



С.В. Полоз¹, С.М. Дегтярик¹, Е.В. Максимьюк¹, Е.И. Гребнева²,
И.И. Стрельчяня³, Г.В. Слободницкая¹, А.В. Беспалый¹, Т.А. Говор¹

¹РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Минск,
Республика Беларусь

²Отделение аграрных наук, Национальная академия наук, Минск,
Республика Беларусь

³РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского»,
Минск, Республика Беларусь

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЙКИЛОТЕРМНЫХ ЖИВОТНЫХ — ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ

Аннотация. Научно обоснованы и сформулированы основные принципы повышения устойчивости пойкилотермных животных — объектов аквакультуры. Показана эффективность реализации принципа снижения антигенной нагрузки и принципов повышения естественной и специфической резистентности рыб в условиях аквакультуры. Интеграция данных принципов в рыбохозяйственную отрасль позволит создавать стабильные сообщества в моно- и поликультуре рыб и увеличивать рыбопродуктивность.

Ключевые слова: Повышение устойчивости, неспецифическая резистентность, объекты аквакультуры

Sviatlana V. Polaz¹, Sviatlana M. Dziahtsiaryk¹, Yauheniya U. Maksimiyuk¹,
Alena I. Hrebneva², Irina I. Strelthenja³, Halina U. Slabodnitskaya¹,
Aliaksei V. Biaspaly¹, Tatsiana A. Hovar¹

¹RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus
National Academy of Sciences for Animal Husbandry”, Minsk, Republic of Belarus

²Department of Agricultural Sciences of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus

³RUE “Institute of Experimental Veterinary Medicine named after S.N. Vyshellessky”,
Minsk, Republic of Belarus

MAIN PRINCIPLES OF INCREASING THE RESILIENCE OF POIKILOTHERMAL ANIMALS — AQUACULTURE OBJECTS

Abstract. The basic principles of increasing the resilience of poikilothermic animals — objects of aquaculture are scientifically substantiated and formulated.



The effectiveness of the implementation of the principle of reducing the antigenic load and the principles of increasing the natural and specific resistance of fish in aquaculture conditions is shown. The integration of these principles into the fishery industry will allow creating stable communities in mono- and polyculture of fish and increasing fish productivity.

Keywords: resilience building, non-specific resistance, aquaculture

Введение. Изучение устойчивости пойкилотермных животных является сложной задачей. Однако актуальность исследований очевидна, поскольку эктотермы, к которым относятся и пойкилотермные животные, не имеют границ нормы физиологических показателей, а их реакция непосредственно зависит от температуры окружающей среды, ее изменения и целого ряда других факторов. Поэтому и скорость реакции на экстремальное воздействие будет различной и, как правило, сама реакция будет иметь необратимый характер [11, 19, 20].

Анализ последних исследований и публикаций. Устойчивость — это процесс, который позволяет как животным, так и человеку адаптироваться к неблагоприятным условиям и восстанавливаться после их воздействия [6]. Существует мнение, что причинами, определяющими низкую устойчивость животных к воздействию экстремальных факторов, могут быть особенности реакции внутриклеточных механизмов регуляции [21].

Устойчивость животного к болезни обычно оценивается путем измерения одного или нескольких компонентов иммунной системы. Эти иммунологические тесты показывают способность животного вызывать эффективный иммунный ответ [1].

В рамках комплексной стратегии борьбы с болезнями все более желательным является повышение устойчивости организма и, следовательно, иммунного ответа у животных [5].

Установлено, что применение пробиотиков, пребиотиков и синбиотиков заметно повышает устойчивость форели к *Streptococcus iniae* и увеличивает антиоксидантную активность [3].

Многие растения повышают устойчивость животных к патогенам, в т.ч. рыб и ракообразных [2, 8]. Имеются примеры применения композиций эфирных масел для повышения устойчивости в отношении бактерий и вирусов [4].

Показано, что для повышения устойчивости радужной форели к экспериментальному заражению *Flavobacterium psychrophilum* можно эффективно применять селективное разведение [7].



Цель исследований — установить эффективность реализации основных принципов повышения устойчивости пойкилотермных животных — объектов аквакультуры.

Материал и методика. Работа выполнялась в лабораторных, боксовых и аквариальных помещениях РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», а также в рыбоводных хозяйствах Республики Беларусь.

Для реализации основных принципов повышения устойчивости пойкилотермных животных — объектов аквакультуры и их оценки использовали:

- ♦ кормовую добавку Микс-Ойл (в основе концентрированная смесь натуральных эфирных масел чеснока, орегано и гвоздики, обладающая противомикробным действием);
- ♦ пробиотический препарат «Бакто-хелс» (в основе клетки, споры, продукты метаболизма спорообразующих бактерий *Bacillus amyloliquefaciens*);
- ♦ антигельминтный препарат «Празифен» (в основе празиквантел, фенбендазол, левамизол гидрохлорид, токоферола ацетат);
- ♦ инактивированную вакцину для профилактики аэромоноза прудовых рыб (в основе бактериальные культуры *Aeromonas hydrophila*, *A. sobria*).

Определение физиологических показателей осуществляли по общепринятым в ихтиопатологии методикам [12, 13, 14, 17]. Микробиологические исследования проводили согласно методическим указаниям [15], а также используя методы общей бактериологии [10]. Паразитологические исследования проводили по общепринятым методикам [9, 18]. Показатели естественной резистентности определяли согласно методическим указаниям [16].

Полученные результаты обрабатывали методами параметрической статистики с помощью пакета Excel 2007. Достоверность различий полученных результатов оценивали с помощью t-критерия Стьюдента и ТТЕСТ. Достоверными считали различия при $\alpha = 0,05$ (* $p > 0,95$). Цифровые данные представлены средней арифметической (M) и стандартным отклонением ($\pm m$).

Результаты исследований. На основании многолетнего опыта проведения научно-практических исследований нами были сформулированы основные принципы повышения устойчивости пойкилотермных животных:



- 1) принцип снижения антигенной нагрузки;
- 2) принцип повышения неспецифической резистентности и толерантности;
- 3) принцип повышения специфической резистентности.

Принцип снижения антигенной нагрузки. Для реализации принципа снижения антигенной нагрузки изучали эффективность применения препаратов этиотропной терапии.

Для снижения антигенной нагрузки, вызванной воздействием гельминтов, применяли противопаразитарный препарат «Празиufen», содержащий антигельминтный и иммуностимулирующий компоненты. Для снижения антигенной нагрузки, вызванной влиянием бактерий, использовали кормовую добавку Микс-Ойл, содержащую фитобиотический комплекс и обладающую антимикробным, противовирусным, иммуномодулирующим, противогрибковым, противовоспалительным действием.

Установлено, что для контроля над кишечными цестодами рр. *Khawia* и *Bothriocephalus*, а также плероцеркоидами цестоды *Ligula intestinalis*, паразитирующей в полости тела рыб, необходимо двукратное применение прازیфена с кормом в течение двух дней подряд в дозе 200 мг/кг. Это составляет 4 кг препарата на 1 т корма. При этом индекс обилия (ИО) для *Khaia sinensis* снижается с 2,5 до 0,1, для *Bothriocephalus claviceps* — с 2,0 до 0,1.

Чтобы вызвать гибель диплостоматид в хрусталиках глаз, Празиufen для рыб следует применять с кормом в дозе 500 мг/кг двукратно. При этом ИО уменьшается с 2,6 до 1,2. Зараженность рыбы кишечными цестодами также снижается. ИО уменьшается с 3,2 до 0,2.

Изучение показателей неспецифической (естественной) резистентности рыб на фоне применения Празифена показало, что снижение антигенной нагрузки приводит к повышению устойчивости рыб после применения препарата «Празиufen», что проявляется увеличением бактерицидной активности сыворотки крови (БАСК), фагоцитарной активности лейкоцитов (ФА), фагоцитарного индекса (ФИ) и фагоцитарного числа (ФЧ) по сравнению с контрольной группой (табл. 1).

Так наблюдали, что у рыб из контрольной группы значение показателей неспецифического клеточного и гуморального иммунитета остается стабильным (в сравнении «в начале» и «в конце» опыта). У рыб,



получавших препарат из расчета 200 мг АДВ/кг, регистрировали увеличение БАСК с 24,9 до 33,4 % (на 34,1 %); ФА — с 26,7 до 29,6 (на 10,8 %); ФИ — с 2,5 до 3,0 (на 20 %), ФЧ — с 66,8 до 88,8 (на 32,9 %). У рыб, получавших препарат из расчета 500 мг АДВ/кг, наблюдалось еще более существенное увеличение данных показателей: БАСК — с 24,3 до 34,8 % (на 43,2 %); ФА — с 25,9 до 33,0 (на 27,4 %); ФИ — с 2,7 до 3,7 (на 27 %), ФЧ — с 69,9 до 115,5 (на 65,2 %). Полученные результаты свидетельствует о положительном влиянии Празифена на показатели естественной резистентности организма рыб путем снижения антигенной нагрузки и иммуностимулирующего эффекта, вызывающего активизацию систем, ответственных за резистентность организма [22].

Таблица 1. Уровень неспецифической резистентности организма рыб после применения антигельминтика «Празифен»
Table 1. Indicators of non-specific resistance of the fish organism after the use of the anthelmintic “Prazifen”

Количество суток после применения препарата	Показатели неспецифической резистентности			
	БАСК, %	ФА, %	ФИ	ФЧ
Группа №1 (n=50, 200 мг АДВ/кг)				
До начала опыта	24,9 + 0,3	26,7 + 0,2	2,5 + 0,20	66,8 + 0,31
8 суток спустя	26,9 + 0,3	25,9 + 0,2	2,5 + 0,15	64,8 + 0,23
15 суток спустя	28,3 + 1,1	29,3 + 0,3	3,3 + 0,15	96,7 + 0,33
21 сутки спустя	33,4 + 0,9	29,6 + 0,2	3,0 + 0,10	88,8 + 0,18
Группа №2 (n=50, 500 мг АДВ/кг)				
До начала опыта	24,3 + 0,1	25,9 + 0,1	2,7 + 0,25	69,9 + 0,16
8 суток спустя	25,5 + 0,1	27,5 + 0,3	2,9 + 0,20	79,8 + 0,15
15 суток спустя	34,2 + 0,5	29,6 + 0,1	3,7 + 0,10	109,5 + 0,21
21 сутки спустя	34,8 + 0,4	33,0 + 0,2	3,5 + 0,10	115,5 + 0,32
Контроль				
До начала опыта	24,7 + 0,3	26,2 + 0,2	2,6 + 0,10	68,1 + 0,22
8 суток спустя	24,8 + 0,2	27,0 + 0,1	2,5 + 0,15	67,5 + 0,20
15 суток спустя	25,0 + 0,2	26,6 + 0,1	2,2 + 0,10	58,5 + 0,13
21 сутки спустя	24,8 + 0,1	26,4 + 0,3	2,5 + 0,05	66,0 + 0,15

Результаты определения эффективности кормовой добавки Микс-Ойл показали, что ее применение в дозе 600 г/т три дня подряд сокращает количество заболевших бактериальными инфекциями рыб в среднем вдвое, а количество погибших рыб стремится к нулю. Отмечали, что рыба опытной и контрольной групп активно двигалась. Включен-



ные в состав добавки Микс-Ойл фитобиотики улучшают перевариваемость питательных веществ комбикорма, вкусовые качества. Установлено увеличение поедаемости корма.

Полученные в результате исследований данные свидетельствуют об увеличении у рыб, получавших кормовую добавку Микс-Ойл, показателей естественной резистентности (табл. 2).

Таблица 2. Уровень неспецифической резистентности организма рыб после применения кормовой добавки Микс-Ойл
Table 2. Indicators of non-specific resistance of the fish organism after the use of the feed additive Mix-Oil

Группы	Показатели неспецифической резистентности			
	БАСК, %	ФА, %	ФИ	ФЧ
Опытная группа (n=50), получавшая корм с добавлением кормовой добавки Микс-Ойл из расчета 600 г/т				
До начала эксперимента	25,5 + 0,2	22,7 + 0,2	2,6 + 0,10	59,0 + 0,16
После завершения кормления	39,8 + 0,1	34,8 + 0,2	3,9 + 0,09	135,7 + 0,24
Контрольная группа (n=50), получавшая обычный корм без добавления кормовой добавки Микс-Ойл				
До начала эксперимента	28,8 + 0,2	25,1 + 0,1	2,7 + 0,10	67,8 + 0,22
После завершения кормления	30,3 + 0,3	26,8 + 0,3	2,5 + 0,11	67,0 + 0,18

Так у рыб, получавших кормовую добавку Микс-Ойл в дозе 600 г/т в течение 5 дней, наблюдалось увеличение БАСК — с 25,5 до 39,8 % (на 56,0 %); ФА — с 22,7 до 34,8 (на 23,6 %); ФИ — с 2,6 до 3,9 (на 50 %), ФЧ — с 59,0 до 135,7 (на 130,0 %, т.е. более, чем в 2 раза). Это свидетельствует о положительном влиянии кормовой добавки Микс-Ойл на устойчивость рыб. У рыб контрольной группы существенного увеличения или уменьшения показателей клеточного и гуморального иммунитета не отмечалось, их значения оставались стабильными: БАСК — 28,8–30,3 %, ФА — 25,1–26,8, ФИ — 2,7–2,5, ФЧ — 67,8–67,0.

Таким образом, для снижения антигенной нагрузки, вызванной возбудителями бактериальных инфекций рыб, прудовым хозяйствам можно рекомендовать кормовую добавку Микс-Ойл, применение которой приводит к активизации систем, ответственных за устойчивость организма.

Принцип повышения неспецифической (естественной) резистентности. Для реализации принципа повышения неспецифической (естественной) резистентности и определения устойчивости рыб к зараже-



нию *Aeromonas hydrophila* годовикам форели радужной и стерляди вводили *per os* 0,5 мл пробиотического препарата «Бакто-хелс» пять дней подряд в концентрациях $2,2 \times 10^9$, $2,2 \times 10^8$, $2,2 \times 10^7$, $2,2 \times 10^6$ колониобразующих единиц в 1 мл (КОЕ/мл). Затем рыбам из всех опытных и контрольных групп методом инъекций под грудной плавник вводили по 0,2–0,3 мл суточной культуры бактерий *Aeromonas hydrophila*. Наблюдение вели 14 дней. За период наблюдения заболевших и погибших особей среди рыб из опытных групп, получавших пробиотик в концентрации $2,2 \times 10^9$, не зарегистрировано, изменений в поведении рыбы не наблюдалось. Заболела 1 стерлядь и 1 форель из группы, получавшей препарат в концентрации $2,2 \times 10^8$, при этом стерлядь погибла. Среди рыб, получавших препарат в дозах $2,2 \times 10^7$, заболело 30 % и погибло 10 % стерляди, заболело 50 % и погибло 20 % форели. В группах, получавших суспензию «Бакто-хелс» с концентрацией $2,2 \times 10^6$, заболело 60 % и погибло 30 % стерляди, заболело 80 % и погибло 50 % форели. Смертность рыб в контрольных группах составила по 70 % (табл. 3).

Таблица 3. Выживаемость рыбы после применения пробиотика «Бакто-хелс» и заражения *Aeromonas hydrophila*
Table 3. Survival of fish after application of the Bacto-health probiotic and infection with *Aeromonas hydrophila*

Концентрация препарата, КОЕ/мл	Стерлядь		Форель	
	Смертность, %	Выживаемость, %	Смертность, %	Выживаемость, %
$2,2 \times 10^9$ (n=20)	0	100	0	100
$2,2 \times 10^8$ (n=20)	10	90	0	100
$2,2 \times 10^7$ (n=20)	10	90	20	80
$2,2 \times 10^6$ (n=20)	30	70	50	50
К (n=20)	70	30	70	30

Оптимальная доза применения пробиотика «Бакто-хелс» с кормом составила $2,2 \times 10^8$ КОЕ/кг веса рыбы, или 400 г/т корма.

Для оценки уровня неспецифической резистентности стерляди и форели опытных групп скармливали пробиотик «Бакто-хелс» в оптимальной дозе 5 дней подряд. Рыба из контрольных групп получала стандартный корм для осетровых и лососевых рыб без добавления пробиотика. У стерляди и форели (по 10 экз. рыб каждого вида в опытных и контрольных группах) была отобрана кровь для исследований.



Как видно из табл. 4, после применения пробиотика «Бакто-хелс» наблюдаются существенные различия между показателями крови рыб опытных и контрольных групп. У стерляди, получавшей «Бакто-хелс», БАСК выше на 32,2 %, ФА — на 30,9 %, ФИ — на 109 % (более чем в 2 раза) а ФЧ, характеризующее агрессивность лейкоцитов — на 175 % (2,53 против 0,92). У форели опытной группы БАСК выше на 69,4 %, ФА — на 48,9 %, ФИ — на 83,8 % а ФЧ — на 172 % (4,55 против 1,67).

Таблица 4. Уровень неспецифической резистентности организма рыб после применения пробиотика «Бакто-хелс»

Table 4. Indicators of nonspecific resistance of the fish organism after the use of the probiotic "Bakto-health"

Группа	БАСК, %	ФА, %	ФИ	ФЧ
Стерлядь				
Опытная группа	44,3±0,74	55±1,2	4,6±0,03	2,53±0,02
Контрольная группа	33,5±0,88	42±0,9	2,2±0,05	0,92±0,02
Форель				
Опытная группа	56,4±0,35	67±1,0	6,8±0,05	4,55±0,06
Контрольная группа	33,3±0,52	45±1,1	3,7±0,04	1,67±0,03

Таким образом, отмечено, что применение пробиотика «Бакто-хелс» значительно усиливает как клеточный, так и гуморальный неспецифический иммунитет стерляди и форели. При этом следует принять во внимание, что подавляющее большинство болезней рыб, не только бактериальных, но и вирусных, микозных, паразитарных и алиментарных напрямую зависят от уровня иммунитета рыб, т.е. поражают особей с ослабленным иммунитетом; рыбы с высоким уровнем резистентности не заболевают либо переносят болезнь в легкой форме. Следовательно, положительное влияние пробиотика на уровень естественной резистентности рыб, а, следовательно, их устойчивости, является важнейшим его свойством.

Принцип повышения специфической резистентности. Реализация принципа повышения устойчивости осуществлялась с применением инактивированной вакцины в качестве превентивной меры возникновения и распространения аэромоноза прудовых рыб.

В настоящее время в странах, занимающихся интенсивным рыболовством, актуальной задачей науки становится разработка биопрепаратов для иммунопрофилактики инфекционных заболеваний. Приме-



нение таких препаратов позволит снизить затраты на проведение противоэпизоотических мероприятий, повысить качество товарной рыбы, исключить формирование антибиотикорезистентных штаммов, патогенных как для выращиваемой рыбы, так и для человека. Анализируя полученные данные, установлено, что гематологические показатели у карпа и растительноядных рыб (белый амур, пестрый толстолобик) опытных и контрольных групп не имели достоверных отличий. Общий белок сыворотки крови составил: у карпа $17,5 \pm 0,41 - 19,6 \pm 0,41$ г/л, у белого амура — $17,6 \pm 0,37 - 18,6 \pm 0,52$ г/л, пестрого толстолобика — $1,69 \pm 0,42 - 19,2 \pm 0,64$ г/л в опытных группах и $19,1 \pm 0,43$ г/л, $18,1 \pm 0,39$ г/л и $17,0 \pm 0,4$ г/л соответственно в контрольных группах. Через 14 дней после вакцинации оценивали антигенные свойства в реакции агглютинации (РА). Титр антител у рыб опытных групп составил 1:40, в контрольных группах — не превышал 1:10.

Таким образом, на формирование устойчивости пойкилотермных животных влияет множество различных факторов, в том числе, изменения качества среды, патогены различных экологических групп (бактерии, гельминты, простейшие и др.). Эти факторы взаимосвязаны и взаимозависимы. Понимание взаимодействия множества внешних и внутренних факторов с механизмами регуляции организма является одним из важнейших вопросов при формировании основных принципов повышения устойчивости пойкилотермных животных.

Заключение. Результаты проведенных исследований показали, что применение Празифена и Микс-Ойла являются эффективными способами снижения антигенной нагрузки на организм рыб.

Применение Празифена в дозе 200 мг/кг двукратно приводит к уменьшению зараженности гельминтами. При этом индекс обилия (ИО) для *Khaia sinensis* снижается с 2,5 до 0,1, для *Bothriocephalus claviceps* — с 2,0 до 0,1. Использование Празифена в дозе 500 мкг/кг двукратно вызывает гибель и кишечных цестод и диплостом. При этом ИО кишечных цестод снижается с 3,2 до 0,2, ИО диплостом уменьшается с 2,6 до 1,2.

Включение в рацион кормовой добавки Микс-Ойл в дозе 600 г/т три дня подряд сокращает количество заболевших бактериальными инфекциями рыб в среднем вдвое, а количество погибших рыб стремится к нулю.



Снижение антигенной нагрузки приводит к повышению устойчивости рыб. Выявлено положительное влияние Празифена и Микс-Ойла на показатели естественной резистентности. У рыб, получавших Празифен из расчета 200 мг АДВ/кг, регистрировали увеличение БАСК на 34,1 %, ФА — на 10,8 %, ФИ — на 20 %, ФЧ — на 32,9 %. У рыб, получавших Празифен из расчета 500 мг АДВ/кг, наблюдалось еще более существенное увеличение данных показателей: БАСК — на 43,2 %, ФА — на 27,4 %, ФИ — на 27 %, ФЧ — на 65,2 %. У рыб, получавших кормовую добавку Микс-Ойл в дозе 600 г/т в течение 5 дней, наблюдалось увеличение БАСК на 56,0 %, ФА — на 23,6 %, ФИ — на 50 %, ФЧ — в 2,30 раза.

При реализации принципа повышения неспецифической (естественной) резистентности определяли устойчивость к заражению *Aeromonas hydrophila* годовиков форели радужной и стерляди после применения пробиотика «Бакто-хелс». Установлено, что оптимальным является введение пробиотика «Бакто-хелс» с кормом в дозе $2,2 \times 10^8$ КОЕ/кг веса рыбы, или 400 г/т корма. При этом у стерляди, получавшей «Бакто-хелс», БАСК повышается на 32,2 %, ФА — на 30,9 %, ФИ — в 2,1 раза, а ФЧ — в 2,7 раз. У форели БАСК увеличивается на 69,4 %, ФА — на 48,9 %, ФИ — на 83,8 % а ФЧ — в 2,7 раз.

Применение инактивированной вакцины в качестве превентивной меры возникновения и распространения аэромоноза прудовых рыб и реализации принципа повышения специфической резистентности показало, что титр антител у рыб является защитным и составляет 1:40.

Таким образом, результаты реализации основных принципов повышения устойчивости рыб показали эффективность их применения. Полученные данные могут быть использованы в управлении сообществами видов пойкилотермных животных, в том числе для контроля патогенов, особенно в условиях аквакультуры. Объекты аквакультуры в силу своего предназначения постоянно находятся под действием стрессовых факторов, поэтому принципы повышения устойчивости организма рыбы должны быть интегрированы в рыбохозяйственную деятельность. При этом экономическая эффективность достигается посредством получения высококачественной рыбопродукции, предотвращения и минимизации гибели рыбы.



Перспектива дальнейших исследований. Основные принципы повышения устойчивости рыб обоснованы для включения в мероприятия по оздоровлению и превентивным мерам контроля возникновения и распространения патогенов, что обеспечит высокую эффективность и экономическую целесообразность данных мероприятий в условиях аквакультуры. Полученные данные являются научной основой для создания стабильных сообществ, позволяющих увеличить продуктивность рыбохозяйственной отрасли.

Список использованных источников

1. Adamo, S.A. Estimating disease resistance in insects: phenoloxidase and lysozyme-like activity and disease resistance in the cricket *Gryllus texensis* / S.A. Adamo // *J. of Insect Physiology*. — 2004. — Vol. 50, № 2/3. — P. 209–216. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2003.11.011>.
2. Harikrishnan, R. In vitro and in vivo studies of the use of some medicinal herbs against the pathogen *Aeromonas hydrophila* in goldfish / R. Harikrishnan, C. Balasundaram // *J. of Aquatic Animal Health*. — 2008. — Vol. 20, № 3. — P. 165–176. <https://doi.org/10.1577/H05-035.1>.
3. Effects of galactooligosaccharide and *Pediococcus acidilactici* on antioxidant defence and disease resistance of rainbow trout, *Oncorhynchus Mykiss* / S.H. Hoseinifar, S.M. Hoseini, D. Bagheri // *Annals of Animal Science*. — 2017. — Vol. 17, № 1. — P. 217–227. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0024>.
4. Phytochemical analysis and in vitro antiviral activities of the essential oils of seven Lebanon species / M.R. Loizzo [et al.] // *Chemistry a. Biodiversity*. — 2008. — Vol. 5, № 3. — P. 461–470. <https://doi.org/10.1002/cbdv.200890045>.
5. Pinard-van der Laan, M.H. Immune modulation: the genetic approach / M.H. Pinard-van der Laan // *Veterinary Immunology a. Immunopathology*. — 2002. — Vol. 87, № 3/4. — P. 199–205. [https://doi.org/10.1016/S0165-2427\(02\)00075-2](https://doi.org/10.1016/S0165-2427(02)00075-2).
6. Resilience and immunity / R. Dantzer [et al.] // *Brain, Behavior a. Immunity*. — 2018. — Vol. 74. — P. 28–42. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2018.08.010>.
7. Response to selection for bacterial cold water disease resistance in rainbow trout / T.D. Leeds [et al.] // *J. of Animal Science*. — 2010. — Vol. 88, № 6. — P. 1936–1946. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2538>.
8. Yilmaz, E. Potential of medical herbal products to be used in aquaculture / E. Yilmaz, O. Taşbozan, C. Erbaş // *Eastern Anatolian J. of Science*. — 2018. — Vol. 6, № 2. — P. 16–23.
9. Быховская-Павловская, И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. — Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1985. — 123 с.



10. Методы общей бактериологии : учеб.-метод. пособие / Д.А. Васильев [и др.]. — Ульяновск : Ульян. ГСХА, 2003. — 130 с.
11. Влияние некоторых факторов стресса на уровень кортизола у радужной форели / С.В. Полоз [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводству. — Минск, 2019. — Вып. 35. — С. 231–237.
12. Практикум по ихтиопатологии : учеб. пособие / Н.А. Головина [и др.] ; под ред. Н. А. Головиной. — М. : Моркнига, 2016. — 417 с.
13. Головина, Н.А. Гематология прудовых рыб / Н.А. Головина, И.Д. Тромбицкий. — Кишинев : Штиинца, 1989. — 158 с.
14. Иванова, Н.Т. Атлас клеток крови рыб: сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб / Н.Т. Иванова. — М. : Лег. и пищевая пром-сть, 1983. — 80 с.
15. Методические указания по диагностике, профилактике и лечению бактериальных инфекций (аэромоназ, псевдомоназ) у растительноядных рыб : утв. Гл. упр. ветеринарии М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь 16.02.2005. — Минск, 2005. — 8 с.
16. Методические указания по определению уровня естественной резистентности и оценке иммунного статуса рыб : утв. Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ 25 нояб. 1999 г., № 13-4-2/1795. — М., 1999. — 20 с.
17. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб : (утв. Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода России 2 февр. 1999 г., № 13-4-2/1487) // Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб : в 2 ч. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Рос. Федерации. — М., 1999. — Ч. 2. — С. 69–97.
18. Методы изучения микозов рыб / В.А. Мусселиус [и др.] // Лабораторный практикум по болезням рыб : учеб. пособие / В.А. Мусселиус [и др.] ; под ред. В.А. Мусселиус. — М., 1983. — С. 174–186.
19. Маркеры устойчивости пойкилотермных животных к стрессовому воздействию / С.В. Полоз [и др.] // Эпизоотология. Иммунобиология. Фармакология. Санитария. — 2021. — № 1. — С. 34–40. <https://doi.org/10.47612/2224-168X-2021-1-34-40>.
20. Полоз, С.В. Влияние абиотических факторов на формирование устойчивости у пойкилотермных животных / С.В. Полоз, С.М. Дегтярик // Экология и живот. мир. — 2021. — № 2. — С. 7–12. <https://doi.org/10.47612/2224-1647-2021-2-7-12>.
21. Сергиенко, Н.Г. Специфичность механизмов внутриклеточной регуляции в сердце крыс при экспериментальных воздействиях / Н.Г. Сергиенко, Т.А. Ченчик // Проблемы криобиологии. — 1997. — № 1–2. — С. 81–84.
22. Способ повышения устойчивости и оздоровления рыб от гельминтов / С.М. Дегтярик [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т рыб. хоз-ва, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по животноводс-



тву. — Минск, 2022. — Вып. 37. — С. 295–304. <https://doi.org/10.47612/978-985-880-00000-0-2022-37-295-304>.

Reference

1. Adamo S.A. Estimating disease resistance in insects: phenoloxidase and lysozyme-like activity and disease resistance in the cricket *Gryllus texensis*. *Journal of Insect Physiology*, 2004, vol. 50, no. 2/3, pp. 209–216. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2003.11.011>.
2. Harikrishnan R., Balasundaram C. In vitro and in vivo studies of the use of some medicinal herbs against the pathogen *Aeromonas hydrophila* in goldfish. *Journal of Aquatic Animal Health*, 2008, vol. 20, no. 3, pp. 165–176. <https://doi.org/10.1577/H05-035.1>.
3. Hoseinifar S.H., Hoseini S.M., Bagheri D. Effects of galactooligosaccharide and *Pediococcus acidilactici* on antioxidant defence and disease resistance of rainbow trout, *Oncorhynchus Mykiss*. *Annals of Animal Science*, 2017, vol. 17, no. 1, pp. 217–227. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0024>.
4. Loizzo M.R., Saab A.M., Tundis R., Statti G.A., Menichini F., Lampronti I., Gambari R., Cinatl J., Doerr H.W. Phytochemical analysis and in vitro antiviral activities of the essential oils of seven Lebanon species. *Chemistry and Biodiversity*, 2008, vol. 5, no. 3, pp. 461–470. <https://doi.org/10.1002/cbdv.200890045>.
5. Pinar-d-van der Laan M.H. Immune modulation: the genetic approach. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 2002, vol. 87, no. 3–4, pp. 199–205. [https://doi.org/10.1016/S0165-2427\(02\)00075-2](https://doi.org/10.1016/S0165-2427(02)00075-2).
6. Dantzer R., Cohen S., Russo S.J., Dinan T.G. Resilience and immunity. *Brain, Behavior and Immunity*, 2018, vol. 74, pp. 28–42. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2018.08.010>.
7. Leeds T.D., Silverstein J.T., Weber G.M., Vallejo R.L., Palti Y., Rexroad III C. E., Evenhuis J., Hadidi S., Welch T. J., Wiens G. D. Response to selection for bacterial cold water disease resistance in rainbow trout. *Journal of Animal Science*, 2010, vol. 88, no. 6, pp. 1936–1946. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2538>.
8. Yilmaz E., Taşbozan O., Erbaş Ç. Potential of medical herbal products to be used in aquaculture. *Eastern Anatolian Journal of Science*, 2018, vol. 6, no. 2, pp. 16–23.
9. Bykhovskaya-Pavlovskaya I.E. *Fish parasites: a study guide*. Leningrad, Nauka Publ., 1985. 123 p. (in Russian).
10. Vasil'ev D.A., Shcherbakov A.A., Karpunina L.V., Zolotukhin S.N., Shvidenko I. G. *Methods of general bacteriology*. Ulyanovsk, Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2003. 130 p. (in Russian).
11. Poloz S.V., Bepalyi A.V., Degtyarik S.M., Slobodnitskaya G.V. Influence of some stress factors on cortisol levels in rainbow trout. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers*. Minsk, 2019, iss. 35, pp. 231–237 (in Russian).



12. Golovina N.A., Avdeeva E.V., Evdokimova E.B., Kazimirchenko O.V., Kotlyarchuk M.Yu. *Workshop on ichthyopathology*. Moscow, Morkniga Publ., 2016. 417 p. (in Russian).
13. Golovina N.A., Trombitskii I.D. *Hematology of pond fish*. Chisinau, Shtiintsa Publ., 1989. 158 p. (in Russian).
14. Ivanova N.T. *Atlas of fish blood cells: comparative morphology and classification of blood cells in fish*. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1983. 80 p. (in Russian).
15. *Guidelines for the diagnosis, prevention and treatment of bacterial infections (aeromonosis, pseudomonosis) in herbivorous fish: approved by the Main Department of Veterinary Medicine of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus on February 16, 2005*. Minsk, 2005. 8 p. (in Russian).
16. *Guidelines for determining the level of natural resistance and assessing the immune status of fish: approved Department of Veterinary Medicine of the Ministry of Agriculture and Food of the Russian Federation 25 November 1999, no. 13-4-2/1795*. Moscow, 1999. 20 p. (in Russian).
17. *Guidelines for conducting hematological examination of fish: approved by the Ministry of Agriculture and Food of the Russian Federation 02.02.1999, no. 13-4-2-/1487. Sbornik instruksii po bor'be s boleznyami ryb [Collection of instructions for the fight against fish diseases]*. Moscow, 1999, pt. 2, pp. 69–97 (in Russian).
18. Musselius V.A., Vanyatinskii V.F., Vikhman A.A., Golovina N.A., Golovin P.P., Marchenko A.M., Shchelkunova T.I., Shchelkunov I.S., Yukhimenko L.N. *Methods for studying fish mycoses. Laboratornyi praktikum po boleznyam ryb [Laboratory workshop on fish diseases]*. Moscow, 1983, pp. 174–186 (in Russian).
19. Poloz S.V., Degtyarik S.M., Slobodnitskaya G.V., Strelchenya I.I. Markers of resistance of poikylotherm animals to stress impact. *Epizootologiya. Immunobiologiya. Farmakologiya. Sanitariya = Epizootology. Immunobiology. Pharmacology. Sanitation*, 2021, no. 1, pp. 34–40 (in Russian). <https://doi.org/10.47612/2224-168X-2021-1-34-40>.
20. Polaz S.V., Degtyarik S.M. Abiotic factors influences the formation of resistance poikilothermic animals. *Ekologiya i zhivotnyi mir = Ecology and Animal World*, 2021, no. 2, pp. 7–12 (in Russian). <https://doi.org/10.47612/2224-1647-2021-2-7-12>.
21. Sergienko N.G., Chenchik T.A. Specificity of the mechanisms of intracellular regulation in the heart of rats under experimental influences. *Problemy kriobiologii [Problems of cryobiology]*, 1997, no. 1–2, pp. 81–84 (in Russian).
22. Dziahtsiaryk S., Polaz S., Biaspaly A., Slabodnitskaya H. Method for increasing the resistant and healthy of fish ageinst helminthes. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sbornik nauchnykh trudov = Belarus fish industry problems: collection of scientific papers*. Minsk, 2021, iss. 37, pp. 295–304 (in Russian). <https://doi.org/10.47612/978-985-880-000000-0-2022-37-295-304>.

**Сведения об авторах**

- Полоз Светлана Васильевна* — кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lana.poloz@gmail.com
- Дегтярик Светлана Михайловна* — кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией болезней рыб, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lavrushnek@mail.ru
- Максимьюк Евгения Владимировна* — научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: jenua_maksimjuk@mail.ru
- Гребнева Елена Ивановна* — кандидат ветеринарных наук, главный специалист, Отделение аграрных наук, Национальная академия наук Беларуси (пр. Независимости, 66, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: grebneva@presidium.bas-net.by
- Стрельчегя Ирина Ивановна* — кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» (ул. Брикета, 26, 220063, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pemsstrel@tut.by
- Слободницкая Галина Владимировна* — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: slobodnickaja.g.v@gmail.com
- Беспалый Алексей Викторович* — научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: salmotmf@gmail.com
- Говор Татьяна Альфонсовна* — научный сотрудник, РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: govorta@tut.by

Information about authors

- Sviatlana V. Polaz* — Ph.D. (Veterinary), RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lana.poloz@gmail.com
- Sviatlana M. Dziahstsiaryk* — Ph.D. (Biological), Associate professor, Head of the Laboratory of Fish Diseases, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lavrushnek@mail.ru
- Yauheniya U. Maksimyyuk* — Researcher, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal



Husbandry” (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: jenya_maksimjuk@mail.ru

Elena I. Hrebneva — Ph.D. (Veterinary), Chief Specialist, Department of Agricultural Sciences, The National Academy of Sciences of Belarus (66, Independence Ave., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: grebneva@presidium.bas-net.by

Irina I. Strelthenla — Ph.D. (Veterinary), Institute of Experimental Veterinary Medicine named after S.N. Vysheslesky, The National Academy of Sciences of Belarus (26, Briceta Str., 220063, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pemsstrel@tut.by

Halina U. Slabodnitskaya — Ph.D. (Agricultural), RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: slobodnickaja.g.v@gmail.com

Aliaksei V. Biaspaly — Researcher, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: salmotmf@gmail.com

Tatsiana A. Hovar — Researcher, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: govorta@tut.by