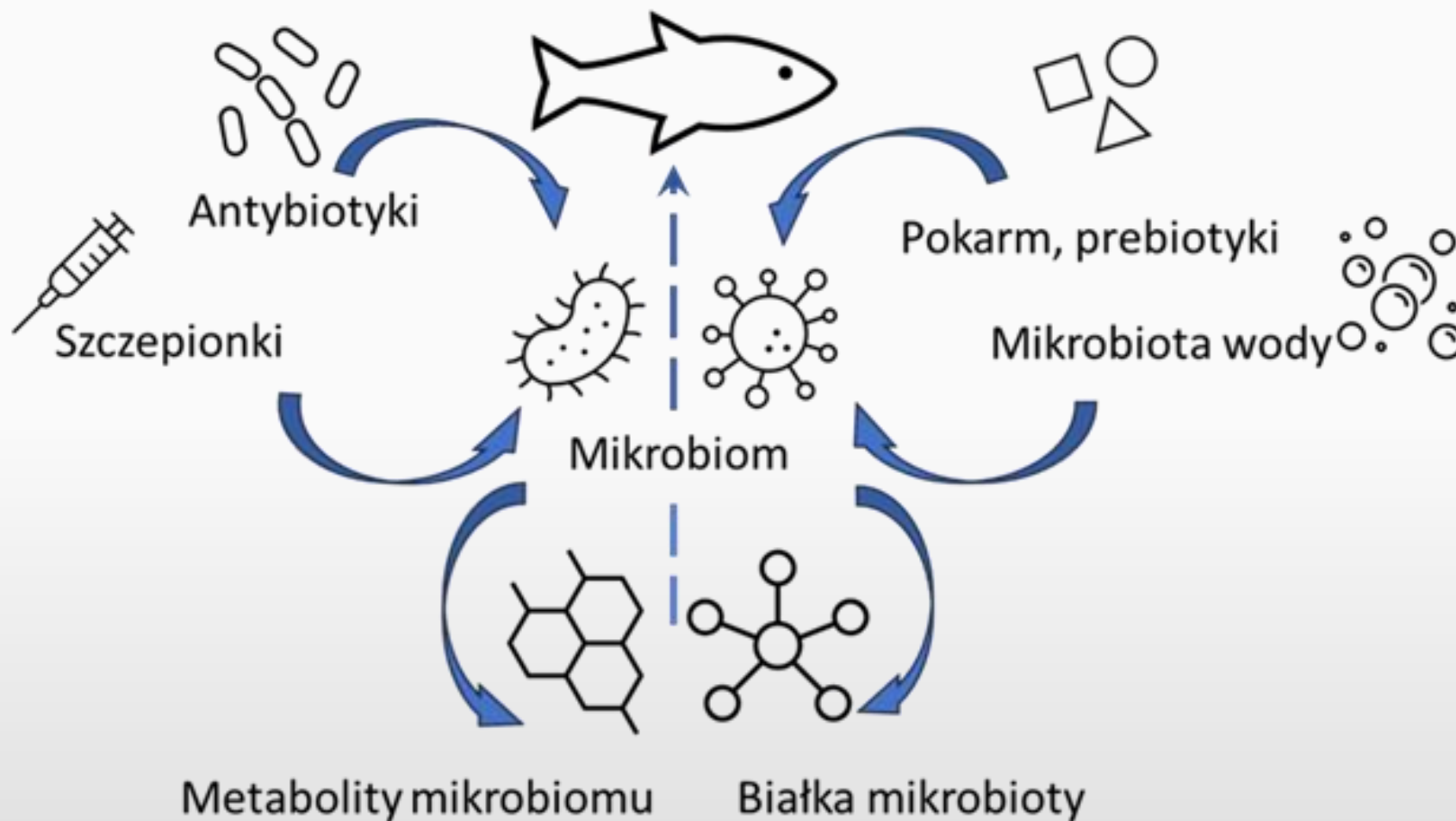


Fundusze Europejskie
dla Rybactwa



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską





CZYNNIKI ŚRODOWISKOWE KSZTAŁTUJĄCE MIKROBIOM





Fundusze Europejskie
dla Rybactwa



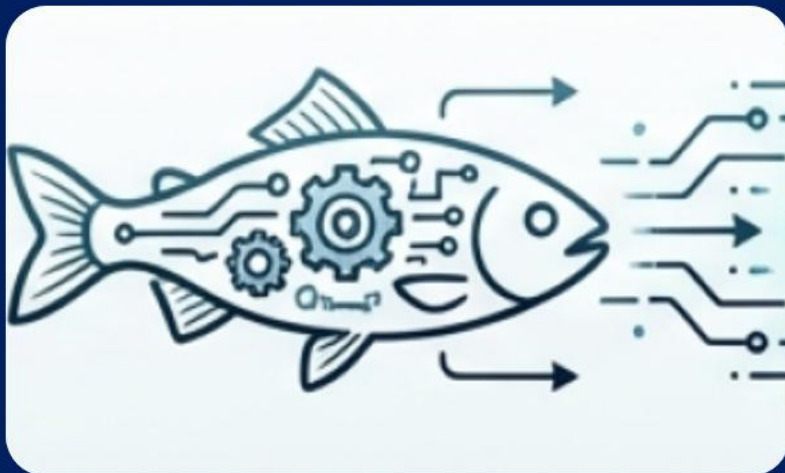
Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



OD TAKSONOMII DO FUNKCJONALNOŚCI

ZARZĄDZANIE HOLOBIOMEM



DWOISTOŚĆ INTERWENCJI





Fundusze Europejskie
dla Rybactwa



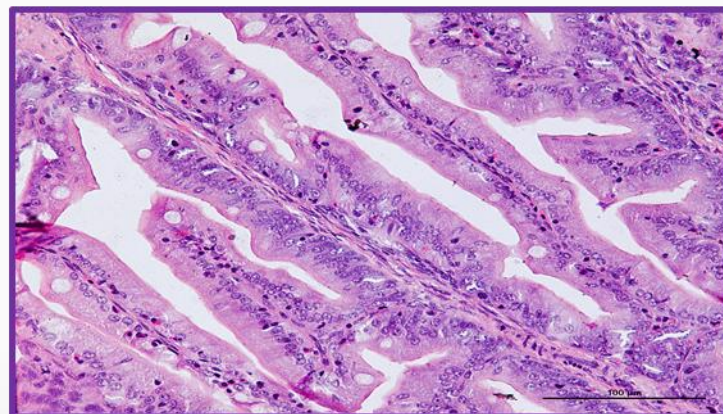
Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



ZAGROŻENIA. DYSBIOZA I OPORNOŚĆ (AMR)

SYMBIONTY



PATOBIONTY

NIEWŁAŚCIWE ZARZĄDZANIE/
ANTYBIOTYKI

SPADEK RÓŻNORODNOŚCI
GATUNKOWEJ

TRANSFER GENÓW
OPORNYCH

SELEKCJA SZCZEPÓW
OPORNYCH

śmiertelność
larw

ОБОЯІЛХ

ОБОЯІЛХ

Przyszłość Akwakultury



16-18 czerwiec 2026, Warlity Wielkie



Fundusze Europejskie
dla Rybactwa



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską

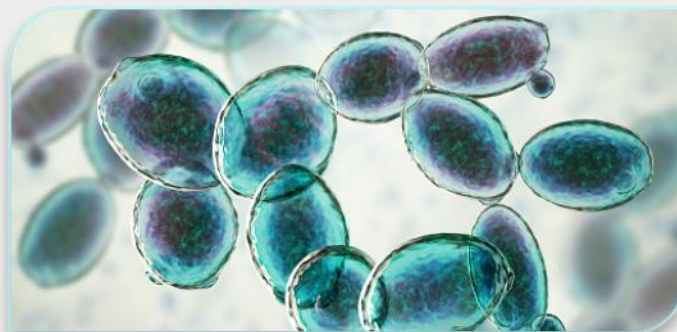


Mikrobiota (*Procaryota*)



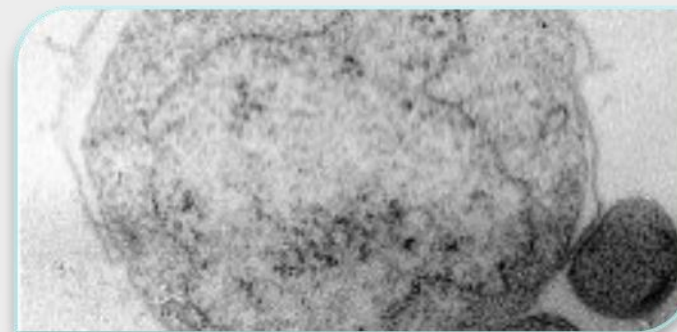
BAKTERIE

Lactobacillus sp.



DROŹDŹE

Saccharomyces sp.



ARCHEOWCE

Nanoarchaeum sp.+ *Ignococcus* sp.



Fundusze Europejskie
dla Rybactwa

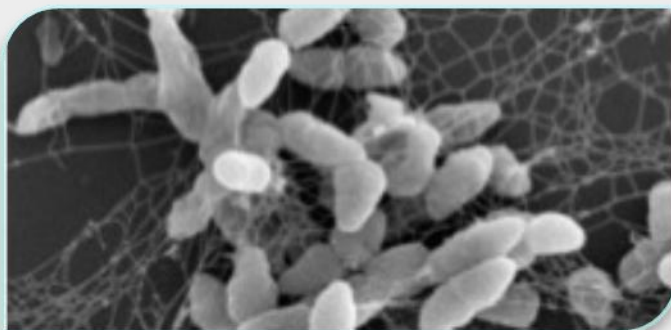


Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską

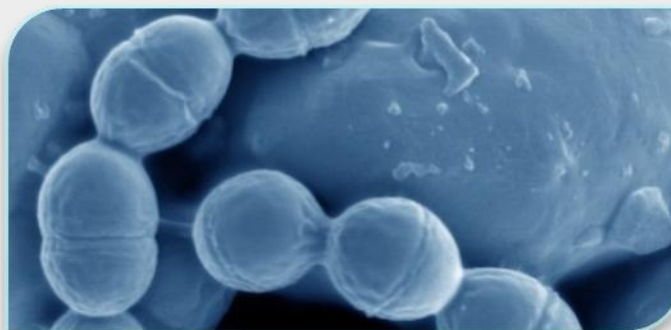


SPRAWDZONE SZCZEPY BAKTERII



Pseudomonas fluorescens

poprzez współzawodnictwo
hamuje rozwój patogennych
bakterii (1993 r.)



Lactococcus lactis

wytwarzają bakteriocynę
hamującą wzrost patogennych
bakterii (2009 r.). (lg)



Spokrewnione z *Bacillus* sp

działanie bójcze przeciwko
ośmiu chorobotwórczym
bakteriom (2015 r.) (lg)



Fundusze Europejskie
dla Rybactwa

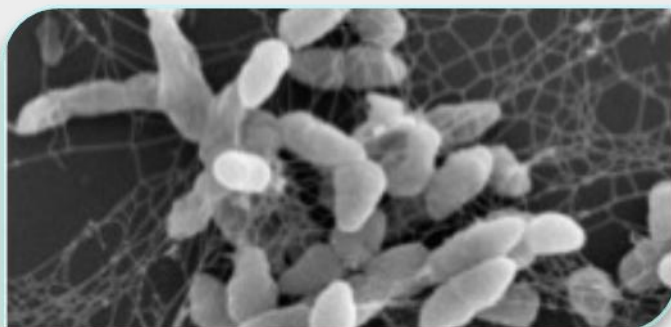


Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



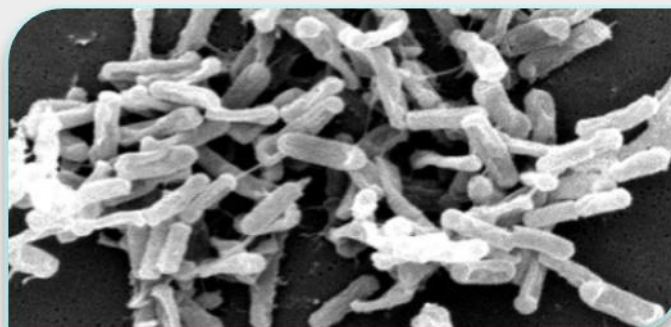
SPRAWDZONE SZCZEPY BAKTERII



Pseudomonas fluorescens

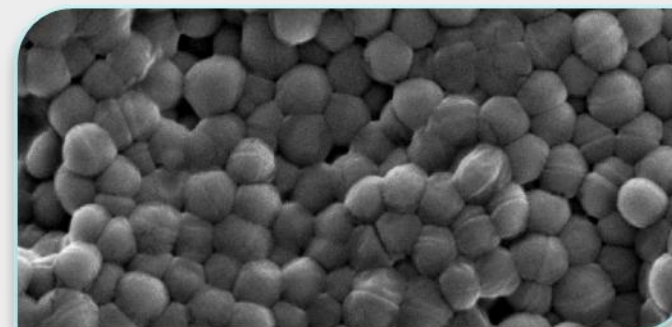
P. putida

degradują ksenobiotyki



***Clostridium* sp.**

zdolne do syntezy kwasów
tłuszczowych C14-C18
wspomagają wzrost ryb



Pediococcus acidilactici

syntetyzujące kwasy organiczne i
bakteriocyny zwalczające
patogeny



GATUNKI HODOWLANE I MODELOWE

 GATUNEK	 SZCZEP (STRAIN)	 WYNIKI (RESULTS)
 Jesiotr (Bieluga)	 <i>Lactobacillus curvatus</i>	Wzrost SGR, aktywność enzymów (amylaza, lipaza).
 Pstrąg Tęczowy	 <i>Pediococcus acidilactici</i>	Redukcja <i>Mycoplasma</i> , biosynteza argininy.
 Łosoś Atlantycki	 <i>Pediococcus acidilactici</i>	Wzrost odpowiedzi antywirusowej, adaptacja do wody morskiej.
 Tilapia Nilowa	 <i>Bacillus subtilis</i>	Poprawa absorpcji nutrientów i tempa wzrostu.
 Zebrafish (Model)	 <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Modulacja neuroprzekaźników (oś jelito-mózg).



UKŁAD POKARMOWY KARPIA

Cetobacterium sp. → DOMINUJĄCE KOMENSALE

Produkt fermentacji Cetobacterium somerae

+

Pasza z białkiem roślinnym

Ekspresja genów związanych ze stanem zapalnym wątroby i jelit

Poziom ALT, AST

Ilość kropli lipidów w wątrobie

Ekspresja genów lipogenezy

dodatek paszowy niwelujący niekorzystny efekt
zastępowania mączki rybnej białkami roślinnymi



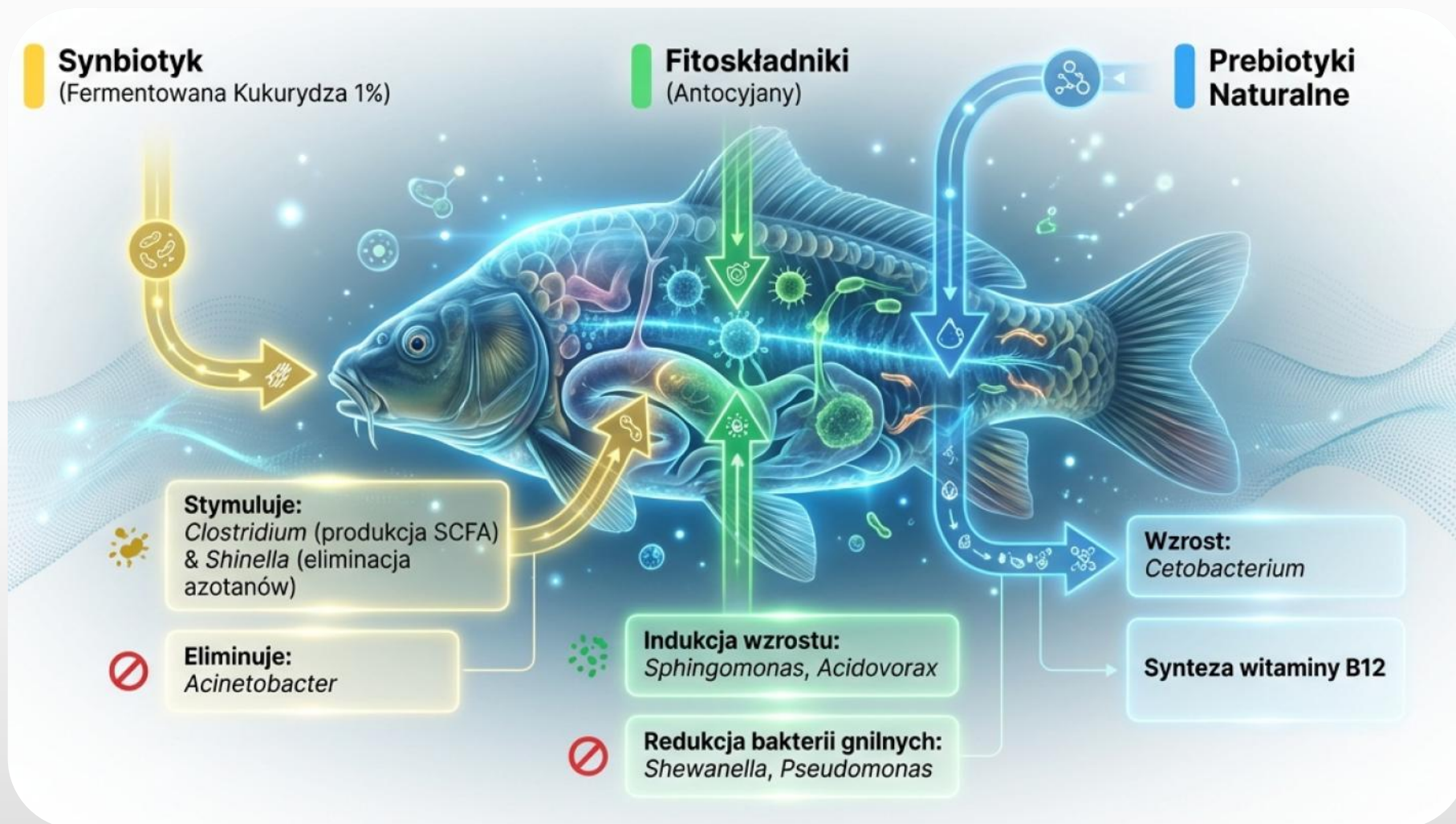


Fundusze Europejskie
dla Rybactwa



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską





Fundusze Europejskie
dla Rybactwa

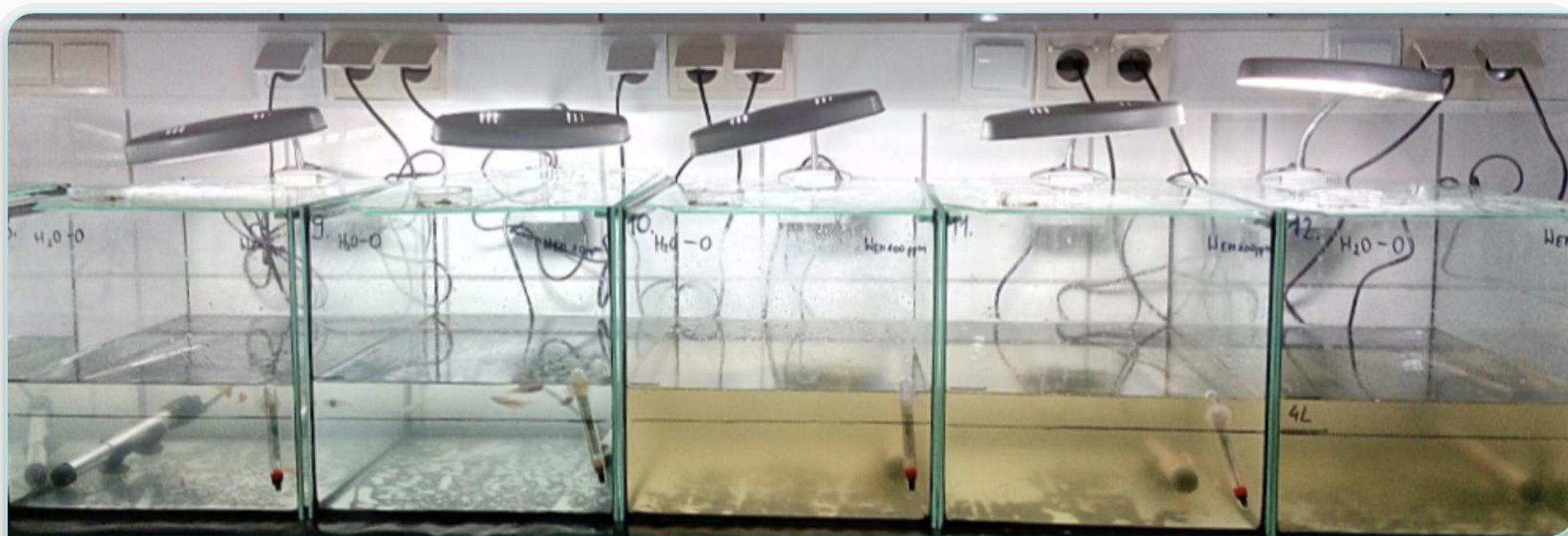


Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



KOMERCYJNY SYMBIOTYK (BAKTERIE+DROŻDŻE)



- Gatunek modelowy, izolowane akwaria
- 10 i 100 ppm (woda)
- 1% w paszy

różnice dot. zawartości jonów K, Mg, Ca, Na
azotu amonowego i azotanowego



Parametry immunologiczne	Kontrola	Pasza z EM (1%)	Woda z EM (10 ppm)	Woda z EM (100 ppm)
Aktywność fagocytów (RBA)	$3,89^a \pm 0,77$	$5,80^b \pm 1,02$	$4,23^a \pm 0,76$	$2,04^a \pm 0,57$
Aktywność fagocytów (PKA)	$1,74^a \pm 0,23$	$3,03^b \pm 0,70$	$2,15^a \pm 0,62$	$1,81^a \pm 0,26$
Aktywność proliferacyjna limfocytów (ConA)	$1,20^a \pm 0,06$	$1,49^b \pm 0,16$	$1,32^a \pm 0,12$	$1,30^a \pm 0,11$
Aktywność proliferacyjna limfocytów (LPS)	$1,47^a \pm 0,19$	$1,6^a \pm 0,24$	$1,3^a \pm 0,10$	$1,30^a \pm 0,07$



IMMUNOLOGIA VS. ROZRÓD

- Lepsze efekty odporności uzyskuje się przez suplementację diety
- Mikroorganizmy podane do wody stymulują układ odpornościowy w niewielkim stopniu

+

PASZA+EM

—

Woda+EM

—

- Udział trących się samic był niższy kolejno u ryb karmionych paszą z dodatkiem mikroorganizmów i hodowanych w wodzie z EM
- Udział zapłodnionych jaj był najniższy w grupie ryb hodowanych w wodzie z EM (100 ppm)



POŻĄDANY MIKROBIOM DLA AKWAKULTURY

Zdolny do utrzymywania korzystnych relacji
symbiotycznych z organizmem ryb

Funkcjonalny a nie taksonomicznie tożsamy z
gatunkiem w warunkach naturalnych

Zdefiniowanie właściwego mikrobiomu ???

Hologenom, tj. cały zestaw genomu holobiontu,
organizmu ze współistniejącymi mikroorganizmami
(Lorgen-Ritchie i in. 2023)



Fundusze Europejskie
dla Rybactwa



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



REKOMENDACJE



**Dopasowanie
Szczepu**



**Monitoring
Chemizmu**



**Profilaktyka
AMR**



**Ochrona
Rozrodu**

Przyszłość Akwakultury



16-18 czerwiec 2026, Warlity Wielkie



Fundusze Europejskie
dla Rybactwa



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Dziękuję za uwagę

Agata Cejko

a.cejko@infish.com.pl

Przyszłość Akwakultury



16-18 czerwiec 2026, Warlity Wielkie