

МРНТИ 69.25.13

<https://doi.org/10.26577/eb.2021.v88.i3.13>

К.Н. Сыздыков* , Ж.Б. Куанчалеев ,
Г.А. Аубакирова , С.Е. Мусин 

НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина», Казахстан, г. Нур-Султан,
*e-mail: k_syzdykov@mail.ru

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ СУДАКА В УСЛОВИЯХ НИЦ «РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО»

Научные исследования проводились в Научно-исследовательском центре «Рыбное хозяйство» НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина» по искусственному выращиванию судака в установках замкнутого водоснабжения в соответствии с грантовой программой по линии МОН РК.

Цель наших исследований – отработка технологических процессов содержания товарного судака в условиях УЗВ.

Для достижения поставленной цели определены были следующие задачи:

- изучение температурного и гидрохимического режима в УЗВ при выращивании судака;
- изучение морфобиологических показателей судака при выращивании в УЗВ.

Отработаны биотехнические приемы выращивания судака в установках замкнутого водоснабжения, проведен контроль гидрохимического режима, роста и развития судака при содержании в бассейнах УЗВ. В ходе проведения экспериментальной работы были использованы общепринятые методы исследования гидрохимического режима воды и проведены морфобиологические исследования судака по общепринятым методикам.

В результате проведенных исследований определены основные гидрохимические параметры, благоприятно оказывающие влияние на рост и развитие судака при выращивании в установках замкнутого водоснабжения.

Применяемые технологические процессы по искусственному выращиванию судака в установках замкнутого водоснабжения дадут возможность повысить воспроизводство рыбной продукции (товарной рыбы – судака), не оказывая воздействие на естественную популяцию.

Ключевые слова: установка замкнутого водоснабжения, бассейны, судак, гидрохимический режим.

K.N. Syzdykov*, Zh.B. Kuanchaleyev, G.A. Aubakirova, S.E. Musin
S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Kazakhstan, Nur-Sultan
*e-mail: k_syzdykov@mail.ru

Experience of growing pikeperch in the conditions of the SRC “Fisheries”

Scientific research was carried out in the scientific research center “Fisheries” of the NCJSC “Kazakh Agrotechnical University S. Seifullin” on the artificial cultivation of pikeperch in recirculating aquatic system (RAS) in accordance with the grant program of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

The purpose of our research is to work out the technological processes of keeping commercial pikeperch in the conditions of RAS.

To achieve this goal, the following tasks were defined:

- Study of the temperature and hydrochemical regime in the ultrasonic system during the cultivation of pikeperch;
- To study the morphobiological parameters of pikeperch when growing in RAS.

The biotechnical methods of growing pikeperch in closed water supply installations were worked out, the hydrochemical regime was monitored, and the growth and development of pikeperch was carried out when kept in the basins of RAS. In the course of the experimental work, generally accepted methods of studying the hydrochemical regime of water were used and morpho-biological studies of pikeperch were carried out according to generally accepted methods.

As a result of the conducted studies, the main hydrochemical parameters that favorably affect the growth and development of pikeperch when growing in closed water supply installations were determined.

The applied technological processes for the artificial cultivation of pikeperch in closed water supply installations will make it possible to increase the reproduction of fish products (commercial pikeperch fish) does not affect the natural population.

Key words: recirculating aquatic system, fish tanks, pikeperch, hydrochemical mode.

К.Н. Сыздыков*, Ж.Б. Куанчалеев, Г.А. Аубакирова, С.Е. Мусин

“С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті” КеАҚ, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.

*e-mail: k_syzdykov@mail.ru

«Балық шаруашылығы» ҒЗО-ның жағдайында көксерке балығын өсіру тәжірибесі

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің “Балық шаруашылығы” ғылыми-зерттеу орталығында ҚР БҒМ Білім және ғылым министрлігінің гранттық бағдарламасына сәйкес тұйық сумен жабдықталған қондырғыларында көксерке жасанды өсіру бойынша ғылыми зерттеулер жүргізілді.

Біздің зерттеулеріміздің мақсаты – ТСЖҚ жағдайында тауарлық көксерке құрамының технологиялық процестерін пысықтау.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттер анықталды:

- Көксерке өсіру кезінде ТСЖҚ-да температуралық және гидрохимиялық режимді зерттеу;
- ТСЖҚ-де өсіру кезінде көксерке морфобиологиялық көрсеткіштерін зерттеу.

Тұйық сумен жабдықталған қондырғыларында көксерке өсірудің биотехнологиялық тәсілдері пысықталды, гидрохимиялық режимге бақылау жүргізілді және ТСЖҚ бассейндерінде ұстау кезінде көксерке өсуі мен дамуы жүргізілді. Эксперименттік жұмыс барысында судың гидрохимиялық режимін зерттеудің жалпы қабылданған әдістері қолданылды және жалпы қабылданған әдістерге сәйкес көксерке морфо-биологиялық зерттеулері жүргізілді.

Зерттеулер нәтижесінде тұйық сумен жабдықталған қондырғыларында өсірілген кезде көксерке өсуіне және дамуына қолайлы негізгі гидрохимиялық параметрлер анықталды.

Тұйық сумен жабдықталған қондырғыларында көксерке жасанды өсіру бойынша қолданылатын технологиялық процестер балық өнімдерінің өсімін молайтуды арттыруға мүмкіндік береді (тауарлы көксерке балығы) табиғи популяцияға әсер етпейді.

Түйін сөздер: тұйық сумен жабдықталған қондырғы, бассейндер, көксерке, гидрохимиялық режим.

Сокращения и обозначения

УЗВ – установка замкнутого водоснабжения; НИЦ «Рыбное хозяйство» – Научно-исследовательский центр «Рыбное хозяйство»; O_2 – кислорода; CO_2 – углекислого газа; pH – водородный показатель; $t^{\circ}C$ – температура; NO_3 – нитрат; NO_2 – нитритов; мг/л – миллиграмм на литр; шт – штук; кг – килограмм; шт/м³ – штук на метр кубический; кг/м³ – килограмм на метр кубический.

Введение

В Республике Казахстан европейский судак (*Sander lucioperca*, L.) имеет большое промышленное значение, и рассматривается, как один из основных экспортируемых видов рыб.

Выращивание судака в условиях замкнутого водоснабжения (УЗВ) до недавнего времени в нашей стране не проводилось.

Применяемые промышленные методы рыбоводства преимущественно направлены на по-

лучение жизнестойкой молоди [1,2]. Имеются некоторые научные исследования по, рассматривающие вопросы выращивания ремонтно-маточного стада в УЗВ [3].

Природопользователи и рыбоводы нашей страны считают судака, как объекта рыбоводства, обитающего в естественных водоемах, приспособленного к жизни в реках, водохранилищах и опресненных участках морей. В связи с этим основной промысел судака осуществляется в естественных водоемах.

Современное видение рыбоводства и в целом развития аквакультуры в Республике Казахстан сводится к тому, что возникает необходимость совершенно нового подхода в рыбоводстве с использованием инновационных технологических процессов. В постсоветский период учеными – рыбоводами [4] были проведены работы по разработке биотехники выращивания судака в прудах. В России в ГосНИРХ в 90 годах были проведены первые исследования по промышленному выращиванию молоди судака [1].

В 2009 г. научными сотрудниками ФГБОУ ВО «КГТУ» была разработана полициклическая технология выращивания молоди судака [3, 5].

В Европе опыт выращивания судака основывается преимущественно экстенсивными, полунтенсивными и интенсивными методами. Применение интенсивного метода выращивания подразумевают использование установок замкнутого водоснабжения. Данный метод получил широкое применение в Европе. Возможность выращивания судака в условиях замкнутого водоснабжения обусловлено его высокими вкусовыми качествами, хорошим темпом роста, а также растущей ценой [6]. В странах Польша и Чехия рыбноводные хозяйства в последние годы активно применяют методики выращивания судака в УЗВ [7,8,9,10,11]. В целом в Европе лидирующее место по выращиванию судака на протяжении долгих лет занимает датское предприятие Aquarri A/S (Frederiksværk, Denmark).

Цель наших исследований – отработка технологических процессов содержания товарного судака в условиях УЗВ.

Для достижения поставленной цели определены были следующие задачи:

- Изучение температурного и гидрохимического режима в УЗВ при выращивании судака;
- Изучение морфобиологических показателей судака при выращивании в УЗВ.

Материалы и методы исследования

Научно-исследовательская работа проводилась на базе Научно-исследовательского центра «Рыбное хозяйство» НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина. Материалом для исследования послужили европейские судаки (*Sander lucioperca*, L.) в общем количестве 19 штук.

Для характеристики гидрохимического режима в рыбноводных бассейнах отбирались пробы воды. Исследования проводились по стандартным методикам. Контроль гидрохимического режима проводился по следующим основным показателям (параметрам) – содержания кислорода (O_2), углекислого газа (CO_2), pH – среда, температура воды ($t^{\circ}C$), а также содержание нитратов (NO_3) и нитритов (NO_2) [12,13].

Проведен морфобиологический анализ судака из водохранилища Астана по общепринятым методикам [14]. Исследовано 19 экземпляров судака. Морфобиологический анализ включает в себя определение 6 признаков пластических признаков, линейных размеров, веса, упитанно-

сти. Статистическая обработка проводилась под руководством Г. Ф. Лакина [15] с использованием программы Excel.

Результаты исследования и их обсуждения

Для полноценного роста и развития судака в установках замкнутого водоснабжения необходимо создания благоприятного гидрохимического режима. В нашем эксперименте использовалась водопроводная вода. Предварительно водопроводная вода проходила отстаивание с целью выветривания остаточного количества хлора, если таковой имеется в водопроводной воде.

Для котстотации качества водопроводной воды с целью содержания судака нами предварительно данная вода была опробирована неоднократно при содержании в УЗВ научно-исследовательского центра «Рыбное хозяйство» таких видов аквакультуры, как осетровые рыбы, тилапия, клариевый сом и австралийский красноклещевый рак.

Как уже говорилось, для определения гидрохимического режима при содержании судака в установках замкнутого водоснабжения нами определялись основные параметры – содержание растворенного в воде кислорода, углекислого газа, pH – среды, содержание нитратов и нитритов и температурный режим.

Для регулирования температурного режима нами была установлена в УЗВ охладительная установка «чилер». Судак крайне требователен к содержанию кислорода и температурному режиму. Повышение температуры воды приводит к понижению активности рыбы, заболеваниям и другим последствиям.

Температура воды в установках замкнутого водоснабжения при содержании судаков колебалась от $17,0^{\circ}$ до $22,4^{\circ}$

Динамика температуры воды и колебания содержания растворимого кислорода в воде в бассейнах установок замкнутого водоснабжения при содержании судака отражена в диаграмме (Рисунок 1).

В среднем температура воды за периоды исследования в среднем составляла $19,2 \pm 0,4^{\circ}C$.

Как показали исследования зарубежных ученых [16,17,18,19,20], при содержании судаков в искусственных условиях наиболее благоприятной температурой является порядка $17-20^{\circ}C$. При этом утверждается исследователями, что наиболее высокой скорости роста достигается молодь судака при температурном режиме в пределах $25-30^{\circ}C$. Тем не менее, не-

давние исследования чешских и датских ученых [21, 22] свидетельствуют, что оптимальной температурой для судака варьирует в пределах 10-27°C. Авторы утверждают, что в естественных условиях широкий диапазон температуры связан с определенными формами поведения

рыбы, такими как например, в течении дневного времени судак преимущественно обитает на дне, с приходом сумерек и ночного времени рыба устремляется на мелководья с более теплой водой, где и охотится активно на молодь различных рыб.

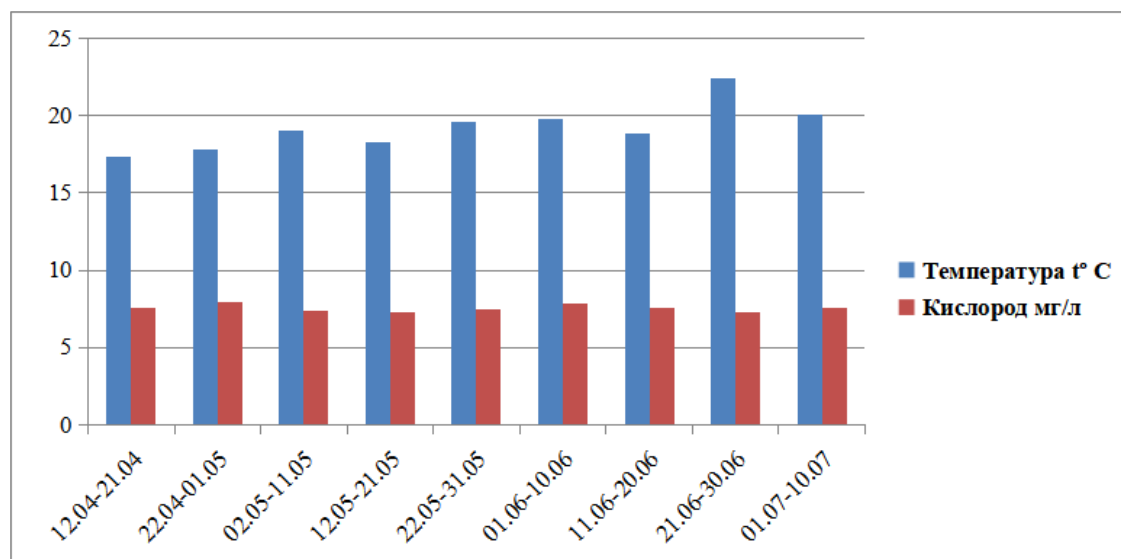


Рисунок 1 – Динамика температурного режима и содержания растворимого в воде кислорода в бассейнах УЗВ НИЦ «Рыбное хозяйство» при содержании судака.

В наших исследованиях установлено было, что судак был наиболее активен при температуре воды 17-18°C. Он активно перемещался в бассейне и при кормлении достаточно хорошо поедал предоставляемый корм. В качестве корма судакам предоставляли живую рыбу – молодь карповых рыб (плотва, верховка, окунь и др.). При этом при данных параметрах температуры судак активно охотился за молодь и поглощал ее как в толще воды, так и на поверхности.

При изменении температурного режима, повышении температуры от 19 до 22°C активность судака снижалась. Рыба была пассивной, неохотно принимала корм, при этом захватывала молодь в толще воды и при непосредственной близости рыбы-корма. Часто судак выполнял пустые выпадения – промахи.

Таким образом наши данные свидетельствуют о том, что при содержании судаков в установках замкнутого водоснабжения необходимо регулирования температурного режима с целью поддержания биологической активности рыбы. Для решения данной задачи нами была переоборудована установка замкнутого водоснабжения.

Для поддержания необходимой оптимальной температуры водной среды нами в установку замкнутого водоснабжения был установлен охладитель -чиллер, который и регулировал температурный режим. Чиллер представляет собой агрегат, представляющий из себя как однокомпрессорный агрегат, на выходе/ входе поддерживающий температуру в пределах соответственно +7°C и +10°C. Агрегат компрессорно-конденсаторный изготовлен на базе герметического (спирального) компрессора YH150T1G-1005HP INVOTECН.

При искусственном содержании судака в установках замкнутого водоснабжения большую роль играет такой показатель, как концентрация растворенного кислорода в воде. Среднее колебание растворенного кислорода составляла порядка 7,5±0,1 мг/л. Максимальное концентрация кислорода в воде составило 7,9 мг/л, а минимальная концентрация составила 7,3 мг/л.

Как видно из рисунка 1, за период исследования наблюдались колебания концентрации кислорода в целом незначительные.

Стабильная концентрация кислорода связано с тем, что для дополнительной аэрации использовались стационарные компрессоры и достаточная циркуляция воды в бассейнах. В начальном периоде эксперимента наблюдалось незначительное снижение концентрации кислорода до 7,3 мг/л. Снижение концентрации кислорода связано с повышением внешней температуры окружающей среды. Это приводило к повышению температуры воды и снижению концентрации кислорода.

В целом, при проведении экспериментальной работы по содержанию судаков в УЗВ колебания концентрации кислорода было незначительное. Показатели кислорода в воде находились на уровне оптимальных для судака, концентрация кислорода не снижалась ниже 7 мг/л, что соответствует потребности организма рыб в кислороде [23].

Важным показателем воды при искусственном выращивании судака в установках замкнутого водоснабжения является величина рН (водородный показатель). Значение водородного

показателя (рН) за время содержания судака в бассейнах УЗВ соответствовала нормативным показателям. В ходе проведения экспериментальных исследований в воде бассейнов УЗВ сохранялась нейтральная и слабощелочная реакция среды.

Среднее значение водородного показателя составило $7,5 \pm 0,01$. Максимальное значение рН было отмечено в эксперименте со значением 7,6 к концу июня, начало июля месяцев, минимальное значение водородного показателя составил 7,4 (апрель-май месяцы). Возможно, это связано с тем, что рыба в первой половине эксперимента недостаточно адаптировалась к среде обитания, была пуглива и недостаточно активно питалась, соответственно в воде было меньше продуктов метаболизма. В последующем рыба достаточно адаптировалась к среде обитания, факторам беспокойства и стала активнее питаться. В воде значительно больше происходит накопление органических соединений, остатки каловых масс, пищи и т.д. (Рисунок 2).

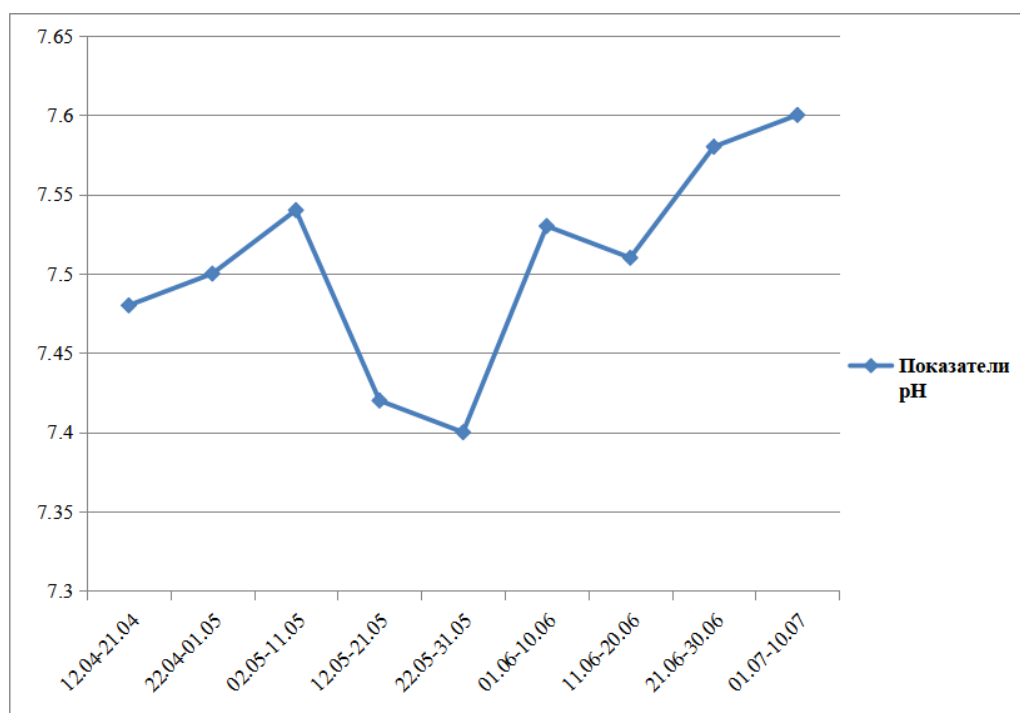


Рисунок 2 – Динамика водородного показателя воды бассейнов УЗВ НИЦ «Рыбное хозяйство» при искусственном содержании судака

Значительной проблемой при искусственном выращивании рыб в установках замкнутого водоснабжения является скопление нитратов и

нитритов. Чем больше плотность посадки рыб, а также скопление продуктов метаболизма (каловые массы, остатки корма, трупы погибших рыб)

в воде тем более высокий уровень нитрита (NO_2) и нитрата (NO_3). Для нитрификации данных соединений в УЗВ установлены были биофильтры. Эффективная нитрификация биофильтрами осуществляется при равномерной нагрузке биомассы рыбы.

В процессе исследования нами были установлены следующие результаты: концентрация

нитритов в воде бассейнов УЗВ в среднем за период выращивания судака составило $0,50 \pm 0,01$ мг/л. При этом максимальные показатели концентрации нитритов равно было $0,69$ мг/л, а минимальное содержание достигало $0,30$ мг/л. Динамика концентрации нитритов в бассейнах УЗВ при выращивании судака отражены в рисунке 3.

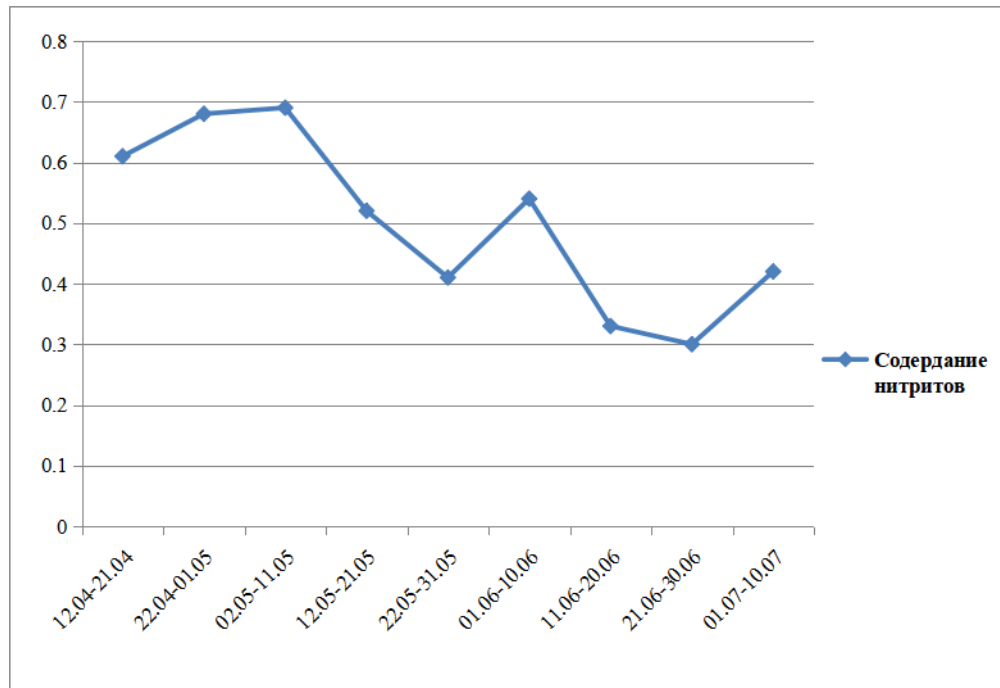


Рисунок 3 – Динамика концентрации нитритов воды бассейнов УЗВ НИЦ «Рыбное хозяйство» при искусственном содержании судака.

Как видно на рисунке 3, повышенное содержание нитритов наблюдалось в начале исследований. Это связано с большой нагрузкой биомассы рыбы на биофильтры в период их запуска. Кроме того, следует отметить, что стрессовое воздействие на судака способно на длительное время нарушить пищевое поведение рыб, проявляемое в полном или частичном поедании расчетной дозы корма. Корма оседают на дно бассейна и подвергаются разложению. Это способствует накоплению органических веществ в воде бассейнов и соответственно, повышению концентрации нитритов.

Регистрируемые в период исследования концентрации нитритов в УЗВ не превосходили $0,69$ мг/л, а средняя величина нитритов составила порядка $0,5$ мг/л. Следует учесть, что содержание нитритов несколько превышает допустимые нормы. Мы связываем это с тем, что биофильтр

недостаточно полно осуществлял процесс нитрификации.

Следует отметить на различия в обозначении нормативной допустимой величины данного показателя. У одних авторов допустимая норма содержания нитритов до $0,20$ мг/л, других исследователей только нитритного азота до $0,20$ мг/л [24, 25]. Учитывая трехатомную структуру молекулы и близкий атомный вес азота и кислорода, допустимую концентрацию нитритов считают до $0,60$ мг/л. Наши исследования свидетельствуют о том, что предельная концентрация нитритов соответствует нормативным данным.

При искусственном содержании судака в установках замкнутого водоснабжения концентрация нитратов соответствовало допустимым показателям. Содержание нитратов в воде за период проведения экспериментальной работы

в среднем составило $61,6 \pm 0,02$ мг/л, при максимальной концентрации до 62,8 мг/л и минимальной концентрации 61,0 мг/л. Динамика концентрации нитратов за период проведения эксперимента отражены на рисунке 4.

Как свидетельствуют наши показатели концентрации нитратов, в целом полученные данные соответствуют данным, полученными ис-

следователями, проводившим работы по данному направлению [21, 25].

Полученные нами в ходе исследования данные дают основания считать, что в период экспериментальной работы по искусственному выращиванию судака в установках замкнутого водоснабжения были созданы благоприятные гидрохимические условия для содержания их.

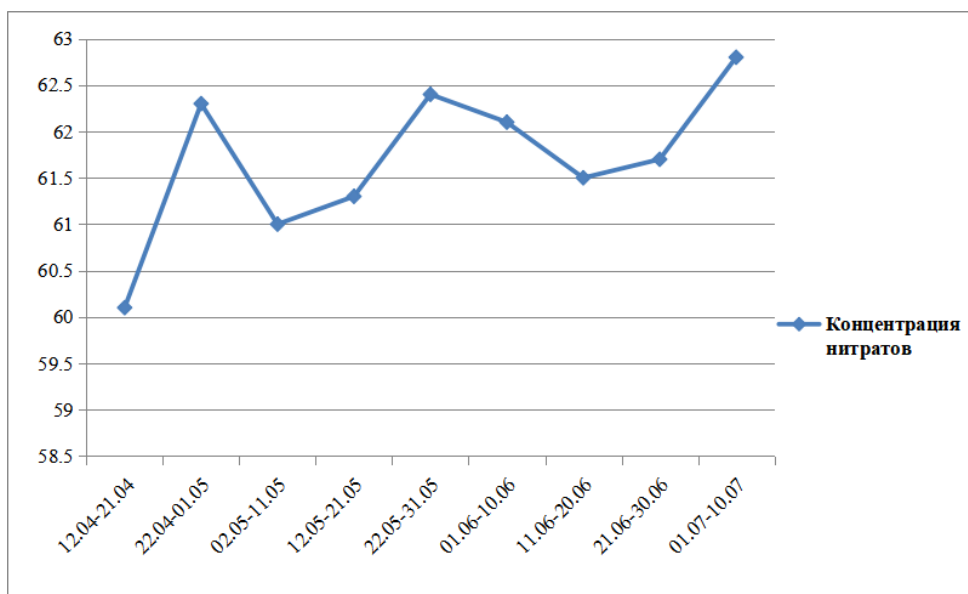


Рисунок 4 – Динамика концентрации нитратов воды бассейнов УЗВ НИЦ «Рыбное хозяйство» при искусственном содержании судака.

Маточный материал судака, содержащийся в установках замкнутого водоснабжения НИЦ «Рыбное хозяйство» были от-

ловлены из естественного водоема (Селетинское водохранилище) 10 марта 2021 года (Рисунки 5-6).



Рисунок 5 – Установка замкнутого водоснабжения НИЦ «Рыбное хозяйство» для выращивания судака



Рисунок 6 – Бассейновое содержание судака в НИЦ «Рыбное хозяйство»

Перед посадкой в бассейны была проведена бонитировка производителей обыкновенного судака. Самцов от самок посадили в отдельные бассейны. Морфобиологический анализ рыб осуществлялся по традиционной схеме [14]. Используются следующие обозначения: L – полная длина рыбы, l – длина тела без хвостового плавника, Q – полная масса, Fulton – коэффициент упитанности по Фультону, lc – длина головы; H – наибольшая высота тела; НТТ – наибольшая ширина тела; h – наименьшая высота тела; hТТ

– наименьшая ширина тела; min, max, M – соответственно минимальное, максимальное и среднее значения показателя, $\pm m$ – ошибка среднего.

Морфобиологическая характеристика обыкновенного судака приведена в таблице 1. По данным исследований длина тела производителей в среднем составила: 46,2 см, длина тела без хвостового плавника 40,1 см, масса тела 889 г, упитанность по Фультону 1,3. Длина головы в среднем составляет 25,72 %, наибольшая высота тела 23,46 %, наибольшая ширина тела 21,69 %.

Таблица 1 – Морфобиологические показатели обыкновенного судака (самка n=12, самец n=7)

Признаки	min-max		M \pm m	
	самка	самец	самка	самец
L, см	40,0-58,2	39-50	47,30 \pm 4,72	44,41 \pm 2,64
l, см	34,9-52,2	35,2-44	41,04 \pm 4,52	38,55 \pm 2,42
Q, г	505-1785	560-1085	953,3 \pm 334,72	780 \pm 132,85
Fulton	1,19-1,61	1,16-1,81	1,31 \pm 0,08	1,35 \pm 0,15
B %				
lc	19,6-30,1	20,8-30,4	25,59 \pm 2,43	26,57 \pm 2,40
H	21,6-26,8	20,8-29,8	23,80 \pm 1,34	23,48 \pm 2,27
h	18,9-23,8	20,0-29,8	21,63 \pm 1,06	22,38 \pm 2,75
НТТ	10,8-14,9	11,6-15,8	12,45 \pm 0,75	12,59 \pm 1,00
hТТ	9,8-14,4	9,7-14,2	10,97 \pm 0,78	11,27 \pm 1,20

Как видно из таблицы 1, морфобиологические признаки соответствуют нормативным показателям по искусственному воспроизводству обыкновенного судака.

Средняя масса рыб на момент первого контрольного облова составило: самок судака – 0,95 кг и самцов – 0,78 кг. Плотность посадки была низкая – в бассейне, где содержались самки судака (12 штук, общей массой 11,44 кг) составило 2,86 кг/м³ (3 шт/м³). Во втором бассейне содержались самцы судака в количестве 7 штук, общей массой 5,46 кг. Плотность посадки составило 1,75 шт/м³ (1,365кг/м³).

Заключение

Таким образом, проведенные исследования по искусственному выращиванию судака на базе НИЦ «Рыбное хозяйство» свидетельству-

ют о том, что для выращивания судака необходимо соблюдение технологических процессов с учетом биологических особенностей судака. Результаты исследования указывают на то, что наиболее благоприятным гидрохимическим режимом для выращивания судака в искусственных условиях является достаточная концентрация растворенного кислорода в пределах 7 мг/л. Наши данные подтверждаются исследованиями зарубежных авторов, проводивших исследования в данном направлении [23]

В наших исследованиях установлено было, что судак был наиболее активен при температуре воды 17-18⁰С, данные температурный режим благоприятен для рыб, об этом свидетельствуют исследования И.В. Проскурено, С.В. Понамарева и др. ученых.

Среднее значение водородного показателя составило 7,5 \pm 0,01. При искусственном выра-

щивании судака в воде бассейнов УЗВ сохранялась нейтральная и слабощелочная реакция среды, что так же благоприятно влияло на функциональное состояние рыб.

В процессе исследования нами были установлены следующие результаты: концентрация нитритов в воде бассейнов УЗВ в среднем за период выращивания судака составило $0,50 \pm 0,01$ мг/л. Некоторое повышение концентрации нитритов в начальном этапе эксперимента было связано с большой нагрузкой биомассы рыбы на биофильтры в период их запуска. Концентрации нитратов, в целом полученные данные соответствуют данным, полученными исследователями, проводившим работы по данному направлению [21,25] и в среднем составило $61,6 \pm 0,02$ мг/л.

Морфобиологические показатели маточного поголовья, содержащегося в установках замкнутого водоснабжения НИЦ «Рыбное хозяйство», соответствуют нормативным показателям европейского судака (*Sander lucioperca*, L.) описанного в научных источниках [3,4,24].

Конфликт интересов

Все авторы прочитали и ознакомлены с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

Благодарности

Авторы статьи благодарны руководству Комитета рыбного хозяйства Министерства экологии, геологии и природных ресурсов РК, Акмолинской территориальной инспекции за оказание помощи в отлове маточного поголовья судака из естественных водоемов.

Источник финансирования

Работа выполнена в соответствии с гос. бюджетной программой финансирования грантовых тематик научно-технических проектов МОН РК на 2021-2023 годы на тему «Разработка биотехнических приемов искусственного воспроизводства судака в установках с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ)», приоритетного направления «Наука о жизни и здоровье», специализированного направления «Биотехнологии в сельском хозяйстве и охране окружающей среды», «Изучение биоресурсов Казахстана, разработка технологий сохранения и воспроизводства биоразнообразия экосистем, восстановления экологически нарушенных экосистем подержке».

Литература

- 1 Королев А.Е. Биологические основы получения жизнестойкой молоди судака: дисс. ... канд. биол. наук. – СПб., 2000. – 188 с.
- 2 Пьянов Д.С., Дельмухаметов А.Б. Выращивание посадочного материала судака в установках замкнутого водоснабжения для выпуска в естественные водоемы // Труды второй международной научно-практической конференции «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. – С. 67-69
- 3 Дельмухаметов А.Б. Биотехника формирования и эксплуатации ремонтно-маточного стада судака в установках замкнутого цикла водообеспечения: дисс. ... канд. биол. наук. – Калининград, 2012. – 157 с.
- 4 Михеев П.В., Мейснер Е.В. Разведение судака в прудах. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 64 с.
- 5 Биотехнический и производственный потенциал пастбищной аквакультуры на трансграничных водоемах России и Литвы / Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, В.В. Жуков и др. – Калининград: Изд-во ИП Мишуткина И.В., 2009. – 198 с.
- 6 Ryanov D., Delmukhametov A., Khrustalev E. Pike-perch farming in recirculating aquaculture systems (RAS) in the Kaliningrad region // 9th Baltic Conference on Food Science and Technology “Food for consumer well-being” FOODBALT 2014 Conference Proceedings. Jelgava: LLU, 2014. – P. 315-317
- 7 Baránek V. Comparison of two weaning methods of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*) from natural diets to commercial feed / V. Baránek, J. Dvořák, V. Kalenda, J. Mareš, J. Zrůstová, P. Spurný // Proceedings of International Ph.D. Students Conference “MendelNet’07 Agro”. Brno: Mendel University, 2007. – P. 45.
- 8 Szkudlarek M., Zakęs Z. Effect of stocking density on survival and growth performance of pikeperch, *Sander lucioperca* (L.), larvae under controlled conditions // Aquaculture Research. – 2007. – № 15. – P. 67-81.
- 9 Zakęs Z. Effect of feeding frequency on growth and size variation in juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* (L.) / Z. Zakęs, A. Kowalska, S. Czerniak, K. Demska-Zakęs // Czech J. Anim. Sci. – 2006. – Vol. 51. – P. 85-91.
- 10 Zakęs Z. Impact of feeding pikeperch *Sander lucioperca* (L.) feeds of different particle size on the results of the initial on-growing phase in recirculation systems / Z. Zakęs, M. Hopko, A. Kowalska, K. Partyka, K. Stawecki // Archives of Polish Fisheries. – 2013. – Vol. 21 (1). – P. 3-9.
- 11 Kristan J., Blecha M., Policar T. Alcalase treatment for elimination of stickiness in pikeperch (*Sander lucioperca* L.) eggs under controlled conditions // Aquaculture Research. – 2015. – P. 1–6.
- 12 Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований. – М.: Колос, 1980. – 366 с.

- 13 Семенов А.Д. д-р хим. наук проф. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидромете-
оиздат, 1977. – 542 с.
- 14 Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
- 15 Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш.школа, 1990. – 352 с.
- 16 Hilge V. Beobachtungen zur Aufzucht von Zandern (*Sander lucioperca* L.) im Labor // Archiv für Fischereiwissenschaft. –
1990. – Vol. 40 (1-2). – P. 167-173
- 17 Kestemont P. Feeding and nutrition in european percid fishes – a review / P. Kestemont, X. Xu, G. Blanchard, C. Mélard,
M. Gielen, J. Brun-Bellut, P. Fontaine // Proceedings of PERCIS. University of Wisconsin, Madison, WI, USA – 2003. – P. 39–40
- 18 Ronyai A., Csengeri I. Effect of feeding regime and temperature on ongrowing results of pikeperch (*Sander lucioperca* L.)
// Aquaculture Research. – 2008. – Vol. 39. – P. 820–827.
- 19 Wang N., Xu X.L., Kestemont P. Effect of temperature and feeding frequency on growth performances, feed efficiency and
body composition of pikeperch juveniles (*Sander lucioperca*) // Aquaculture. – 2009. – Vol. 289. – P. 70–73.
- 20 Willemsen J. Influence of temperature on feeding, growth and mortality of pikeperch and perch // Verhandlungen
Internationale Vereinigung für Theoretische und Ungewandte Limnologie. – 1978. – Vol. 20. – P. 2127–2133.
- 21 Policar T., Kristan J., Blecha M., Vanis J. Adaptation and Culture of Pikeperch (*Sander lucioperca* L.) Juveniles in
Recirculating Aquaculture System (RAS). Published in the Edition of Methodologies, Faculty of Fisheries and Protection of Waters,
University of South Bohemia in České Budějovice, Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany, Czech Republic. – 2016. – 40 p.
- 22 Frisk M., Skov P.V., Steffensen J.F. Thermal optimum for pikeperch (*Sander lucioperca*) and the use of ventilation frequency
as a predictor of metabolic rate // Aquaculture. – 2012. – Vol. 324-325. – P. 151-157
- 23 Сорвачев К.Ф. Основы биохимии питания рыб. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1982. – 247 с.
- 24 Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Индустриальное рыбоводство. – М.: Лань, 2013. – 420 с.
- 25 Проскуренок И.В. Замкнутые рыбоводные установки. – М.: ВНИРО. – 2003. – 152 с.

References

- 1 Baránek V. (2007) Comparison of two weaning methods of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*) from natural diets to
commercial feed // Proceedings of International Ph.D. Students Conference “MendelNet’07 Agro”. Brno: Mendel University, 45p.
- 2 Del'muhametov A.B. (2012) Biotehnika formirovaniya i jekspluatcii remontno-matochnogo stada sudaka v ustanovkakh
zamknutogo cikla vodoobezpecheniya [Biotechnics of the formation and operation of the repair and brood stock of walleye in closed-
cycle water supply installations] diss. ... kand. biol. nauk. – Kaliningrad, 157 p.
- 3 Frisk M., Skov P.V., Steffensen J.F. (2012) Thermal optimum for pikeperch (*Sander lucioperca*) and the use of ventilation
frequency as a predictor of metabolic rate. Aquaculture. vol. 324-325. pp.151-157
- 4 Hilge V. (1990) Beobachtungen zur Aufzucht von Zandern (*Sander lucioperca* L.) im Labor. Archiv für Fischereiwissenschaft.
vol. 40 (1-2), pp. 167-173
- 5 Hrustalev E.I., Kurapova T.M., Zhukov V.V. (2009) Biotehnicheskij i proizvodstvennyj potencial pastbishhnoj akvakul'tury
na transgranichnyh vodoemah Rossii i Litvy [Biotechnical and production potential of pasture aquaculture in transboundary reservoirs
of Russia and Lithuania] – Kaliningrad: Izd-vo IP Mishutkina I.V., 198 p.
- 6 JUDIN F.A. (1980) Metodika agrohicheskikh issledovanij [Methods of agrochemical research] M., Kolos, 366p.
- 7 Kestemont P., Kestemont P., Xu X., Mélard C., Gielen M., Brun-Bellut J., Fontaine P. Blanchard G. (2003) Feeding and
nutrition in european percid fishes – a review. Proceedings of PERCIS. University of Wisconsin, Madison, WI, USA, pp. 39–40
- 8 Korolev A.E. (2000) Biologicheskie osnovy poluchenija zhiznestojkoj molodi sudaka [Biological bases of obtaining
resilient young walleye]. diss. ... kand. biol. nauk. – SPb, 188 p.
- 9 Kristan J., Blecha M., Policar T. (2015) Alcalase treatment for elimination of stickiness in pikeperch (*Sander lucioperca* L.)
eggs under controlled conditions. Aquaculture Research, pp. 1–6.
- 10 Lakin G.F. (1990) Biometrija [Biometrics] M.: Vyssh.shkola, 352 p.
- 11 Miheev P.V., Mejsner E.V. (1966) Razvedenie sudaka v purdah [Breeding of walleye in ponds] – M.: Pishhevaja
promyshlennost', 64 p.
- 12 P'janov D.S., Del'muhametov A.B. (2014) Vyrashhivanie posadochnogo materiala sudaka v ustanovkakh zamknutogo
vodosnabzheniya dlja vypuska v estestvennye vodoemy [Cultivation of walleye planting material in closed water supply installations
for release into natural reservoirs] Trudy vtoroj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii «Vodnye bioresursy, akvakul'tura
i jekologija vodoemov». Kaliningrad: FGBOU VPO «KGTU», pp. 67-69
- 13 Policar T., Kristan J., Blecha M., Vanis J. (2016) Adaptation and Culture of Pikeperch (*Sander lucioperca* L.) Juveniles in
Recirculating Aquaculture System (RAS). Published in the Edition of Methodologies, Faculty of Fisheries and Protection of Waters,
University of South Bohemia in České Budějovice, Zátiší 728/II, 389 25 Vodňany, Czech Republic, 40p.
- 14 Ponomarev S.V., Grozesku JU.N., Bahareva A.A. (2013) Industrial'noe rybovodstvo. [Industrial fish farming] M.: Lan',
420 p.
- 15 Pravdin I.F. (1966) Rukovodstvo po izucheniju ryb [Guide to the study of fish] M.: Pishhevaja promyshlennost', 376 p.
- 16 Proskurenko I.V. (2003) Zamknutyje rybovodnye ustanovki [Closed fish-breeding installations] M.: VNIRO. 152 p.
- 17 Pyanov D., Delmukhametov A., Khrustalev E. (2014) Pike-perch farming in recirculating aquaculture systems (RAS) in
the Kaliningrad region. 9th Baltic Conference on Food Science and Technology “Food for consumer well-being” FOODBALT 2014
Conference Proceedings. Jelgava: LLU, pp. 315-317

- 18 Ronyai A., Csengeri I. (2008) Effect of feeding regime and temperature on on-growing results of pikeperch (*Sander lucioperca* L.). *Aquaculture Research*. vol. 39, pp.820–827.
- 19 Semenov A.D. (1977) *Rukovodstvo po himicheskomu analizu poverhnostnyh vod sushi* [Guidelines for the chemical analysis of land surface waters] L.: Gidrometeoizdat, 542 p.
- 20 Sorvachev K.F. (1982) *Osnovy biohimii pitaniya ryb* [Basics of biochemistry of fish nutrition] M.: Legkaja i pishh. prom-st', 247 p.
- 21 Szkudlarek M., Zakęs Z. (2007) Effect of stocking density on survival and growth performance of pikeperch, *Sander lucioperca* (L.), larvae under controlled conditions. *Aquaculture Research*. no. 15, pp. 67-81.
- 22 Wang N., Xu X.L., Kestemont P. (2009) Effect of temperature and feeding frequency on growth performances, feed efficiency and body composition of pikeperch juveniles (*Sander lucioperca*). *Aquaculture*. vol. 289, pp.70–73.
- 23 Willemsen J. (1978) Influence of temperature on feeding, growth and mortality of pikeperch and perch. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Ungewandte Limnologie*. vol. 20, pp.2127–2133.
- 24 Zakęs Z., Hopko M., Kowalska A., Partyka K., Stawecki K. (2013) Impact of feeding pikeperch *Sander lucioperca* (L.) feeds of different particle size on the results of the initial on-growing phase in recirculation systems. *Archives of Polish Fisheries*., vol. 21 (1), pp. 3-9.
- 25 Zakęs Z., Kowalska A., Czerniak S., Demska-Zakęs K. (2006) Effect of feeding frequency on growth and size variation in juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* (L.). *Czech J. Anim. Sci.*, vol. 51., pp. 85-91.