

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКА «ЭНЗИМСПОРИН» НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГИБРИДА ЛЕНСКОГО ОСЕТРА И БЕЛУГИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Г.И. ПРОНИНА¹, Э.В. БУБУНЕЦ¹, А.П. ГЛЕБОВ², Р.В. ЖЕЛАНКИН³

(¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева;
²Центральный филиал ФГБУ «Главрыбвод»; ³ГБУ «Мосветобъединение»)

*Для устойчивого роста, повышения резистентности и эффективности усвоения корма целесообразным является применение пробиотиков. В настоящее время существуют коммерческие пробиотические продукты, приготовленные из бактерий *Vacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Enterococcus sp.*, *Carnobacterium sp.* Использование пробиотической добавки «Энзимспорин» в рыбоводстве находится в зачаточном состоянии, однако имеются сведения об эффективности выращивания радужной форели при его применении. В этой связи актуальной задачей является исследование влияния пробиотика «Энзимспорина» на морфофизиологические показатели молоди гибрида ленского осетра и белуги (ленбела) в существующих условиях культивирования. На начальном этапе рыбы были подразделены на 8 групп по 50 рыб по принципу пар аналогов. Крупные и мелкие особи подразделялись на 4 группы: контрольная и опытные – с дозой внесения Энзимспорина 1 г/кг; 1,5 г/кг; 2 г/кг корма соответственно. Продолжительность опыта составила 60 дней. Тотальные обловы проводились в начале и конце опыта, промежуточные – каждые 15 сут. Индивидуально взвешивалось 25–35% от общего количества рыбы в бассейне. Физиологическое состояние и иммунный статус ленбела оценивался по гематологическим и цитохимическим показателям. Кровь для анализа отбиралась из хвостовой вены рыб прижизненно. Состав лейкоцитов и долю незрелых форм клеток определяли в окрашенных по Паппенгейму мазках периферической крови на цифровом микроскопе. Фагоцитарная активность нейтрофилов рыб оценивалась с помощью лизосомально-катионного теста цитохимическим методом с бромфеноловым синим. За 2 мес. опыта основные гидрохимические показатели (рН, нитриты, нитраты, аммоний), температура воды и содержание растворенного в ней кислорода находились в пределах технологических норм. Лучшие абсолютные и относительные показатели роста получены в опытных группах, получавших пробиотик в дозе 1,5 г/кг корма. У этих рыб были отмечены высокие показатели: абсолютный и относительный прирост, абсолютная и относительная скорость роста, коэффициент массонакопления. Лучшая выживаемость зафиксирована в группе мелких годовиков ленбела при дозе пробиотика 2 г/кг корма. У крупных рыб максимальная выживаемость (80%) отмечена при дозе Энзимспорина 1 г/кг. В нейтрофилах крови рыб опытных групп достоверно больше лизосомального катионного белка – активация клеточного иммунитета.*

Ключевые слова: Энзимспорин, ленбел, абсолютные и относительные показатели роста, гематологические и цитохимические показатели

Введение

Рыбы при выращивании подвергаются воздействию негативных факторов, связанных с интенсивными технологиями [20]. Водная среда, которая постоянно находится в контакте с рыбой, должна иметь приемлемое качество с точки зрения ее биологических, химических и физических свойств.

О важности изучения влияния абиотических факторов на гидробионтов и их гибридные формы указывают как ученые-классики, так и современные исследователи [2–4,

7, 14]. Чтобы сохранить поголовье рыб, важно, чтобы изменение биотических и абиотических факторов было постепенным, поскольку быстрое изменение термических и гидрохимических параметров может привести к серьезному стрессу, снижению устойчивости к болезням, а в критических случаях – к гибели рыбы [22].

Использование пробиотиков в практике аквакультуры обусловлено необходимостью повышения резистентности водных организмов, их устойчивого роста и эффективностью усвоения корма. Позже пробиотики стали применяться для улучшения качества воды и для борьбы с бактериальными инфекциями. Нами уже отмечалось, что несбалансированность кормов приводит к повышению содержания жира в мышцах, а при более продолжительном применении – и в гонадах [10].

Имеются документальные доказательства того, что пробиотики могут улучшать усвояемость питательных веществ, повышать толерантность лососевых к стрессу [5] и стимулировать их размножение [19]. В настоящее время существуют коммерческие пробиотические продукты, приготовленные из различных видов бактерий – таких, как *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Enterococcus* sp., *Carnobacterium* sp., дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* и др. Показана способность *Bacillus* sp. уменьшить долю *Vibrio* sp. в прудах с креветками, особенно в донных отложениях [21, 24].

В открытом доступе есть данные о применении различных пробиотиков в осетроводстве [1, 6, 13]. Кормовая пробиотическая добавка «Энзимспорин» используется для оптимизации процессов пищеварения, повышения продуктивности и сохранности свиней, крупного рогатого скота и сельскохозяйственной птицы, но в рыбоводстве практически не испытана. Однако проведенные исследования показали ее эффективность при выращивании радужной форели [12]. В этой связи представляется целесообразным провести исследования по применению пробиотика «Энзимспорин» при выращивании осетровых рыб.

Цель исследований: определить влияние пробиотика «Энзимспорин» на морфофизиологические показатели гибрида ленского осетра и белуги (ленбел) при выращивании в аквакультуре в возрасте 1 год.

Материал и методы исследований

Объектом для проведения эксперимента в производственных условиях послужили 4 группы мелких (начальная масса – 134–157 г) и 4 группы крупных (начальная масса – 190–264 г) особей по 50 рыб по принципу аналогов гибридов ленского осетра и белуги (ленбел) в возрасте годовиков. Из них одна контрольная и три опытных группы, отличающиеся количеством внесенного в корм Энзимспорина: 1 г/кг; 1,5 г/кг; 2 г/кг корма соответственно. Пробиотик вносили в корм путем опрыскивания и высушивания на воздухе при комнатной температуре. Корм давали по рассчитанным нормам в зависимости от массы рыб.

Продолжительность опыта составила 2 мес. (60 дней). Оценка гидрохимических показателей производилась ежедневно по общепринятым методикам [2]. Тотальные обловы проводились в начале и конце опыта, контрольные (промежуточные) – каждые 15 сут. В результате индивидуально взвешивалось 25–35% от общего количества рыбы в бассейне.

Масса тела рыбы определялась индивидуальным взвешиванием. Приросты и скорость роста в контрольных и опытных группах рассчитывались в соответствии с рекомендациями А.П. Завьялова и Ю.И. Есавкина [9].

Физиологическое состояние и иммунный статус рыб оценивался по гематологическим и цитохимическим показателям. Кровь для анализа отбиралась из хвостовой вены рыб прижизненно. Состав лейкоцитов и долю незрелых форм клеток определяли в окрашенных

по Паппенгейму мазках периферической крови на цифровом микроскопе Биолаб ЛЮМ 11, Россия [18].

Фагоцитарная активность нейтрофилов рыб оценивалась с помощью лизосомально-катионного теста цитохимическим методом с бромфеноловым синим, адаптированным для гидробионтов [17].

Средний цитохимический коэффициент (СЦК) рассчитывали по формуле [22]:

$$\text{СЦК} = \frac{0 \times N_0 + 1 \times N_1 + 2 \times N_2 + 3 \times N_3}{100},$$

где N_0, N_1, N_2, N_3 – количество нейтрофилов с активностью 0, 1, 2, 3 баллов соответственно; $N_0 + N_1 + N_2 + N_3 = 100$.

Статистическую обработку цифровых материалов производили в Microsoft Excel с использованием общепринятых методов вариационной статистики [11, 16], достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

За 2 месяца опыта основные гидрохимические показатели (рН, нитриты, нитраты, аммоний), температура воды и содержание растворенного в ней кислорода находились в пределах технологических норм.

Анализируя полученные результаты, можно констатировать: в группе мелких годовиков ленбела полученная разность начальной и конечной массы является недостоверной, тогда как в группе крупных достоверность разности этих показателей между контрольной и опытными группами сохранилась; лучшие абсолютные и относительные показатели роста получены в опытных группах, получавших пробиотик в дозе 1,5 г/кг корма (табл. 1). Так, по сравнению с контролем в мелких и крупных группах величины абсолютного прироста и абсолютной скорости роста были выше на 9,0% и 10,4%, относительный

Таблица 1

Основные показатели роста двух групп годовиков Ленбела

Показатели	Контроль	Мелкие			Крупные			
		Опыт, 1 г/кг	Опыт, 1,5 г/кг	Опыт, 2 г/кг	Контроль	Опыт, 1 г/кг	Опыт, 1,5 г/кг	Опыт, 2 г/кг
M_0 , г	146,6±23,3	152,0±19,4	133,6±13,4	156,4±16,3	264,4±21,5	201,6±16,4*	189,6±20,3*	199,6±18,2*
M_k , г	329,3±35,1	340,0±15,6	332,8±15,1	318,3±17,2	443,4±25,2	346,0±34,3*	387,3±17,7*	356,7±22,9*
A, г/шт.	182,70	188,00	199,20	161,90	179,00	144,40	197,70	157,10
O, %	55,48	55,29	59,86	50,86	40,37	41,73	51,05	44,04
C, г/сут.	3,05	3,13	3,32	2,70	2,98	2,41	3,30	2,62
$C_{\text{вр}}$, %	1,28	1,27	1,42	1,14	0,84	0,88	1,14	0,94
Kм	0,0816	0,0821	0,0908	0,0720	0,0604	0,0578	0,0772	0,0624
Выживаемость, %	60,0	56,0	58,0	72,0	70,0	80,0	60,0	60,0

*Различия достоверны по сравнению с контролем ($P \leq 0,05$).

прирост – на 7,9 и 26,4%, относительная скорость роста – на 11,3 и 35,5%, коэффициент массонакопления – на 11,3 и 27,8% соответственно. Однако лучшая выживаемость (72%) зафиксирована в группе мелких годовиков Ленбела при дозе пробиотика 2 г/кг корма, что на 12% выше контроля, на 16 и 14% выше в других опытных группах. У крупных рыб максимальная выживаемость (80%) отмечена при дозе «Энзимспорина» 1 г/кг.

Вероятно, более высокая выживаемость и, как следствие, увеличенная плотность посадки не позволили в полной мере реализовать абсолютные и относительные показатели роста. В этой связи при выращивании ленбела с начальной массой 130–160 г можно рекомендовать внесение в корма Энзимспорина в дозировке 1,5–2,0 г/кг, для годовиков массой 190–200 г – 1,0–1,5 г/кг. Для уточнения дозировки необходимо проведение дальнейших исследований.

При сравнении показателей крови было выявлено, что добавление пробиотика не вызвало достоверных изменений общего числа эритроцитов и лейкоцитов в крови рыб (табл. 2).

Таблица 2

Гематологические и цитохимические показатели годовиков гибрида (ленбел)

Показатели	Контроль	Опыт	Норма для осетровых рыб*
Гематологические показатели			
Общее число эритроцитов, 10 ¹² шт/л	1,49±0,05	1,66±0,07	1,5–2,5
Общее число лейкоцитов, 10 ⁶ шт/л	27,2±2,1	33,4±1,9	25–50
Эритрограмма, %			
Эритробласты	1,2±0,2	0,7±0,2	0–3
Нормобласты	3,1±0,3	1,4±0,5*	0–8
Зрелые эритроциты	95,7±0,5	97,9±0,5	79–99
Лейкоцитарная формула, %			
Миелобласты	0	0	0–1
Промиелоциты	0	0	0–2
Миелоциты	0	2,8±0,2*	0–8
Метамиелоциты	0,6±0,4	0,6±0,2	0–13
Палочкоядерные нейтрофилы	2,1±0,9	0,8±0,4	0–14
Сегментоядерные	2,6±0,5	1,4±0,9	0–19
Эозинофилы	13,2±2,9	7,8±1,1*	0–15
Базофилы	0,4±0,2	0,2±0,2	0–1
Моноциты	0,4±0,2	1,2±0,2*	0–9
Лимфоциты	80,7±3,1	85,2±0,8	72–91
Лизомально-катионный тест			
СЦК, ед.	1,05±0,04	1,52±0,10*	0,8–2,1

*[8, 15].

Интенсивность эритропоеза в опытной группе снизилась по сравнению с контролем судя по доле незрелых клеток эритроидного ряда (нормобластов). Однако при применении пробиотика у годовиков ленбела отмечена большая доля бластных форм лейкоцитов (миелоцитов) в лейкограмме (рис. 1). Энзимспорин вызвал увеличение процента моноцитов, что может свидетельствовать об усилении фагоцитарной активности. В норме относительное количество эозинофилов в крови рыб является невысоким. В опыте доля эозинофилов была оптимальной, в контроле – близко к верхней границе нормы. Вероятно, данный факт связан с нормализацией микрофлоры кишечника рыб опытных групп за счет пробиотика.

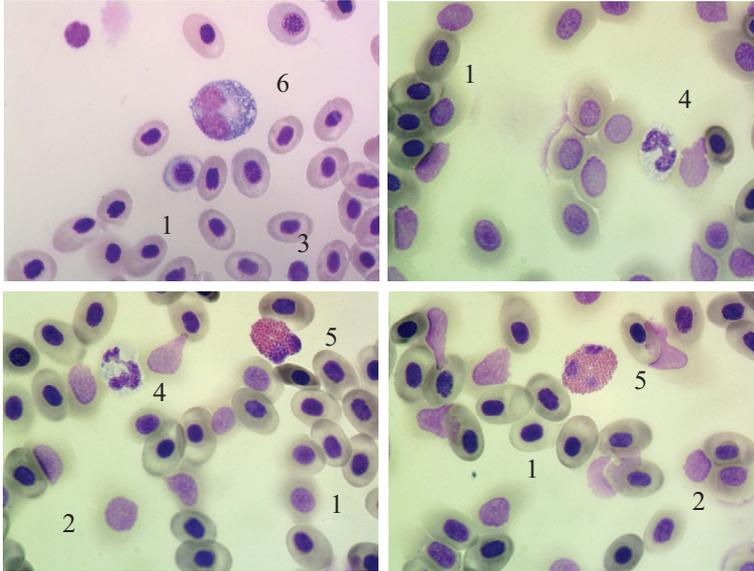
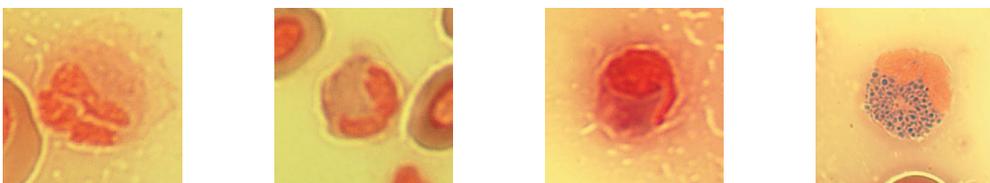


Рис. 1. Картина крови ленбела (увеличение $\times 100$). Форменные элементы:
 1 – зрелые эритроциты; 2 – нормобласт; 3 – лимфоцит;
 4 – сегментоядерный нейтрофил; 5 – эозинофил; 6 – базофил

Содержание неферментного катионного белка в лизосомах нейтрофилов периферической крови определялось микроскопически на цифровом микроскопе Биолаб 11 (Россия). По степени фагоцитарной активности исследуемые клетки были подразделены на 4 группы (рис. 2):

- 0 степень – гранулы катионного белка отсутствуют;
- 1 степень – единичные гранулы;
- 2 степень – гранулы занимают примерно 1/3 цитоплазмы;
- 3 степень – гранулы занимают 1/2 цитоплазмы и более.

В нейтрофилах крови рыб опытных групп достоверно больше лизосомального катионного белка – активация клеточного иммунитета (табл. 2).



0 степень активности 1 степень активности 2 степень активности 3 степень активности
Рис. 2. Выпавший катионный белок в нейтрофилах ленбела в реакции с бромфеноловым синим

Выводы

Таким образом, лучшие абсолютные и относительные показатели роста получены в опытных группах, получавших пробиотик в дозе 1,5 г/кг корма. Эту норму можно рекомендовать при выращивании ленбела массой от 130 до 400 г. Очевидно, что дальнейшие исследования на особей массой 130–150 г по влиянию Энзимспорина необходимо проводить в интервале дозировки 1,5–2,0 г/кг корма, на особей массой 190–250 г – в интервале 1,0–1,5 г/кг корма.

Применение Энзимспорина вызвало уменьшение доли бластных форм эритроцитов в эритрограмме и усиление лейкопоза (по лейкограмме). При использовании пробиотика активировался клеточный иммунитет: происходило увеличение доли фагоцитирующих клеток – моноцитов в лейкоцитарной формуле, увеличивалось содержание катионного белка в лизосомах микрофагов – нейтрофилов.

Библиографический список

1. *Абросимова К.С.* Изменение липидного обмена молоди бестера в процессе развития тимпании // Журнал фундаментальных и прикладных исследований Астраханского государственного университета. Естественные науки. – 2011. – № 1 (34). – С. 85–90.
2. *Бессонов Н.М.* Рыбохозяйственная гидрохимия / Н.М. Бессонов, Ю.А. Привезенцев. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 158,[1] с.: ил., карт.; 22 см.
3. *Бубунец Э.В.* К вопросу об оценке температурных условий при культивировании осетровых в тепловодных хозяйствах // Рыбное хозяйство – 2017. – № 2. – С. 75–79.
4. *Бурцев И.А., Николаев А.И., Сафронов А.С., Зуевский С.Е., Ефимов А.Б., Дудин К.В.* Пути повышения эффективности промышленного воспроизводства осетровых рыб // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб. – СПб.: ГосНИОРХ, 2010. – С. 29–31.
5. *Дементьев Д.С., Калайда М.Л.* Использование кормовой добавки на основе продуктов пчеловодства «Винивет» и минеральной цеолитсодержащей добавки «ZEOL» в кормлении стальноголового лосося // Зоотехния. – 2021. – № 9. – С. 23–27.
6. *Жандалгарова А.Д., Поляков А.В., Бахарева А.А., Грозеску Ю.Н.* Использование пробиотических препаратов с иммуномодулирующим действием в кормах для осетровых рыб при садковом выращивании // Известия Самарского научного центра РАН. – 2018. – Т. 20, № 2. – С. 107–111.
7. *Жигин А.В.* Выращивание осетровых в замкнутых системах // Обзорная информация. Прибрежное рыболовство и аквакультура. – 2006. – Вып. 2. – 52 с.
8. *Житенева Л.Д., Макаров Э.В., Рудницкая О.А.* Основы ихтиогематологии (в сравнительном аспекте) = The fundamentals of ichthyohematology (in comparative aspects) / Л.Д. Житенева, Э.В. Макаров, О.А. Рудницкая; Федер. гос. унитар. предприятие «Азов. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва». – Ростов н/Д: Эверест, 2004. – 311 с.: ил.; 20 см.; ISBN5–7509–0011–8 (в пер.)
9. *Завьялов А.П., Есавкин Ю.И.* Модель массонакопления и ее использование в рыбоводстве: Учебное пособие. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2011. – 110 с.
10. *Кленьшин С.А., Есавкин Ю.И., Бубунец Э.В., Жигин А.В., Панов В.П., Грикшас С.А, Золотова А.В.* Результаты выращивания молоди ленского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) в УЗВ на различных рецептурах кормов // Рыбное хозяйство. – 2021. – № 5. – С. 89–96.
11. *Лакин Г.Ф.* Биометрия: Учебное пособие для биологических специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1990. – 351 с.

12. *Есавкин Ю.И., Жигин А.В., Максименкова А.А.* Влияние кормовой добавки «Энзимспорин» на физиолого-биохимические показатели радужной форели в садках на теплых водах // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2020. – № 4. – С. 36–40.
13. *Маммаев М.А. и др.* Структура оболочек икры стерляди при выращивании в установке с замкнутым циклом водоснабжения // Ветеринария и кормление. – 2020. – № 7. – С. 32–34.
14. *Николюкин Н.И.* Отдаленная гибридизация осетровых и костистых рыб [Текст]: Теория и практика. – Москва: Пищ. пром-сть, 1972. – 335 с.: ил.; 21 см.
15. *Плохинский Н.А.* Биометрия [Текст] / Акад. наук СССР. Сиб. отд-ние. – Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ния АН СССР, 1961. – 364 с.: граф.; 27 см.
16. *Пронина Г.И.* Нормы гематологических, цитохимических и биохимических показателей для оценки состояния здоровья рыб и речных раков в аквакультуре: Утв. НТС Департамента ветеринарии Минсельхоза РФ 25 августа 2021 г. – М., 2020.
17. *Пронина Г.И.* О возможностях повышения иммунной устойчивости гидробионтов в аквакультуре // Известия Оренбургского ГАУ. – 2014. – № 3. – С. 180–183.
18. *Пронина Г.И., Корягина Н.Ю.* Методология физиолого-иммунологической оценки гидробионтов: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2017. – 96 с.
19. *Cruz P.M., Ibáñez A.L, Hermosillo O.A.M., Saad H.C.R.* Use of probiotics in aquaculture // ISRN Microbiol. – 2012. – Oct. – 16:916845. Doi:10.5402/2012/916845. PMID: 23762761; PMCID: PMC3671701.
20. *Gormaz J.G., Fry J.P., Erazo M., Love D.C.* Public Health Perspectives on Aquaculture // Curr Environ Health Rep. – 2014. – Jul. – 15; 1 (3):227–238. Doi:10.1007/s40572-014-0018-8. PMID: 25152863; PMCID: PMC4129235.
21. *Irianto A., Austin B.* Probiotics in aquaculture // Journal of Fish Diseases. – 2002. – № 25 (11). – Pp. 633–642.
22. *Ikeogu F.C., Nsofor C.I. and Ikpeze O.O.* A review of risk factors for fish diseases in aquatic environments // Proceedings of the 6th National Conference of the Society for Occupational Safety and Environmental Health (SOSEH). Princess Alexandra Auditorium, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State, Nigeria. – 2010. – № 3–6. – November.
23. *Kaplow L.S.* A histochemical procedure for localizing and evaluating leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow // Blood. – 1955. – № 10. – Pp. 1023–1029.
24. *Wang Y.B., Li J.R., Lin J.* Probiotics in aquaculture: challenges and outlook // Aquaculture. – 2008. – № 281. – Pp. 1–4.

EFFECT OF THE PROBIOTIC “ENZIMSPORIN”
ON THE MORPHOPHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF THE LENA
STURGEON AND BELUGA HYBRID IN AQUACULTURE

G.I. PRONINA¹, E.V. BUBUNETS¹, A.P. GLEBOV³, R.V. ZHELANKIN⁴

(¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,

²Central Branch of the FSFI “Glavrybvod”,

³State budgetary association “Mosvetobedinenie”)

The use of probiotics is recommended for sustainable growth, increased resistance and efficiency of feed assimilation. Currently, there are commercial probiotic products prepared from the bacteria Bacillus sp., Lactobacillus sp., Enterococcus sp., Carnobacterium sp. The use of the probiotic supplement “Enzimsporin” in fish farming is in its infancy. However, information

is available on the effectiveness of its use in rainbow trout. In this regard, an urgent task is to study the effect of the probiotic “Enzimsporin” on the morphophysiological parameters of the juvenile hybrid of Lena sturgeon and beluga (Lenbel) under existing cultivation conditions. At the initial stage, the fish were divided into 8 groups of 50 fish each according to the principle of pairs of analogues. Large and small individuals were divided into four groups: control and experimental with a dose of Enzimsporin of 1 g/kg, 1.5 g/kg and 2 g/kg of feed, respectively. The duration of the experiment was 60 days. Total catches were made at the beginning and end of the experiment, and intermediate catches were made every 15 days, individually weighing 25–35% of the total number of fish in the pool. The physiological state and immune status of Lenbel were assessed by hematological and cytochemical parameters. Blood for analysis was collected from the caudal vein of fish in vivo. Leukocyte composition and the proportion of immature cell types were determined in Pappenheim-stained peripheral blood smears under a digital microscope. The phagocytic activity of fish neutrophils was evaluated by a lysosomal cation test using a cytochemical method with bromophenol blue. During the two months of the experiment, the main hydrochemical parameters (pH, nitrites, nitrates, ammonium), water temperature and the dissolved oxygen content were within the technological norms. The best absolute and relative growth rates were obtained in the experimental groups receiving a probiotic at a dose of 1.5 g/kg of feed. These fish had high indicators: absolute and relative growth, absolute and relative growth rate, mass accumulation coefficient. The best survival rate was recorded in the group of small yearlings of Lenbel at a probiotic dose of 2 g/kg of feed. In large fish, the maximum survival rate (80%) was recorded at a dose of 1 g/kg of “Enzimsporin”. There is significantly more lysosomal cationic protein in the blood neutrophils of the experimental groups – activation of cellular immunity.

Key words: *Enzymosporin, Lenbel, absolute and relative growth indicators, hematological and cytochemical indicators.*

References

1. *Abrosimova K.S.* Changes in the lipid metabolism of juvenile bester during the development of tympania. *Zhurnal fundamental'nykh i prikladnykh issledovaniy Astrahanskogo gos. universiteta. Estestvennye nauki.* 2011; 1 (34): 85–90. (In Rus.)
2. *Bessonov N.M., Privezencev YU.A.* Fishery hydrochemistry. M.: Agropromizdat, 1987: 159. (In Rus.)
3. *Bubunec E.V.* K voprosu ob ocenke temperaturnykh uslovij pri kul'tivirovanii osetrovyyh v teplovodnykh hozyajstvakh. *Rybnoe khozyaystvo.* 2017; 2: 75–79. (In Rus.)
4. *Burtsev I.A., Nikolaev A.I., Safronov A.S., Zuevskiy S.E., Efimov A.B., Dudin K.V.* Puti povysheniya effektivnosti promyshlennogo vosproizvodstva osetrovyyh ryb. *Vosproizvodstvo estestvennykh populyatsiy tsennykh vidov ryb.* SPb: GosNIORKh. 2010: 29–31. (In Rus.)
5. *Dement'ev D.S., Kalayda M.L.* Use of a feed additive based on beekeeping products “Vinivet” and a mineral zeolite-containing additive “ZEOL” in feeding rainbow trout. *Zootekhnika.* 2021; 9: 23–27. (In Rus.)
6. *Zhandalgarova A.D., Polyakov A.V., Bakhareva A.A., Grozesku Yu.N.* Use of probiotic preparations with immunomodulatory action in feeding sturgeons in cage rearing. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN.* 2018; 20; 2: 107–111. (In Rus.)
7. *Zhigin A.V.* Vyrashchivanie osetrovyyh v zamknutykh sistemakh. M.: Pribrezhnoe rybolovstvo i akvakul'tura: obzornaya informatsiya, 2006; 2: 52. (In Rus.)
8. *Zhiteneva L.D., Makarov E.V., Rudnitskaya O.A.* Fundamentals of ichthyohematology (in a comparative aspect). Rostov-na-Donu: Everest, 2004: 312. (In Rus.)
9. *Zav'yalov A.P., Esavkin Yu.I.* Model of mass accumulation and its use in fish farming: Textbook. M.: Izd-vo RGAU-MSKhA imeni K.A. Timiryazeva, 2011: 110. (In Rus.)

10. *Klen'shin S.A., Esavkin Yu.I., Bubunets E.V., Zhigin A.V., Panov V.P., Griks-has S.A., Zolotova A.V.* Results of growing juvenile Lena sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt) in RAS on various feed formulations. M.: Rybnoe khozyaystvo. 2021; 5: 89–96. (In Rus.)
11. *Lakin G.F.* Biometrics: [textbook for biological specialties of universities]. M.: Vysshaya shkola, 1990: 351. (In Rus.)
12. *Esavkin Yu.I., Zhigin A.V., Maksimenkova A.A.* Effect of the feed additive “Enzymosporin” on the physiological and biochemical parameters of rainbow trout in cages on warm waters. *Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa.* 2020; 4: 36–40. (In Rus.)
13. *Mammaev M.A. et al.* Structure of sterlet caviar shells when grown in a plant with a closed water supply cycle. Moscow, “Veterinariya i kormlenie”. 2020; 7: 32–34. (In Rus.)
14. *Nikolyukin N.I.* Distant hybridization of sturgeon and bony fishes. Theory and practice. M.: Pishchevaya promyshlennost', 1972: 335. (In Rus.)
15. *Plokhinskiy N.A.* Biometrics. Novosibirsk: Novosibirskoe otdelenie AN SSSR, 1961: 361. (In Rus.)
16. *Pronina G.I.* Norms of hematological, cytochemical and biochemical indicators for assessing the health status of fish and crayfish in aquaculture. Approved by the Scientific and Technical Council of the Veterinary Department of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated 25.08.2021. M., 2020. (In Rus.)
17. *Pronina G.I.* On the possibilities of increasing the immune resistance of hydrobionts in aquaculture. *Izvestiya Orenburgskogo GAU.* 2014; 3: 180–183. (In Rus.)
18. *Pronina G.I., Koryagina N.Yu.* Methodology of physiological and immunological evaluation of aquatic organisms. Textbook. SPb: Lan', 2017: 96. (In Rus.)
19. *Cruz P.M., Ibáñez A.L., Hermosillo O.A.M., Saad H.C.R.* Use of probiotics in aquaculture. *ISRN Microbiol.* 2012 Oct 16; 916845. DOI: 10.5402/2012/916845. PMID: 23762761; PMCID: PMC3671701
20. *Gormaz J.G., Fry J.P., Erazo M., Love D.C.* Public Health Perspectives on Aquaculture. *Curr Environ Health Rep.* 2014 Jul 15; 1(3): 227–238. DOI: 10.1007/s40572-014-0018-8. PMID: 25152863; PMCID: PMC4129235.
21. *Irianto A, Austin B.* Probiotics in aquaculture. *Journal of Fish Diseases.* 2002; 25(11): 633–642.
22. *Ikeogu F.C., Nsofor C.I. and Ikepeze O.O.* A review of risk factors for fish diseases in aquatic environments. Proceedings of the 6th National Conference of the Society for Occupational Safety and Environmental Health (SOSEH). November 3–6, 2010. Princess Alexandra Auditorium, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State, Nigeria.
23. *Kaplow L.S.* A histochemical procedure for localizing and evaluating leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow. *Blood.* 1955; 10: 1023–1029.
24. *Wang Y.B., Li J.R., Lin J.* Probiotics in aquaculture: challenges and outlook. *Aquaculture.* 2008; 281: 1–4.

Пронина Галина Иозеповна, профессор, д-р биол. наук, доцент, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра аквакультуры и пчеловодства; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: gidrobiont4@yandex.ru; тел.: (903) 173–62–47

Бубунец Эдуард Владимирович, доцент, д-р с.-х. наук, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кафедра аквакультуры и пчеловодства; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: ed_fish_69@mail.ru; тел.: (926) 426–04–86

Глебов Александр Павлович, главный рыбовод, Центральный филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Главное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов» (Центральный филиал ФГБУ «Главрыбвод»), отдел воспроизводства водных биоресурсов; 117105, Российская Федерация, г. Москва, Варшавское шоссе, 39А; e-mail: glebov74@rambler.ru

Желанкин Роман Викторович, ветеринарный врач, ГБУ «Московское объединение ветеринарии» (ГБУ «Мосветобъединение»); 115419, Российская Федерация, г. Москва, ул. Донская, 37, корп. 3; e-mail: zhelankin86@mail.ru; тел.: (965) 198–38–08

Galina I. Pronina, DSc (Bio), Associate Professor, Professor of the Department of Aquaculture and Beekeeping, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (903) 173–62–47; E-mail: gidrobiont4@yandex.ru)

Eduard V. Bubunets, DSc (Ag), Associate Professor, Department of Aquaculture and Beekeeping, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (926) 426–04–86; E-mail: ed_fish_69@mail.ru)

Alexandr P. Glebov, Chief Fish Breeder, Department of Reproduction of aquatic biological Resources, Central Branch of the Federal State Budgetary Institution “Main Basin Department for Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources” (Central Branch of the Federal State Budgetary Institution “Glavrybvod”) (39А, Varshavskoe Highway, Moscow, 117105, Russian Federation; E-mail: glebov74@rambler.ru)

Roman V. Zhelankin, veterinarian, SBA “Moscow Veterinary Association” (State budgetary association “Mosvetobedinenie”) (37 building 3, Donskaya Str., Moscow, 115419, Russian Federation; phone: (965) 198–38–08; E-mail: zhelankin86@mail.ru)