



Научная статья

**ОЦЕНКА РЫБОВОДНЫХ
ПАРАМЕТРОВ СЕГОЛЕТКОВ ГИБРИДА F1
ACIPENSER GUELDENSTAEDTII BRANDT,
1833 X *ACIPENSER BAERII* BRANDT, 1869
ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ ВВЕДЕНИИ В РАЦИОН
ПРОБИОТИКОВ РАЗНОГО СПЕКТРА ДЕЙСТВИЯ**

**Д.В. Рудой, А.А. Корчунов, А.В. Ольшевская, В.Н. Шевченко,
А.В. Старцев, Т.А. Мальцева, М.С. Мазанко**

Аннотация

Обоснование. В условиях глобального дефицита доступных животных белков актуальной задачей становится разработка эффективных стратегий, направленных на минимизацию негативных последствий интенсификации производства и оптимизацию экономических показателей в аквакультуре. Одним из перспективных направлений в данном контексте выступает применение пробиотических добавок, демонстрирующих значительный потенциал для повышения продуктивности при выращивании гидробионтов.

Цель исследования заключалась в оценке рыбоводных параметров сеголетков гибрида F1 *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 x *Acipenser baerii* Brandt, 1869 при кратковременном введении в рацион пробиотиков ферментативного и антимикробного спектра действия.

Материалы и методы. Исследовательские работы осуществлялись в условиях комплексного рыбоводного предприятия в Волгоградской области. Материалом послужили 900 экз. сеголетков F1 *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 x *Acipenser baerii* Brandt, 1869 (РоЛо) в возрасте 53 суток, которые были распределены на 3 группы (контроль, опыт № 1, опыт № 2). Рацион животных составляли корма с содержанием сырого протеина 56,0±1,5%. Опытные группы рыб дополнительно в составе рациона получали пробиотические добавки: опыт № 1 – мультиштаммовый пробиотик с антимикробным спектром действия (штаммы *Bacillus velezensis* MT55, *B. velezensis* MT155), опыт № 2 – мультиштаммовый пробиотик с ферментативным спектром действия (штаммы *B. velezensis* MT14, *B. velezensis* MT42). В комбикормах обеих опытных групп содержалось 0,1% пробиотического порошка. Эксперимент проводили в течение 10 суток. Для оценки рыбоводных критериев в начале и конце эксперимен-

та проводили измерения морфометрических характеристик рыб. Значимость различий полученных величин определяли с применением теста ANOVA. Отличия между группами считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты. В ходе 10 суток наблюдений установлено положительное влияние ферментативного пробиотика (штаммы бактерий *B. velezensis* MT14, *B. velezensis* MT42) на темпы роста гибрида F1 *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 \times *Acipenser baerii* Brandt, 1869: средняя индивидуальная масса особей, получавших в рационе ферментативный пробиотик, была на 36,89% выше по сравнению с контрольной группой ($p > 0,05$). Прирост общей биомассы в этой группе оказался на 56,95% выше, чем в контроле. Значения удельного темпов роста в этой группе рыб были также выше по сравнению с контролем и опытной группой №1.

Заключение. Полученные данные подтверждают перспективность применения пробиотиков, особенно ферментативного спектра действия, для интенсификации аквакультуры осетровых, улучшения их роста и снижения затрат на корма. Исследование подчеркивает важность дальнейших разработок в области специализированных пробиотических добавок для повышения эффективности рыбоводства.

Ключевые слова: пробиотик; *Bacillus*; аквакультура; кормление; *Acipenser gueldenstaedtii*; *Acipenser baerii*; темпы роста

Для цитирования. Рудой, Д. В., Корчунов, А. А., Ольшевская, А. В., Шевченко, В. Н., Старцев, А. В., Мальцева, Т. А., & Мазанко, М. С. (2025). Оценка рыбоводных параметров сеголетков гибрида F1 *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 \times *Acipenser baerii* Brandt, 1869 при кратковременном введении в рацион пробиотиков разного спектра действия. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 17(6-2), 831-847. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2025-17-6-2-1591>

Original article

EVALUATION OF FISH-BREEDING PARAMETERS OF YEARLINGS OF THE F1 HYBRID *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 \times *Acipenser baerii* Brandt, 1869 WITH SHORT-TERM INTRODUCTION OF PROBIOTICS OF DIFFERENT ACTION SPECTRUM INTO THE DIET

*D.V. Rudoy, A.A. Korchunov, A.V. Olshevskaya, V.N. Shevchenko,
A.V. Startsev, T.A. Maltseva, M.S. Mazanko*

Abstract

Background. Under the conditions of the global shortage of accessible animal proteins, the task to develop the effective strategy aimed at the minimizing negative

consequences of the production intensification and optimization of economic indicators in aquaculture becomes urgent. One of the most promising directions in this regard is the use of probiotic additives demonstrating substantial potential for increasing productivity in the farming of aquatic organisms.

Purpose. The aim of the present study was to evaluate the fish farming parameters of fingerlings of the F1 hybrid *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 x *Acipenser baerii* Brandt, 1869 with short-term administration of probiotics of enzymatic and antimicrobial spectrum of action into the diet.

Materials and methods. The research work was carried out in the conditions of an integrated fish farming enterprise in the Volgograd region. The material was 900 specimen of fingerlings F1 *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 x *Acipenser baerii* Brandt, 1869 (RoLo) at the age of 53 days, which were divided into 3 groups (control, experiment No. 1, experiment No. 2). Fish' diet consisted of feed with a crude protein content of $56.0 \pm 1.5\%$. The experimental groups of fish additionally received probiotic supplements as part of their diet: experiment No. 1 – a multi-strain probiotic with an antimicrobial spectrum of action (strains *Bacillus velezensis* MT55, *B. velezensis* MT155), experiment No. 2 – a multi-strain probiotic with an enzymatic spectrum of action (strains *B. velezensis* MT14, *B. velezensis* MT42). The compound feeds of both experimental groups contained 0.1% probiotic powder. The experiment was carried out for 10 days. To assess the fish farming criteria, morphometric characteristics of fish were measured at the beginning and end of the experiment. The significance of the differences in the obtained values was determined using the ANOVA test. The differences between the groups were considered significant at $p < 0.05$.

Results. During 10 days of observations, a positive effect of an enzymatic probiotic (bacterial strains *B. velezensis* MT14, *B. velezensis* MT42) on the growth rate of the F1 hybrid *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 x *Acipenser baerii* Brandt, 1869 was established: the average individual weight of individuals receiving an enzymatic probiotic in the diet was 36.89% higher compared with the control group ($p > 0.05$). The increase in total biomass in this group was 56.95% higher than in the control group. The values of the specific growth rate in this group of fish were also higher compared to the control and experimental group No. 1.

Conclusion. The data obtained confirm the prospects of using probiotics, especially the enzymatic spectrum of action, to intensify sturgeon aquaculture, improve their growth and reduce feed costs. The study highlights the importance of further developments in the field of specialized probiotic supplements to improve the efficiency of fish farming.

Keywords: probiotic; *Bacillus*; aquaculture; feeding; *Acipenser gueldenstaedtii*; *Acipenser baerii*; growth rates

For citation. Rudoy, D. V., Korchunov, A. A., Olshevskaya, A. V., Shevchenko, V. N., Startsev, A. V., Maltseva, T. A., & Mazanko, M. S. (2025). Evaluation of fish-breeding parameters of yearlings of the F1 hybrid *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 × *Acipenser baerii* Brandt, 1869 with short-term introduction of probiotics of different action spectrum into the diet. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 17(6-2), 831-847. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2025-17-6-2-1591>

Введение

Аквакультура сегодня – динамично развивающаяся отрасль сельского хозяйства, имеющая богатую историю своего становления. Представители семейства осетровых *Acipenseridae* Bonaparte, 1831 занимают особо место в рыбоводстве. Антропогенное преобразование водных экосистем, а также незаконный, несообщаемый и нерегулируемый промысел (ННН-промысел) привели к критическому снижению запасов осетровых во многих бассейнах, в том числе и в Азовском море. Успешное развитие аквакультуры осетровых – возможность восстановления и сохранения генофонда этих рыб [1].

Перспективным способом повышения эффективности выращивания молоди осетровых является введение в рацион пробиотических добавок. Одно из многочисленных преимуществ использования пробиотиков заключается в подавлении развития патогенных и условно-патогенных бактерий [2], что делает их перспективной заменой антибиотикам [3-5].

Согласно определению Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО) и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), пробиотики – это живые микроорганизмы, которые используются перорально, принося некоторую ощутимую пользу для здоровья хозяина [6].

Для пробиотиков, применяемых непосредственно в аквакультуре, определение термина было уточнено: «пробиотический организм можно рассматривать как живой, мертвый или компонент микробной клетки, который вводится через корм или в воду для выращивания, принося пользу хозяину за счет улучшения устойчивости к болезням, состояния здоровья, показателей роста, использования корма, реакции на стресс или общей энергии, что достигается, по крайней мере, частично за счет улучшения микробного баланса хозяина или микробного баланса окружающей среды» [7]. В качестве пробиотиков могут быть использованы бактерии, бактериофаги, микроводоросли, дрожжи, которые добавляют в корм гидробионтов, либо вводят непосредственно в воду [8].

В современной аквакультуре пробиотики рассматриваются как средство улучшения усвоения кормов, борьбы с патогенными микроорганизмами [9]. Использование в аквакультуре специализированных пробиотических штаммов было предложено в 1999 г. [10], когда была выдвинута гипотеза о том, что автохтонные бактерии будут характеризоваться большей устойчивостью в кишечнике гидробионтов по сравнению с коммерческими препаратами для сельского хозяйства и, соответственно, будут более эффективны.

Цель исследования – оценка рыбоводных параметров сеголетков гибрида F1 *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 x *Acipenser baerii* Brandt, 1869 при кратковременном введении в рацион пробиотиков ферментативного и антимикробного спектра действия.

Материалы и методы

Исследовательские работы осуществлялись в условиях производственных мощностей ООО «Прибой» (Волгоградская область). Материалом послужили 900 экз. сеголетков гибрида F1 *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 x *Acipenser baerii* Brandt, 1869 (РоЛо). Возраст рыб в начале эксперимента составлял 53 дня. Рыб в случайному порядке распределили на 3 группы (контроль, опыт № 1, опыт № 2). Каждая группа содержалась в индивидуальном бассейне (объем по 2 м³). Водоснабжение бассейнов осуществлялось по прямоточному типу. Плотность посадки рыб в обеих группах составляла 150 экз./м³. Средняя индивидуальная масса рыб в начале эксперимента в группе «опыт № 1» составила 5,13±0,32 г (общая биомасса 1539 г), «опыт № 2» - 5,15±0,31 (общая биомасса 1546 г), в контрольной группе – 5,06±0,24 г (общая биомасса 1518 г).

В ходе исследования 2 раза в сутки измеряли температуру воды (t, °C) и концентрацию растворенного в воде кислорода (O₂, мг/г) с использованием термооксиметра Анион-7040 (Инфраспак-Аналит НПП, г. Новосибирск, Российская Федерация). Ежедневно производился учет погибших особей.

Рацион гидробионтов составляли корма, экспериментальные партии которых были произведены в лаборатории «Технологическая линия производства кормов» (Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация). Состав и качество кормов во всех группах имели аналогичные характеристики, соответствующие ГОСТ 10385-2014 «Комбикорма для рыб. Общие технические условия». Показатели используемых кормов следующие: сырой протеин 56,0±1,5%, сырой жир 12,0±1,5%, сырая зола (не более) 11%, сырая клетчатка (не более) 1,5%.

В рацион особей из опытных групп дополнительно были включены пробиотические добавки разного спектра действия: группа «опыт № 1» получала мультиштаммовый пробиотик с антимикробным спектром действия (штаммы *Bacillus velezensis* MT55, *B. velezensis* MT155), группа «опыт № 2» получала мультиштаммовый пробиотик с ферментативным спектром действия (штаммы *B. velezensis* MT14, *B. velezensis* MT42). Штаммы бактерий, входящих в состав пробиотического препарата, выделены из проб донных отложений, отобранных из акватории р. Дон (Ростовская область) на глубине 0-5 см. Бактерии *B. velezensis* MT55 и *B. velezensis* MT155 при микробиологическом скрининге проявляли антагонистическую активность против *Pseudomonas putida* – возбудителя псевдомоноза у объектов аквакультуры. *B. velezensis* MT14, *B. velezensis* MT42 синтезировали экзогенные протеазы и амилазы с высокой степенью активности.

Готовый пробиотический препарат в виде порошка получали методом твердофазной ферментации соевых бобов. Концентрация пробиотических штаммов в готовом препарате составляла $3,4 \cdot 10^9$ КОЕ/г. В комбикормах обеих опытных групп содержалось 0,1% пробиотического порошка.

В рацион особей из контрольной группы входили комбикорма без добавления пробиотика.

Продолжительность эксперимента составила 10 дней, в ходе которых рыб кормили 6 раз в сутки, общая суточная порция составляла 10,0% от биомассы рыб в бассейне.

По окончанию эксперимента на 24 часа было прекращено кормление. Из каждой группы изъята случайная выборка в количестве 60 экз. и произведено их анестезирование с использованием порошка гвоздики (150 мг/л) для определения биометрических параметров: длина рыб (l, см) измерялась с использованием цифрового штангенциркуля Gigant 0-300 мм GMSI-300 (Китай) с точностью измерений 0,01 мм; масса рыб (m, г) определялась с помощью лабораторных весов II класса точности BEL LG-2202i с дискретностью 0,01 г (ChangZhou XingYun Electronic Equipment Co., Китай).

Для оценки эффективности кормления производили расчет следующих показателей в каждой группе:

– коэффициент упитанности по Фультону (QF, усл. ед.) согласно формуле:

$$Q_F = \frac{m * 100}{l^3}$$

– средний индивидуальный прирост массы (WGi, г) с применением формулы:

$$WGi = m_1 - m_0$$

– общий прирост биомассы (WGt, кг) согласно:

$$WGt = M_1 - M_0$$

– коэффициент конверсии корма (FCR, кг/кг) на основании формулы:

$$FCR = \frac{M_f}{WGt}$$

– выживаемость рыб (S, %) оценивали с применением формулы:

$$S = 100 * \frac{N_1}{N_0}$$

– удельная скорость роста массы (SGRW, %/день) определяли согласно:

$$SGRW = 100 * \frac{\ln(m_1) - \ln(m_0)}{t}$$

– удельная скорость роста рыб по длине (SGRL, %/день) с использованием формулы:

$$SGRL = 100 * \frac{\ln(l_1) - \ln(l_0)}{t}$$

где t – продолжительность эксперимента, суток; l_1 – длина в конце эксперимента, см; l_0 – длина в начале эксперимента, см; m_1 – масса в конце эксперимента, г; m_0 – масса в начале эксперимента, г; N_1 – количество рыб в конце эксперимента, экз.; N_0 – количество рыб в начале эксперимента, экз.; M_f – затраченное количество корма в период проведения эксперимента, кг; M_1 – биомасса рыб в конце эксперимента кг; M_0 – биомасса рыб в начале эксперимента, кг; m – масса, г; l – длина, см.

Значимость различий полученных величин определяли с применением теста ANOVA. Отличия между группами считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования

В период эксперимента средняя температура воды в бассейне с контрольной группой рыб составляла $24,15 \pm 0,34$ (23,41-24,63) °C, в группе «опыт № 1» – $23,79 \pm 0,16$ (23,22-24,17) °C, в группе «опыт № 2» – $23,81 \pm 0,18$ (23,56-24,47) °C. Концентрация растворенного в воде кислорода (O_2 , мг/г) в бассейне с контрольной группой рыб составляла $5,89 \pm 0,33$ (5,05-6,37) мг/л, в группе «опыт № 1» – $6,21,79 \pm 0,27$ (5,72-6,83) мг/л, в группе «опыт № 2» – $6,64 \pm 0,17$ (6,31-6,96) мг/л.

Изменение размерно-массовых показателей сеголетков РоЛо в ходе эксперимента представлены в таблице 1.

Средняя индивидуальная масса особей в группе, получавшей в рационе пробиотик с ферментативным спектром действия, спустя 10 суток эксперимента оказалась на 36,89% выше, чем в контрольной группе ($p > 0,05$).

Средняя масса особей, получавшей в ходе эксперимента пробиотики с выраженной антимикробной активностью, была 10,28% выше, чем в контрольной группе ($p>0,05$). Наибольшая упитанность рыб наблюдалась в опытной группе №2. По окончанию эксперимента коэффициент упитанности в этой группе особей был на 20,20% выше, чем в контрольной ($p>0,05$) и на 9,17% выше, чем в опытной группе № 1 ($p>0,05$).

Таблица 1.

Изменение размерно-массовых показателей сеголетков гибрида РоЛо при введении в рацион мультиштаммовых пробиотических добавок на основе штаммов *B. velezensis*

Наименование показателя, ед. изм.	Группа рыб					
	контроль		опыт № 1		опыт № 2	
	t_0^1	t_1^2	t_0	t_1	t_0	t_1
$m_{средняя}$, г	5,06±0,24	7,78±2,21	5,13±0,32	8,58±2,31	5,15±0,31	10,65±2,26
m_{min} , г	4,51	5,13	4,52	5,82	4,48	6,37
m_{max} , г	5,48	12,44	5,71	15,06	5,54	17,72
$l_{средняя}$, см	7,82±0,25	9,27±1,14	7,95±0,18	9,37±1,11	7,78±0,26	9,67±0,86
l_{min} , см	7,40	8,10	7,70	8,30	7,30	9,20
l_{max} , см	8,10	12,20	8,20	11,50	8,20	12,10
Коэффициент упитанности по Фультону (Q_f), усл. ед.	1,07±0,09	0,99±0,12	1,02±0,04	1,09±0,08	1,09±0,08	1,19±0,14

Примечание:

1 – начало эксперимента; 2 – окончание эксперимента (10 сутки).

Выживаемость сеголетков РоЛо в течение 10 суток в анализируемых группах различалась незначительно (таблица 2).

Высокие значения темпов индивидуального роста рыб позволили достичь биомассы гидробионтов по окончанию эксперимента в группе с ферментативным пробиотиком в 3,15 кг, в группе с антимикробным пробиотиком – 2,49 кг. В группе контрольных особей биомасса составила 2,23 кг. Прирост биомассы в опытной группе №2 был на 56,95% выше, чем в контроле и на 41,81%, чем в опытной группе №1.

Особи из группы с ферментативным пробиотиком в составе корма продемонстрировали существенное преимущество по всем проанализированным показателям эффективности выращивания по сравнению с контролем и группой «опыт №1». Коэффициент конверсии корма в этой группе был на 44,71% меньше, чем в контрольной группе и на 40,38% меньше, чем в

группе с антимикробным пробиотиком в составе рациона. По показателям удельной скорости роста полученные значения были также выше.

Таблица 2.

**Рыбоводно-биологические показатели роста гибрида РоЛо
при добавлении в рацион мультиштаммовых пробиотических добавок
на основе штаммов *B. velezensis***

Наименование критерия	Группа рыб		
	контроль	опыт № 1	опыт № 2
Средний индивидуальный прирост массы (WGi), г	2,72	3,45	5,50
Средний индивидуальный прирост массы (WGi), %	53,75	67,25	106,79
Общий прирост биомассы (WGt), кг	0,72	0,96	1,61
Общий прирост биомассы (WGt), %	47,09	62,23	104,04
Коэффициент конверсии корма (FCR), кг/кг	2,08	1,56	0,93
Выживаемость рыб (S), %	95,67	97,00	98,67
Удельная скорость роста массы (SGRW), %/день	4,30	5,10	7,30
Удельная скорость роста рыб по длине (SGRL), %/день	1,6	1,7	2,2

Обсуждение и заключение

В мировой аквакультуре вопросы интенсификации производства способствуют распространению практики использования пробиотических добавок на разных этапах выращивания гидробионтов. Множеством научных исследований показано, что пробиотики способны повышать резистентность объектов аквакультуры к патогенным микроорганизмам, ускорять темпы роста животных, повышать доступность питательных веществ, поступающих с кормом, тем самым, увеличивая производительность отрасли. Некоторые штаммы пробиотических бактерий способствуют улучшению гидрохимического режима в системах выращивания [15].

В ходе эксперимента были получены сведения, свидетельствующие о перспективности использования специализированных кормовых пробиотических добавок, что также подтверждается результатами различных исследований [6; 13]. При необходимости увеличения размерно-массовых характеристик объектов аквакультуры рекомендуется добавлять в рацион рыб специализированные пробиотики. Среди таких препаратов наиболее перспективными являются те, при создании которых используются штаммы с выраженной экзоферментной активностью (продуцирование амилаз,

протеаз, липаз и т.д.). Подобные препараты способствуют снижению коэффициента конверсии корма [5].

Схожие результаты были получены при апробации автохтонных пробиотиков на тиляпии *Oreochromis niloticus*. Введение пробиотика в рацион способствовало увеличению темпов роста и иммунного статуса рыб [14]. Полученные в настоящем исследовании результаты также согласуются с ранее проведенными отечественными исследованиями по аналогичной тематике [3]. Положительное влияние пробиотиков было подтверждено исследованиями группы ученых из Астраханского государственного технического университета, которыми были показаны более высокие значения массонакопления у молоди осетровых (севрюга), получавших в рационе пробиотик (препарат «Субтилис», в состав которого входят *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*) [2].

Рассчитанные коэффициенты, направленные на оценку темпов роста и других рыбоводных показателей, в опытной группе №2 за 10 суток наблюдений оказались выше, чем в контрольной группе и опытной группе №1.

Таким образом, в ходе 10 суток наблюдений установлено положительное влияние ферментативного пробиотика (штаммы бактерий *B. velezensis* MT14, *B. velezensis* MT42) на темпы роста гибрида РоЛо: средняя индивидуальная масса особей, получавшей в рационе ферментативный пробиотик, была на 36,89% выше по сравнению с контрольной группой ($p>0,05$). Прирост общей биомассы в этой группе оказался на был на 56,95% выше, чем в контроле. Значения удельного темпов роста в этой группе рыб были также выше по сравнению с контролем и опытной группой №1.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда в рамках реализации гранта «Стратегия молекулярной аквакультуры в разработке новых синбиотических препаратов для улучшения здоровья и качества рыбы» (соглашение от 13.04.2023 № 23-76-30006).

Список литературы

1. Васильева, Л. М. (2017). Проблемы и перспективы развития аквакультуры осетровых рыб в современных условиях. В: *Материалы докладов Международной научно-практической конференции* (10–12 октября 2017, Астрахань), с. 7–10. EDN: <https://elibrary.ru/XTSTML>

2. Гроздеску, Ю. Н., Бахарева, А. А., & Шульга, Е. А. (2009). Биологическая эффективность применения пробиотика субтилис в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 11(1-2), 42–45. EDN: <https://elibrary.ru/LMAVQJ>
3. Кононенко, С. И., & Юрина, Н. А. (2016). Применение пробиотиков «Бацелл» и «Споротермин» в рационах молоди осетровых рыб. *Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнике и ветеринарии*, 5(1), 71–75. EDN: <https://elibrary.ru/VWLQIV>
4. Юрин, Д. А., Осепчук, Д. В., Данилова, А. А., & Тлецерук, И. Р. (2022). Влияние применения пробиотиков на рыбоводно-биологические показатели и приrostы осетровых рыб. *Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнике и ветеринарии*, 11(1), 100–104. <https://doi.org/10.48612/sbornik-2022-1-23>. EDN: <https://elibrary.ru/CVRPBN>
5. Dawood, M. A. O., et al. (2019). Probiotic application for sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), 907–924.
6. El-Saadony, M. T., et al. (2021). The functionality of probiotics in aquaculture: An overview. *Fish & Shellfish Immunology*, 117, 36–52. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.07.007>. EDN: <https://elibrary.ru/OTGFQC>
7. Gatesoupe, F. J. (1999). The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 180(1–2), 147–165. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00187-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00187-8). EDN: <https://elibrary.ru/LULGSD>
8. Hoseinifar, S. H., et al. (2016). Probiotic, prebiotic and symbiotic supplements in sturgeon aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 8(1), 89–102. <https://doi.org/10.1111/raq.12082>. EDN: <https://elibrary.ru/WUYOVN>
9. Hotel, A. C. P., et al. (2001). Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. *Prevention*, 5(1), 1–10.
10. Irianto, A., Robertson, P. A. W., & Austin, B. (2003). Oral administration of formalin-inactivated cells of *Aeromonas hydrophila* A3-51 controls infection by atypical *A. salmonicida* in goldfish, *Carassius auratus* (L.). *Journal of Fish Diseases*, 26(2). <https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.2003.00439.x>. EDN: <https://elibrary.ru/BEYMFX>
11. Llewellyn, M. S., et al. (2014). Teleost microbiomes: The state of the art in their characterization, manipulation and importance in aquaculture and fisheries. *Frontiers in Microbiology*, 5, 207.
12. Merrifield, D. L., et al. (2010). The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture*, 302(1–2), 1–18.
13. Moraes, A. V., et al. (2018). Autochthonous probiotic as growth promoter and immunomodulator for *Astyanax bimaculatus* cultured in water recirculation

- system. *Aquaculture Research*, 49(8), 2808–2814. <https://doi.org/10.1111/are.13743>. EDN: <https://elibrary.ru/YJRJDV>
14. Ridha, M. T., & Azad, I. S. (2016). Effect of autochthonous and commercial probiotic bacteria on growth, persistence, immunity and disease resistance in juvenile and adult Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research*, 47(9), 2757–2767.
 15. Rohani, M. F., et al. (2022). Probiotics, prebiotics and synbiotics improved the functionality of aquafeed: Upgrading growth, reproduction, immunity and disease resistance in fish. *Fish & Shellfish Immunology*, 120, 569–589. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.12.037>. EDN: <https://elibrary.ru/ZMDHBT>
 16. Sayes, C., Leyton, Y., & Riquelme, C. (2018). Probiotic bacteria as an healthy alternative for fish aquaculture. B: *Antibiotic Use in Animals* (pp. 115–132).

References

1. Vasilyeva, L. M. (2017). Problems and prospects for the development of sturgeon aquaculture in modern conditions. In *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (Astrakhan, October 10–12, 2017) (pp. 7–10). EDN: <https://elibrary.ru/XTSTML>
2. Grozesku, Yu. N., Bakhareva, A. A., & Shulga, E. A. (2009). Biological efficiency of using the probiotic *Subtilis* in starter compound feeds for sturgeon fish. *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 11(1-2), 42–45. EDN: <https://elibrary.ru/LMAVQJ>
3. Kononenko, S. I., & Yurina, N. A. (2016). Application of probiotics “Bacell” and “Sporotermin” in diets of juvenile sturgeon fish. *Collection of Scientific Papers of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine*, 5(1), 71–75. EDN: <https://elibrary.ru/VWLQIV>
4. Yurin, D. A., Osepchuk, D. V., Danilova, A. A., & Tletseruk, I. R. (2022). The effect of probiotic use on fish farming biological indicators and growth rates of sturgeon fish. *Collection of Scientific Papers of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine*, 11(1), 100–104. <https://doi.org/10.48612/sbornik-2022-1-23>. EDN: <https://elibrary.ru/CVRPBN>
5. Dawood, M. A. O., et al. (2019). Probiotic application for sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), 907–924.
6. El Saadony, M. T., et al. (2021). The functionality of probiotics in aquaculture: An overview. *Fish & Shellfish Immunology*, 117, 36–52. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.07.007>. EDN: <https://elibrary.ru/OTGFQC>
7. Gatesoupe, F. J. (1999). The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 180(1–2), 147–165. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00187-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00187-8). EDN: <https://elibrary.ru/LULGSD>

8. Hoseinifar, S. H., et al. (2016). Probiotic, prebiotic and synbiotic supplements in sturgeon aquaculture: A review. *Reviews in Aquaculture*, 8(1), 89–102. <https://doi.org/10.1111/raq.12082>. EDN: <https://elibrary.ru/WUYOVN>
9. Hotel, A. C. P., et al. (2001). Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. *Prevention*, 5(1), 1–10.
10. Irianto, A., Robertson, P. A. W., & Austin, B. (2003). Oral administration of formalin inactivated cells of *Aeromonas hydrophila* A3-51 controls infection by atypical *A. salmonicida* in goldfish, *Carassius auratus* (L.). *Journal of Fish Diseases*, 26(2). <https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.2003.00439.x>. EDN: <https://elibrary.ru/BEYMFX>
11. Llewellyn, M. S., et al. (2014). Teleost microbiomes: The state of the art in their characterization, manipulation and importance in aquaculture and fisheries. *Frontiers in Microbiology*, 5, 207.
12. Merrifield, D. L., et al. (2010). The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture*, 302(1–2), 1–18.
13. Moraes, A. V., et al. (2018). Autochthonous probiotic as growth promoter and immunomodulator for *Astyanax bimaculatus* cultured in water recirculation system. *Aquaculture Research*, 49(8), 2808–2814. <https://doi.org/10.1111/are.13743>. EDN: <https://elibrary.ru/YJRJDV>
14. Ridha, M. T., & Azad, I. S. (2016). Effect of autochthonous and commercial probiotic bacteria on growth, persistence, immunity and disease resistance in juvenile and adult Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research*, 47(9), 2757–2767.
15. Rohani, M. F., et al. (2022). Probiotics, prebiotics and synbiotics improved the functionality of aquafeed: Upgrading growth, reproduction, immunity and disease resistance in fish. *Fish & Shellfish Immunology*, 120, 569–589. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.12.037>. EDN: <https://elibrary.ru/ZMDHBT>
16. Sayes, C., Leyton, Y., & Riquelme, C. (2018). Probiotic bacteria as an healthy alternative for fish aquaculture. In *Antibiotic Use in Animals* (pp. 115–132).

ВКЛАД АВТОРОВ

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи для публикации.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

The authors contributed equally to this article.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Рудой Дмитрий Владимирович, д-р техн. наук, руководитель специализированной организации территориального кластера «Долина Дона» Ростовской области, декан факультета «Агропромышленный», главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Центр агробиотехнологии», доцент кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация
dmitriyrudoi@gmail.com

Корчунов Александр Александрович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории водных биоресурсов и аквакультуры

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук» (ЮНЦ РАН)

пр. Чехова, 41, г. Ростов-на-Дону, 344006, Российская Федерация
aqua-group@yandex.ru

Ольшевская Анастасия Владимировна, канд. техн. наук, заместитель декана по стратегическому и цифровому развитию факультета «Агропромышленный», заместитель руководителя Центра развития территориального кластера «Долина Дона», доцент кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация
olshevskaya.av@gs.donstu.ru

Шевченко Виктория Николаевна, канд. биол. наук, заместитель декана факультета «Агропромышленный», старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Центр агробиотехнологии»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

*пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российской Федерации
vikakhorosheltseva@gmail.com*

Старцев Александр Вениаминович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ихтиологии

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук» (ЮНЦ РАН)

*пр. Чехова, 41, г. Ростов-на-Дону, 344006, Российской Федерации
startsev@ssc-ras.ru*

Мальцева Татьяна Александровна, доцент кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса», заведующий лабораторией «Биохимический и спектральный анализ пищевых продуктов»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

*пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российской Федерации
tamaltseva.donstu@gmail.com*

Мазанко Мария Сергеевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории «Центр Агробиотехнологии»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»

пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российской Федерации

DATA ABOUT THE AUTHORS

Dmitry V. Rudoy, Doctor of Engineering Sciences, Head of the Specialized organization of the territorial cluster “Dolina Dona” of the Rostov region, Dean of the Faculty “Agribusiness”, Chief Researcher of the Research laboratory “Agrobiotechnology Center”, Associate Professor of the Department “Technologies and Equipment for Processing Agricultural Products”

Don State Technical University

1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation

dmitriyrudoi@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1916-8570>

Scopus Author ID: 57212389828

Alexander A. Korchunov, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Aquatic Bioresources and Aquaculture

Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

41, Chekhov Str., Rostov-on-Don, 344006, Russian Federation

aqua-group@yandex.ru

Anastasiya V. Olshevskaya, Candidate of Technical Sciences, Deputy Head of the Development center of the territorial cluster “Dolina Dona”, Deputy Dean for Strategic and Digital Development of the Faculty “Agribusiness”, Associate Professor of the Department “Technologies and Equipment for Processing Agricultural Products”

Don State Technical University

1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation

olshevskaya.av@gs.donstu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8318-3938>

Scopus Author ID: 57204675629

Victoria N. Shevchenko, Candidate of Biological Sciences, Deputy Dean of the Faculty “Agribusiness”, Senior Researcher of the Research laboratory “Agrobiotechnology Center”

Don State Technical University

1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation

vikakhorosheltseva@gmail.com

SPIN-code: 8026-6860

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5001-4959>

Alexander V. Startsev, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Ichthyology

Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

41, Chekhov Str., Rostov-on-Don, 344006, Russian Federation

startsev@ssc-ras.ru

Tatyana A. Maltseva, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department “Technologies and Equipment for Processing Agricultural Products”, Head of the Laboratory “Biochemical and Spectral Analysis of Food Products”

Don State Technical University

1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation

tamaltseva.donstu@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3973-6846>

Scopus Author ID: 57219444434

Maria S. Mazanko, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Research Laboratory “Agrobiotechnology Center”

Don State Technical University

1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation

Поступила 08.07.2025

Received 08.07.2025

После рецензирования 30.08.2025

Revised 30.08.2025

Принята 05.09.2025

Accepted 05.09.2025