

ТОВАРНАЯ АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ГИДРОБИОНТОВ

DOI: 10.24143/2073-5529-2020-3-103-110
УДК 639.3.06

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБ В ВОДЕ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ

А. А. Бахарева¹, Ю. Н. Грозеску¹, А. Д. Жандалгарова¹, Л. М. Славин², А. Н. Неваленный¹

¹*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Российская Федерация*

²*ООО «Аквалид»,
Астрахань, Российская Федерация*

Известно, что вода состоит из супермолекул, так называемых кластеров и ячеек, связанных между собой молекулярной структурой. Эта структура меняется при воздействии на воду различными способами: химическим, электромагнитным, механическим. Под этими воздействиями молекулы воды перестраиваются, образуя структурированную «живую» воду. Эффективность активированной воды обусловлена тем, что в процессе электролиза «мертвая» вода приобретает положительный, а «живая» – отрицательный электрический потенциал. Она становится слабым электролитом, который быстро взаимодействует с жидкостями организма (желудочным соком, кровью, лимфой, межклеточной жидкостью и др.). В результате исследований, проведенных на молоди тилапии, установлено, что гидрохимические показатели в опытных (выращивание в структурированной воде) и контрольных вариантах были в пределах нормативных значений. Содержание O_2 составило 7 мг/л, рН среды – 7,2, нитритов – 0,3 мг/л. Установлено, что окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) крови молоди тилапии имеет отрицательное значение (–96 мВ). Зафиксировано, что при достаточно низкой для теплолюбивой тилапии температуре воды (21 °С) и при отрицательном ОВП (–212 мВ) темп роста рыб повышается. Установлено, что использование воды с ОВП, имеющим значение –100 мВ, наиболее эффективно, т. к. линейно-весовой прирост молоди увеличивается на 36 % по сравнению с контролем. Отрицательно заряженная (катодная) вода способствует повышению эффективности выращивания молоди тилапии и не оказывает негативного влияния на физиологическое состояние рыб. У молоди тилапии, выращиваемой в структурированной воде, отмечается наибольшее содержание гемоглобина (62–64 г/л) и общего белка (13,3–14,3 г/л).

Ключевые слова: структурированная вода, окислительно-восстановительный потенциал, темп роста, гематологические показатели, молодь тилапии.

Для цитирования: Бахарева А. А., Грозеску Ю. Н., Жандалгарова А. Д., Славин Л. М., Неваленный А. Н. Оценка эффективности выращивания рыб в воде с отрицательным окислительно-восстановительным потенциалом // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2020. № 3. С. 103–110. DOI: 10.24143/2073-5529-2020-3-103-110.

Введение

Одним из перспективных направлений улучшения качества воды является ее структурирование. Известно, что вода, имеющая кластерную структуру, отличается улучшенным качеством с точки зрения как органолептических свойств, так и соотношения минеральных компо-

нентов, что, несомненно, способствует поддержанию гомеостаза в организме [1]. Вода заполняет все пространство внутри клеток и между клетками. Будучи главной жидкостью в организме, она служит растворителем для питательных веществ, является средой для безопасного выведения токсинов и продуктов жизнедеятельности, определяет качество крови, влияет на окислительно-восстановительные процессы [2]. Вода, имеющая отрицательный окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), легко усваивается организмом и восполняет клеткам потерянные отрицательные заряды и энергию [3]. Такая вода имеет ОВП, приближенный к ОВП внутренней среды организма, и обладает антиоксидантными свойствами. Технология активации воды, освоенная в недавнем прошлом, продолжает совершенствоваться в настоящее время. Использование активной воды в рыбоводстве может во многом улучшить качество товарной продукции и минимизировать сроки выращивания рыбы [4].

Цель исследования заключается в оценке эффективности выращивания рыб в воде с отрицательным ОВП.

Материал и методы исследований

Экспериментальные работы проводились на базе Инновационного центра «Биоаквапарк-НТЦ аквакультуры» Астраханского государственного технического университета.

В качестве объектов исследований использовали молодь тилляпии разной массой. Выращивание рыбы осуществлялось в стеклопластиковых бассейнах с закругленными углами объемом 0,8 м³ с постоянной проточностью. Плотность посадки молоди тилляпии устанавливали в зависимости от массы выращиваемой рыбы [5].

Исследуемые объекты были разделены на 2 группы: экспериментальную и контрольную. В экспериментальной группе молодь выращивали в структурированной воде, а в контрольной – при стандартном режиме. Для изменения ОВП водной среды использовали системы фильтров и активации воды, разработанные компанией ООО «Аквалид» (рис.).



Система для электрохимической активации воды

В течение всего периода исследований проводили наблюдения за термическим и гидрохимическим режимами, водообменом, ростом и развитием рыб. Температуру, кислород и рН измеряли три раза в сутки. Для этого использовали термооксиметр Cyber Scan DO 300 и рН-метр HANNA. Ежедневно с помощью капельных тестов фирмы TETRA проводились замеры концентраций нитратов и нитритов. Окислительно-восстановительный потенциал воды и крови измеряли с помощью ОВП-метра, отражающего уровень активности электронов в процессах окисления и восстановления жидкости.

Для проведения гематологических исследований кровь у молоди тилляпии отбирали методом отсечения хвостового стебля. Уровень гемоглобина определяли циангемоглобиновым методом, для чего в пробирки вносили по 5 мл трансформирующего раствора, затем добавляли 0,02 мл крови, тщательно перемешивали и инкубировали при комнатной температуре в течение 20 мин. После этого измеряли величину оптической плотности опытных проб против холостой

пробы (трансформирующего раствора) при длине волны 540 нм в кювете с толщиной слоя, поглощающего свет, 10 мм. Для определения уровня общего белка получили сыворотку, для этого отобранную кровь переливали в чистые сухие пробирки. После того как кровь свернулась, сгусток отделяли от стенок пробирки иглой путем обводки. Сыворотка шприцем отсасывалась в чистые пробирки. Белок в сыворотке определяли с помощью рефрактометра ИРФ-454Б2М.

Кормление молоди тилапии осуществляли ручным способом ежедневно 3 раза в сутки комбикормом Coppens START PREMIUM [5]. Суточная норма кормления определялась в зависимости от массы тела рыб и температуры воды, в соответствии с общепринятой технологией выращивания [6]. Взвешивание и измерения проводили согласно рекомендациям И. Ф. Правдина [7].

Результаты исследований

Известно, что на темп роста рыб значительное влияние оказывают условия выращивания: газовый и термический режимы, освещенность, качество и доступность кормов, их сбалансированность [8].

При выращивании молоди тилапии установлено, что увеличение прироста массы возможно не только при использовании качественных кормов, но и путем изменения структуры воды. Природная вода имеет положительный ОВП, тогда как внутренняя среда организма – отрицательный ОВП.

Проведенные исследования по изучению ОВП крови молоди тилапии показали, что она имеет отрицательный потенциал –96 мВ. В связи с этим были проведены дополнительные экспериментальные работы по определению влияния уровня ОВП водной среды на рост молоди.

В период эксперимента температура воды, а также содержание растворенного в воде кислорода и другие показатели, которые влияли на рост молоди тилапии, измерялись ежедневно (табл. 1).

Таблица 1

**Гидрохимические показатели при выращивании молоди тилапии
в период проведения экспериментальных работ***

Показатель	Группа	
	Опытная	Контрольная
pH	7,5 ± 0,07	7,3 ± 0,05
NO ₂ , мг/л	0,3 ± 0,06	0,5 ± 0,08
NO ₃ , мг/л	2,5 ± 0,8	2,5 ± 1,0
t, °C	21,0 ± 0,24	21,0 ± 0,24
ОВП, мВ	-212	+155
O ₂ , мг/л	7,5 ± 0,13	7,0 ± 0,08

* Представлены усредненные значения.

На протяжении всех экспериментальных работ температура воды составляла 21 °C, что ниже оптимальных для роста тилапии показателей. Содержание нитритов было меньше в опытной группе и составило 0,3 мг/л, тогда как в контроле данный показатель составил 0,5 мг/л, что, вероятно, связано с качеством поступающей воды, проходящей через систему фильтров и электрохимических реакторов и приобретающей в результате этого отрицательный ОВП. Активная реакция среды была слабощелочная и поддерживала здоровую среду организма молоди тилапии. Нитраты составили 2,5 мг/л, что соответствует нормам ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».

Выращивание рыб, как правило, происходит в воде, активность электронов которой выше, чем во внутренней среде организма. В связи с этим часть энергии тратится на выравнивание ОВП, что снижает эффективность выращивания. В ходе эксперимента установлено, что даже при достаточно низкой для теплолюбивой тилапии температуре воды – 21 °C (оптимальная 25–27 °C) – и при отрицательном ОВП (–212 мВ) наблюдается высокий темп роста рыб (табл. 2).

Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди тилапии

Показатель	Группа	
	Опытная	Контрольная
Масса <small>начальная</small> , г	3,2 ± 0,6	2,9 ± 0,5
Масса <small>конечная</small> , г	8,56 ± 1,6	7,03 ± 1,5
Прирост, г	5,36	4,13
Коэффициент упитанности	1,15	0,7
Прирост среднесуточный, г	0,18	0,14
Относительный прирост, %	91,2	83,2
Выживаемость, %	98	98
Кормовой коэффициент, ед.	0,8	0,9
Период эксперимента, сут	30	30

Молодь тилапии, выращиваемая в структурированной воде, обладала более высокими показателями интенсивности роста. Прирост рыб в этом варианте был несколько выше и составил 5,36 г, тогда как в контрольной группе данный показатель был ниже на 8 %. Коэффициент упитанности молоди при выращивании в биологически активной воде был в 1,6 раз выше, чем в контрольном варианте.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что структурированная вода способствует быстрому перевариванию пищи, а также более эффективному усвоению питательных веществ. Затраты корма на прирост массы рыбы в опытном варианте был на 0,1 ед. ниже, чем в контрольном.

Следующее экспериментальное выращивание провели в оптимальном для роста тилапии температурном режиме 25–27 °С, при этом ОВП приблизили к уровню внутренней среды организма (–96 мВ). В контрольном варианте вода подавалась из системы УЗВ, в опытных дополнительно проходила через систему активации воды. Гидрохимические показатели среды представлены в табл. 3.

Таблица 3

Гидрохимические показатели воды с измененным ОВП

Показатель	Группа		
	Опытная 1 (ОВП –100 мВ)	Опытная 2 (ОВП –160 мВ)	Контрольная
pH	7,5 ± 0,03	7,5 ± 0,04	7,0 ± 0,03
NO ₂ , мг/л	0,2 ± 0,05	0,2 ± 0,05	0,5 ± 0,02
NO ₃ , мг/л	2,5 ± 0,2	2,5 ± 0,2	2,5 ± 0,3
t, °С	26,0 ± 0,24	26,0 ± 0,25	26,0 ± 0,27
ОВП, мВ	–100	–160	+440
O ₂ , мг/л	7,5 ± 0,13	7,2 ± 0,14	6,9 ± 0,08

В период проведения исследований средняя температура воды составляла 26 °С, с кратковременными перепадами до 27 °С, при оптимуме для тилапии – 25–30 °С. Для оптимального развития и роста тилапии необходимо соблюдение кислотно-щелочного равновесия, и среда должна быть либо слабокислой, либо слабощелочной в пределах 6,0–8,0 [9]. В опытных вариантах данный показатель находился в пределах нормы и его значение составляло 7–7,5. Концентрация растворенного в воде кислорода в период опыта была стабильной и колебалась в незначительных пределах. В среднем в опытных и контрольном вариантах этот показатель соответствовал 7 мг/л.

По полученным гидрохимическим данным видно, что катодная вода имеет ряд преимуществ и оказывает положительное влияние на состояние водной среды, а также на темп роста рыб, и позволяет уменьшить затраты кормов на единицу прироста (табл. 4).

Результаты выращивания молоди тилапии в воде с измененным ОВП и контроле

Показатель	Группа		
	Опытная 1 (ОВП –100 мВ)	Опытная 2 (ОВП –160 мВ)	Контрольная (ОВП +440 мВ)
Масса начальная, г	18,4 ± 8,1	18,6 ± 9,3	18,9 ± 9,5
Масса конечная, г	40,4 ± 10,5	29,5 ± 10,0	28,0 ± 9,8
Прирост, г	22,0	10,9	9,1
Коэффициент упитанности	1,5	1,2	0,8
Прирост среднесуточный, г	0,73	0,36	0,30
Прирост, %	74,8	45,3	38,8
Выживаемость, %	100	100	100
Кормовой коэффициент, ед.	0,7	0,7	0,8
Период эксперимента, сут	30	30	30

Результаты эксперимента позволили установить преимущество использования воды с ОВП – 100 мВ. Прирост массы рыб в этом варианте составил 22 г, что на 36 % больше, чем в контроле. Темп роста молоди тилапии в опытных вариантах был более интенсивным.

Кормовой коэффициент в варианте 1 был ниже, чем в контрольном, и составил 0,7 ед. Выживаемость во всех вариантах составила 100 %. Коэффициент упитанности в первой опытной группе был сравнительно выше, чем во второй и контроле, что может свидетельствовать о большем количестве энергии в организме рыб, которая тратится на внутренние процессы.

Результаты эксперимента по выращиванию тилапии при различных температурах и ОВП показали, что даже при незначительном изменении электрохимического потенциала среды обитания рыб достигается высокий темп роста и увеличивается эффективность выращивания.

Условия обитания оказывают влияние на гематологические показатели рыб и вызывают их изменения в зависимости от температуры, содержания кислорода, растворенного в воде, солености, pH, состава и количества поедаемых кормов. Кровь, как наиболее лабильная ткань, быстро реагирует на действие различных факторов и приводит к восстановлению равновесия между организмом и средой [10]. У молоди тилапии, выращиваемой в структурированной воде, отмечалось большее содержание гемоглобина (62–64 г/л) и белка (13,3–14,3 г/л) (табл. 5).

Таблица 5

Гематологические показатели молоди тилапии

Показатель	Группа		
	Опытная 1 (ОВП –100 мВ)	Опытная 2 (ОВП –160 мВ)	Контрольная
Hb, г/л	64 ± 0,20	62 ± 0,32	60 ± 0,34
ОСБ, г/л	14,3 ± 0,8	13,3 ± 0,03	11,5 ± 0,08

Более высокое содержание указанных показателей у рыб опытных вариантов свидетельствует об их хорошем физиологическом состоянии. В контрольном варианте эти показатели были несколько ниже.

Таким образом, по результатам проведенных исследований установлено, что выращивание молоди тилапии в воде с ОВП способствует повышению эффективности выращивания и улучшению физиологического состояния рыб.

Заключение

В ходе проведенных исследований установлено, что применение структурированной воды при выращивании молоди тилапии способствует повышению темпа роста рыб. Использование воды с ОВП –100 мВ является наиболее эффективным, т. к. данный показатель приближен к ОВП внутренней среды организма. Анализ гематологических показателей молоди тилапии не выявил негативного воздействия структурированной воды на рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадьин В. И., Дробышевский Ю. В. Разработка препарата и способа его получения для стимуляции жизнедеятельности организма: отчет о НИР. М.: Мед-Чернобыль, 2005. 54 с.
2. Воейков В. Л. Вода с активным кислородом – вода жизни. Л.: Делфис, 2005. 22 с.

3. Прилуцкий В. И., Бахир В. М. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия. М.: Дашков и К, 1997. 151 с.
4. Головкин Г. В., Ковтун М. В., Гетманчик И. Н., Морозова М. А., Радченко Ю. И. Влияние структурированной воды на развитие карповых рыб в раннем онтогенезе // Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: сб. материалов Междунар. науч. конф. Ростов н/Д.: Изд-во АЗНИИРХ, 2013. С. 49–53.
5. Alltech Coppens. Каталог комбикормов фирмы «Coppens». URL: <https://www.alltechcoppens.com/ru/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%8B/start-premium> (дата обращения: 10.05.2020).
6. Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А. Индустриальное рыбоводство: учеб. СПб.: Лань, 2013. 420 с.
7. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищ. пром-сть, 1996. 112 с.
8. Лаврентьева Н. М. Биологические особенности и хозяйственно-полезные качества голубой тилапии (*Oreochromis aureus*) при выращивании в системе с замкнутым циклом водоснабжения: автореф. ... дис. канд. биол. наук. М.: Изд-во РГАЗУ, 2009. 6 с.
9. Чмилевский Д. А., Руденко И. В. Влияние пониженной температуры на развитие гонад тилапии (*Tilapia mossambica* Peters) // Всесоюз. конф. по раннему онтогенезу рыб. Киев, 1998. 123 с.
10. Головина Н. А. Морфофункциональная характеристика крови рыб-объектов аквакультуры // Тез. докл. по изучению крови рыб. М.: Наука и техника, 1977. 72 с.

Статья поступила в редакцию 01.08.2020

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бахарева Анна Александровна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р с.-х. наук, доцент; зав. кафедрой аквакультуры и рыболовства; bahareva.anya@yandex.ru.

Грозеску Юлия Николаевна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р с.-х. наук, доцент; профессор кафедры аквакультуры и рыболовства; grozesku@yandex.ru.

Жандалгарова Аделя Джуманияшевна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд с.-х. наук; доцент кафедры аквакультуры и рыболовства; zhandalgarova@mail.ru.

Славин Леонид Матвеевич – Россия, 414056, Астрахань; ООО «Аквалид»; ген. директор; slavin.leonid@mail.ru.

Неваленный Александр Николаевич – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р биол. наук, профессор; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; rector@astu.org.



ESTIMATION OF EFFICIENCY OF FISH GROWING IN WATER WITH NEGATIVE OXIDATION-REDUCTION POTENTIAL

*A. A. Bakhareva¹, Yu. N. Grozescu¹, A. D. Zhandalgarova¹,
L. M. Slavin², A. N. Nevalenny¹*

¹*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russian Federation*

²*LLS “Aqualid”,
Astrakhan, Russian Federation*

Abstract. The paper outlines the problems of fish rearing in the water with negative redox potential. Water is known to consist of supermolecules, the so-called clusters and cells, connected by

a special molecular structure. This structure changes when exposed to water in different ways: chemical, electromagnetic, mechanical. Under these influences the water molecules rearrange forming the structured living water. The effectiveness of activated water is explained by the fact that in the process of electrolysis the dead water acquires a positive electric potential, and living water – a negative electrical potential. It becomes a weak electrolyte which quickly interacts with body fluids (gastric juice, blood, lymph, intercellular fluid, etc.). As a result of the studies carried out on juvenile tilapia, it has been found that the hydrochemical parameters in the experimental (growing in structured water) and control variants were within the standard values. Concentration of O₂ made 7 mg/l, pH of the medium was 7.2, and nitrite concentration was 0.3 mg/l. It has been inferred that the redox potential (redox) of the blood of young tilapia has a negative value (–96 mV). It has been recorded that at a water temperature of 21°C that is sufficiently low for thermophilic tilapia and at a negative redox (–212 mV) there has been observed a high growth rate of fish. It was found that the use of redox water (–100 mV) is most effective, because the linear-weight gain of juveniles increases by 41% in comparison with the control. Negatively charged (cathode) water increases the efficiency of rearing tilapia fry and does not affect the physiological state of fish. Tilapia fry reared in the structured water have the highest hemoglobin content (62-64 g/l) and total protein (13.3-14.3 g/l).

Key words: structured water, redox potential, growth rate, hematological parameters, young tilapia.

For citation: Bakhareva A. A., Grozescu Yu. N., Zhandalgarova A. D., Slavin L. M., Nevalenny A. N. Estimation of efficiency of fish growing in water with negative oxidation-reduction potential. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2020;3:103-110. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2020-3-103-110.

REFERENCES

1. Bad'in V. I., Drobyshevskii Iu. V. *Razrabotka preparata i sposoba ego polucheniia dlia stimulatsii zhiznedeiatel'nosti organizma: otchet o NIR* ["Development of preparation and method for its production to stimulate body's vital functions": Research report]. Moscow, Med-Chernobyl' Publ., 2005. 54 p.
2. Voeikov V. L. *Voda s aktivnym kislorodom – voda zhizni* [Active oxygen saturated water is water of life]. Leningrad, Delfis Publ., 2005. 22 p.
3. Prilutskii V. I., Bakhir V. M. *Elektrokhimicheski aktivirovannaia voda: anomal'nye svoistva, mekhanizm biologicheskogo deistviia* [Electrochemically activated water: abnormal properties, mechanism of biological action]. Moscow, Dashkov i K Publ., 1997. 151 p.
4. Golovko G. V., Kovtun M. V., Getmanchik I. N., Morozova M. A., Radchenko Iu. I. Vliianie strukturirovannoi vody na razvitie karpovykh ryb v rannem ontogeneze [Influence of structured water on development of cyprinids in early ontogenesis]. *Aktual'nye problemy akvakul'tury v sovremennyi period: sbornik materialov Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii*. Rostov-na-Donu, Izd-vo AZNIIRKh, 2013. Pp. 49-53.
5. *Alltech Coppens. Katalog kombikormov firmy «Sorrrens»* [Coppens compound feed catalog]. Available at: <https://www.alltechcoppens.com/ru/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%8B/start-premium> (accessed: 10.05.2020).
6. Ponomarev S. V., Grozesku Iu. N., Bakhareva A. A. *Industrial'noe rybovodstvo: uchebnik* [Industrial fish farming: textbook]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 2013. 420 p.
7. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniiu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh)* [Fish research guide (mainly freshwater fish)]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1996. 112 p.
8. Lavrent'eva N. M. *Biologicheskie osobennosti i khoziaistvenno-poleznye kachestva goluboi tiliapii (Oreochromis aureus) pri vyrashchivanii v sisteme s zamknutym tsiklom vodosnabzheniia. Avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk* [Biological features and economically useful qualities of blue tilapia (*Oreochromis aureus*) grown in recirculated aquatic system. Diss. Abstr. ... Cand. Biol. Sci.]. Moscow, Izd-vo RGAZU, 2009. 6 p.
9. Chmylevskii D. A., Rudenko I. V. Vliianie ponizhennoi temperatury na razvitie gonad tiliapii (*Tilapia mossambica* Peters) [Effect of low temperature on development of tilapia gonads (*Tilapia mossambica* Peters)]. *Materialy Vsesoiuznoi konferentsii po rannemu ontogenezu ryb*. Kiev, 1998. 123 p.
10. Golovina N. A. Morfofunktsional'naia kharakteristika krovi ryb-ob"ektov akvakul'tury [Morphological and functional characteristics of blood of fish-objects of aquaculture]. *Tezisy dokladov po izucheniiu krovi ryb*. Moscow, Nauka i tekhnika Publ., 1977. 72 p.

The article submitted to the editors 01.08.2020

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Bakhareva Anna Aleksandrovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Aquaculture and Fisheries; bakhareva.anya@yandex.ru.

Grozesku Yulia Nikolaevna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Aquaculture and Fisheries; grozesku@yandex.ru.

Zhandalgarova Adelya Dzumaniyashevna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Agricultural Sciences; Assistant Professor of the Department of Aquaculture and Fisheries; zhandalgarova@mail.ru.

Slavin Leonid Matveevich – Russia, 414056, Astrakhan; LLS “Aqualid”; General Director; slavin.leonid@mail.ru.

Nevalenny Alexander Nickolaevich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; rector@astu.org.

