

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 639.3 (574.42)

ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ ПРИ САДКОВОМ ВЫРАЩИВАНИИ РЫБЫ
В ГОРНЫХ ВОДОЕМАХ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Л. Б. Кушникова, С. М. Ануарбеков, А. А. Евсева

Алтайский филиал ТОО «Казахский
научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»,
Усть-Каменогорск, КазахстанE-mail: fished@mail.ru

Ключевые слова: лимитирующие факторы, садковое товарное рыбоводство, объект разведения, гидрологический режим, гидрохимический режим

*Реферат. Приоритетным и перспективным направлением товарного рыбоводства в настоящее время является садковое рыбоводство. Особенностью садковых рыбоводных хозяйств являются исключительно низкие затраты на их создание и соответственно быстрая окупаемость. К положительным чертам можно отнести простой контроль над выращиваемой рыбой, небольшую площадь, занимаемую садками, удобное обслуживание. Выбор водных объектов, пригодных для садкового рыбоводства зависит от климатической зоны, гидрологического и гидрохимического режимов водоема, которые лимитируют культивацию гидробионтов. Проведена оценка гидролого-гидрохимического режима горного водохранилища Таинтинское для выращивания ценных видов товарной рыбы – русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*), бестера, пеляди (*Coregonus peled*) и радужной форели (*Salmo gairdneri*). Для контроля условий выращивания рыб определяли следующие показатели воды: уровень, скорость течения, температура, содержание кислорода, азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный, цветность, водородный показатель (рН), прозрачность, жесткость, двуокись углерода, хлориды, железо общее, фтор, цинк, марганец, нефтепродукты, фосфаты, жесткость, общая минерализация. Установлено, что основным лимитирующим фактором при садковом выращивании рыбы в горных озерах Восточного Казахстана является температурный фактор. Для водохранилища Таинтинское товарное выращивание осетровых нецелесообразно, так как за один вегетационный период масса рыбы не достигает товарных показателей. Рекомендуем для водохранилища Таинтинское выращивание товарной пеляди и радужной форели с применением технических средств регулирования температуры воды. Усовершенствованная технология выращивания лососевых, на примере радужной форели, позволяет показать возможность получения ценной товарной продукции на небольших приспособленных водоемах.*

RESTRICTING FACTORS OF CAGE CULTURE FISHERY IN MOUNTAIN
BASINS OF EASTERN KAZAKHSTAN

Kushnikova L.B., Anuabekov S.M., Evseeva A.A.

Altai branch of Kazakh Research Institute of Fisheries, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

Key words: restricting factors, cage culture fishery, breeding object, hydrological regime, hydrochemical regime.

Abstract. Cage culture fishery is considered to be prior and promising way of fish farming. The peculiarity of cage fish farms is extremely low costs for their foundation and short payback period. The positive features include simple control on growing fish, the small area of cages and convenient service and maintenance. Water basin appropriate for cage culture fishery depends on the climate zone, hydrological and hydrochemical basin regimes, which restrict hydrobionts cultivation. The paper assesses hydrological and hydrochemical regime of mountain basin Taintinskoe for growing valuable commercial fish which is Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*), bester, pelyad (*Coregonus peled*) and redband trout (*Salmo gairdneri*). The following water parameters were used in order to control the growing conditions of fish: level, flow rate, temperature, oxygen concentration, ammonium nitrogen, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, chromaticity, pH value (pH), transparency, hardness, carbon dioxide, chlorides, total ferrum concentration, fluoride, zinc, manganese, oil products,

phosphates, hardness and total mineralization. The paper highlights that temperature is the main restricting factors when cage fish growing in mountain lakes of Eastern Kazakhstan. It is not efficient to grow sturgeons in Taintinskoe basin as fish mass doesn't reach commercial parameters during the vegetation period. The paper suggests to grow commercial pelyad and redband trout in Taintinskoe basin applying technical devices for temperature regulation. Advanced technology of growing sturgeons, on example of redband trout, shows possibility of receiving valuable commercial fish yield in small basins.

В Республике Казахстан принята программа «Агробизнес-2020» [1]. В рамках реализации данной программы по развитию сельского хозяйства в целом, и рыбохозяйственного комплекса в частности, Правительством Республики Казахстан поставлены первоочередные задачи, решение которых будет способствовать обеспечению продовольственной независимости. Для удовлетворения потребностей населения Казахстана в продуктах питания необходимо принять меры по расширению товарного рыбоводства и формированию долгосрочных перспектив для развития отрасли в будущем. Природно-климатические условия Казахстана, в том числе и Восточного Казахстана, позволяют проводить работы по товарному рыбоводству. Восточно-Казахстанская область обладает обширным водным фондом, большинство водоемов являются рыбохозяйственными.

Приоритетным и перспективным направлением товарного рыбоводства в настоящее время является садковое рыбоводство. Особенностью садковых рыбоводных хозяйств являются исключительно низкие затраты на их создание и соответственно быстрая окупаемость. К положительным чертам можно отнести также простой контроль над выращиваемой рыбой, небольшую площадь, занимаемую садками, удобное обслуживание. Садковые хозяйства могут быть весьма эффективными и при неполном производственном цикле [2].

Технология товарного выращивания ценных видов рыб довольно хорошо разработана и подробно отражена в литературе [2–7].

Однако выбор объектов разведения зависит от климатической зоны, гидрологического режима водоема, которые лимитируют культивацию гидробионтов. Другим не менее важным лимитирующим фактором при выращивании рыбы в садках считают гидрохимический режим водоема [6]. Одним из способов постановки садковых модулей является размещение плавучей передвижной конструкции в русловых проточных водоемах. Русловые проточные водоемы имеют свои характерные особенности, как положительные, так и негативные. Гидрологический режим водоема, на котором установлен садковый комплекс, относится к категории лимитирующего фактора.

Конечно, садковые линии довольно мобильны, однако необходимо иметь определенный алгоритм действий для устранения негативных последствий, вызванных неблагоприятным гидрологическим режимом [2, 8].

Одним из русловых проточных водоемов Восточно-Казахстанской области является водохранилище Таинтинское. В соответствии с Законом Республики Казахстан «Об охране, воспроизводстве и использовании животного мира» и постановления Восточно-Казахстанского областного акимата от 29.01.2010 № 359 «Об утверждении перечня рыбохозяйственных водоемов местного значения» водохранилище Таинтинское входит в перечень рыбохозяйственных водоемов местного значения [9].

Цель нашего исследования – оценка гидролого-гидрохимического режима горного водохранилища Таинтинское для выращивания ценных видов товарной рыбы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2012–2016 гг. в условиях горного водохранилища Таинтинское было апробировано выращивание русского осетра, бестера, пеляди и радужной форели. Для написания данной работы были использованы фондовые материалы Алтайского филиала ТОО «КазНИИРХ» за 2012–2014 гг.

В 2012 г. сотрудники Алтайского филиала ТОО «КазНИИРХ» изучали адаптации русского осетра, в 2013 г. – бестера, а в 2014 г. апробировали выращивание пеляди в садках при уплотненной посадке применительно к климатическим условиям Восточно-Казахстанской области в условиях водохранилища Таинтинское.

Собственные исследования были проведены в 2015–2016 гг. (с июня по октябрь). В ходе исследования определены условия обитания радужной форели в садковом комплексе на водохранилище «Таинтинское».

Для контроля условий выращивания рыб определяли следующие показатели воды: уровень, скорость течения, температура, содержание кислорода, азот аммонийный, азот нитритный, азот нитрат-

ный, цветность, водородный показатель (рН), прозрачность, жесткость, двуокись углерода, хлориды, железо общее, фтор, цинк, марганец, нефтепродукты, фосфаты, жесткость, общая минерализация.

Гидрологические показатели (уровень воды и скорость течения) в районе садковой линии регистрировали ежедневно. Температуру воды измеряли 3 раза в сутки, водородный показатель и содержание кислорода – ежедневно. Периодичность отбора проб для определения остальных показателей варьировала по годам и сезонам. Исследованию подвергалась вода из различных районов водоема, в том числе из зоны выставления садковой линии и непосредственно из садков. В целом отобрано 75 проб. Уровень воды измеряли гидрологической рейкой, скорость течения – гидрометрической вертушкой.

Гидрохимические исследования и отбор проб воды проводили по общепринятым методикам [10]. Пробы отбирали из поверхностного слоя воды при помощи пробоотборной системы СП-2. Содержание растворенного в воде кислорода определяли на месте кислородомером «Анион-7040», значение рН измеряли с помощью рН-метра типа «Марк-901». Пробы воды в консервированном виде доставляли в лабораторию ПХВ «Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова» для проведения гидрохимического анализа согласно договору с ТОО NT Companу. Испытания проводили в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [11]. Соответствие результатов анализов рыбохозяйственным ПДК проводили по общепринятому «Обобщенному перечню ПДК...» [12].

Измерение морфометрических показателей рыб проводили по Правдину, а также регистрировали особенности их поведения при изменении условий окружающей среды [13].

При проведении исследований были использованы технические средства по поддержанию оптимальной температуры в садках.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Природно-климатическая характеристика района исследования, гидрология. Водоохранилище Таинтинское (рис. 1) расположено в 85 км юго-западнее г. Усть-Каменогорска, образовано путем подпора р. Таинты и р. Бестау. В результате подпора в холмистой местности на участке естественного понижения рельефа образовалось малое водохранилище. Нормальный подпорный горизонт удер-

живается с апреля по август (площадь при этом составляет 61 га, объем 3,05 млн м³). Минимальный уровень приходится на зимние месяцы (площадь при этом сокращается до 15 га, объем до 0,7 млн м³). Средняя глубина – до 5 м.



Рис. 1. Водоохранилище Таинтинское
Taintinskoe basin

Тип водоема – искусственное, русловое. Вода водохранилища используется для орошения сельскохозяйственных культур, любительского рыболовства, для рекреационных целей.

Территория района исследования относится к лесостепной и степной климатическим зонам. Климат резко-континентальный, с жарким летом и суровой малоснежной зимой. Переход от зимы к лету быстрый.

Среднемноголетняя годовая температура воздуха, по данным станции Усть-Каменогорск, составляет 2,7⁰С. Наиболее низкие температуры характерны для января – в среднем минус 17,0⁰С, самым теплым месяцем является июль – 20,8⁰С.

Относительная влажность воздуха в течение года колеблется от 74–76% зимой до 65–67% летом.

Среднемноголетняя годовая сумма осадков по станции Усть-Каменогорск составляет 542 мм, в Бозанбае (ранее – Никитинка) она равна 610 мм.

Внутри года минимальные осадки приходятся на зимние месяцы (январь – март). Их величина колеблется от 25 до 35 мм в месяц. Самое высокое количество осадков обычно приходится на июль – в среднем около 60 мм в месяц. Дата образования устойчивого снежного покрова колеблется от 10 октября до 1 ноября (самая поздняя – 11 ноября). Высота снежного покрова за зиму в среднем составляет 50–60 см, распределение снега по территории определяется характером рельефа.

Ветровой режим в течение года в целом благоприятствует садковому рыбоводству. Средне-

годовая скорость ветра находится в пределах 1,7–3,4 м/с. В осенне-зимние и весенние месяцы она выше с максимумом в январе и в мае – до 3,5 м/с. Летом скорость ветра обычно невелика. С ноября по март преобладают ветры восточных румбов. Летом возрастает повторяемость штилей и ветров северных направлений. Число дней с метелями в районе водохранилища может достигать 20 при скоростях ветра до 10–13 м/с [14].

Котловина водоема имеет подковообразную форму, вытянутую с юга на север. Грунт дна каменистый у берега, на открытой части – илистый. Зарастаемость невысокая – 2–3%. Водная растительность водохранилища Таинтинское представлена более чем 30 видами, некоторые из них включены в совокупность водно-болотных реликтовых растений. К ним можно отнести: рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus* L.), рдест пронзеннолистный (*Potamogeton obtusifolia* L.), рдест яркий (*Potamogeton lucens* L.), наяда морская (*Najas marina* L.), ряска малая (*Lemna minor* L.) и ряска трехдольная (*Lemna trisulca* L.), кувшинка желтая (*Nuphar luteum* (L.) Sibthorp & Smith), стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.), горец птичий (*Poligonum amphibium* L.) и др.

Надводные растения – камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.), тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin), рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.), рогоз узколистный (*Typha angustifolia* L.), осока острая (*Carex acuta* L.) и др. Кроме того, в озере широко распространены разные виды водорослей – нитевидные, диатомовые (Diatomophyta), зеленые (Chlorophyta). Дно озера в основном покрыто харовой водорослью (Charophyte) [15].

Для выращивания различной рыбы в садках благоприятны небольшие скорости течения воды, оптимальной считается 0,2–0,5 м/с. При такой скорости плотность посадки рыбы может достигать 100–200 кг/м³. При более высокой скорости течения воды увеличиваются затраты рыб на обмен и замедляется темп их роста, более низкая скорость течения замедляет выведение продуктов жизнедеятельности рыб и поступление достаточного количества кислорода с водой. Основные гидрологические характеристики водохранилища довольно стабильны в течение всего периода исследования. Уровень воды изменялся на 15–45 см. Скорость течения составляла 0,2–0,6 м/с.

Прибрежная зона водохранилища «Таинтинское» в северной части максимально защищена от

воздействия ветра и волн, что удобно для садковых сооружений.

Водохранилище «Таинтинское» по основным метеорологическим и гидрологическим показателям соответствует нормам, предъявляемым к водоемам рыбохозяйственного значения, и может быть рекомендовано для организации садкового хозяйства, однако оставлять рыбу на зимовку мы не рекомендуем, так как площадь водохранилища в зимнее время сокращается в 4 раза, и содержание рыбы в течение круглого года будет затратным.

Гидрохимический режим. Изучение гидрохимического режима водохранилища «Таинтинское» проводили в период с 2012 по 2016 г. при выращивании русского осетра, бестера, пеляди, рипуса и радужной форели. Лимитирующими гидрохимическими факторами среды для указанных видов являются: содержание растворенного кислорода (8–9 мг/дм³), рН среды (оптимальная 6,5–8,2), прозрачность воды, наличие загрязняющих веществ.

В 2012–2014 гг. максимальное количество растворенного кислорода – 11,6 мг/дм³ (79,7% насыщения) было зафиксировано в ноябре в районе выставления садковой линии. В целом можно сказать, что содержание растворенного кислорода в период наблюдений оставалось достаточно высоким, что должно было благотворно отразиться на жизнедеятельности гидробионтов (табл. 1).

Цветность исследуемой воды в период наблюдений изменялась от значения 19,5⁰ платиново-кобальтовой шкалы в августе до 15⁰ мае.

Значение водородного показателя (рН) в исследуемом водоеме было отмечено на уровне 8,2–8,6, что в принципе не выходит за верхние пределы ПДК_{рх}.

Содержание органического вещества (по перманганатной окисляемости) за весь период наблюдения было низким (1,7–3,6 мг О₂/дм³), по классификации Смирнова-Тарасова соответствовало уровню, характерному для данной физико-географической зоны.

В соответствии с классификацией вод по жесткости, вода водохранилища Таинтинское принадлежит к группе мягких вод с общей минерализацией в диапазоне 159,6–188,4 мг/л и относится к гидрокарбонатно-кальциевому классу.

В течение практически всего периода наблюдений в 2012–2014 гг. содержание нитритного азота было достаточно низким и не выходило за границы ПДК_{рх}. Концентрация аммонийного азота изменялась достаточно широко – от 3,14 в сентя-

Таблица 1

Химический состав воды на водохранилище Таинтинское в 2012–2014 г.
Chemical composition of water in the Taintinskoe basin in 2012-2014

Показатели	Содержание вещества	ПДК _{рх}
Кислород		
мг O ₂ /дм ³	8,43±0,04	6–8
% насыщения	72,80±3,80	-
рН	8,30±0,30	7,2–9,0
Перманганатная окисляемость, мг O/дм ³	2,98±0,19	До 10
Азот аммонийный, мг/дм ³	0,39±0,35	0,5
Нитриты, мг/дм ³	0,070±0,007	0,08
Нитраты, мг/дм ³	1,09±0,18	40,0
Фосфаты, мг/дм ³	0,09±0,02	-
Хлориды, мг/дм ³	0,87±0,00	50
Сульфаты, мг/дм ³	17,60±0,70	50
Общая жесткость, мг-экв/дм ³	1,83±0,02	60–80
Общая минерализация, мг/дм ³	170,35±2,55	400–900

бре до 0,01 мг/дм³ в октябре – декабре. Высокое значение аммонийного азота в начале сентября обусловлено, по-видимому, использованием основных водотоков, питающих водохранилище, для сельскохозяйственных нужд – поение скота выше по течению рек, питающих водохранилище. Содержание фосфатов за этот же период было достаточно низким (0,05–0,15 мг/дм³), что не выходит за пределы ПДК_{рх}. В целом, гидрохимический режим соответствовал нормам и находился в пределах, обеспечивающих благоприятные условия обитания рыбы.

В 2015–2016 гг. гидрохимические исследования и оценку качества воды проводили по 19 показателям (табл. 2).

В 2015–2016 гг. водохранилище Таинтинское характеризовалось стабильным кислородным режимом. Содержание растворенного кислорода в воде колебалось в пределах 6,8–9,8 мг/дм³. Наименьшие значения фиксировались в дни с максимальным прогревом воды. В целом содержание растворенного кислорода в период наблюдений оставалось достаточно высоким.

Среднегодовые значения водородного показателя (рН) в исследуемом водоеме были на уровне 7,7–8,5, что не выходит за верхние пределы ПДК_{рх}, но несколько выше рекомендуемых значений. Показатели прозрачности менялись в пространстве и времени незначительно – от 20 до 25. Цветность исследуемой воды в период наблюдений варьировала от 13,8 до 25,3⁰ по платиново-кобальтовой шкале.

Таблица 2

Значение гидрохимических показателей
поверхностных вод водохранилища
«Таинтинское» в 2015–2016 гг.
Hydrochemical parameters of surface waters in the
Taintinskoe basin in 2015-2016.

Показатели	Значение
Водородный показатель (рН)	7,7–8,5
Растворенный кислород, мг O ₂ /дм ³	6,8–9,8
Перманганатная окисляемость, мг O/дм ³	1,4–3,2
Азот аммонийный, мг/дм ³	0,27–0,41
Нитриты, мг/дм ³	0,03–0,05
Нитраты, мг/дм ³	0,5–2,1
Фосфаты, мг/дм ³	0,11–0,15
Хлориды, мг/дм ³	0,1–1,7
Сульфаты, мг/дм ³	32,4–35,7
Общая жесткость, мг-экв/дм ³	1,2–1,9
Цветность, град.	13,8–25,3
Свободный диоксид углерода, мг/дм ³	0,6–3,8
Жесткость, мг экв/дм ³	1,53–1,99
Железо общее, мг/дм ³	0,13–0,15
Цинк, мг/дм ³	0,0012–0,0032
Прозрачность, см	20–25
Марганец, мг/дм ³	0,011–0,0014
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,00–0,00
Общая минерализация, мг/дм ³	143–189

В соответствии с классификацией вод по жесткости вода водохранилища Таинтинское относилась к группе мягких вод. Значения общей минерализации менялись в пределах 143–189 мг/

дм³. Этот показатель несколько ниже оптимального для выращивания форели.

По показателям суммы ионов вода водохранилища «Таинтинское» является слабоминерализованной пресной и относится к гидрокарбонатно-кальциевому классу.

Содержание биогенных веществ в 2015–2016 гг. не выходило за пределы ПДК_{рх}. Концентрация аммонийного азота находилась на уровне, не превышающем рыбохозяйственных норм, – в диапазоне 0,01–0,47 мг/дм³. Среднее значение нитритного азота составило 0,03 мг/дм³. В период исследования 2015–2016 гг. концентрация нитратного азота была низкой и колебалась в пределах 0,39–1,23 мг/дм³, что ниже значения ПДК_{рх}, среднее значение равнялось 0,81 мг/дм³.

В течение двух лет наблюдения отмечено низкое содержание органического вещества по перманганатной окисляемости. Количество органических веществ находилось в интервале 2,6–3,1 мг О/дм³.

Отмечено небольшое превышение содержания железа общего и марганца, концентрации которых составили 1,1–1,4 ПДК_{рх}.

В целом по гидрохимическим показателям качество поверхностных вод водохранилища Таинтинское оценено II классом – «вода чистая».

Биологические показатели рыбы при выращивании в садках. Как показали исследования 2012–2016 гг., основным лимитирующим фактором при выращивании осетровых и сиговых в горном водоеме является температурный режим. В 2012–2013 гг. сотрудники Алтайского филиала ТОО «КазНИИРХ» изучали адаптации русского осетра и бестера при уплотненном выращивании в садках на водохранилище Таинтинское.

Температура поверхностного слоя воды в 2012 г. изменялась в пределах 20,5–16,0 °С в августе, 19,4–10,1 °С – в сентябре, 13,1–4,6 °С – в октябре, 5,2–0,2 °С в – ноябре. В декабре температура воды составляла 0,1–0,2 °С.

В 2013 г. температура воды в июле – августе была значительно ниже оптимальной для выращивания молоди осетровых. Так, среднемесячная температура в июле составила 17,4 °С, а в августе была еще ниже – 16,2 °С. Пониженная температура воды явилась одним из сдерживающих факторов при подращивании молоди осетровых.

В целом прирост составил 35–45 %, но рыба не набрала товарную массу (при низких температурах в сентябре и октябре рыба перестала расти),

а оставлять рыбу на зимовку было нерентабельно. Таким образом, при благоприятном гидрохимическом режиме лимитирующим фактором в выращивании осетровых на водохранилище Таинтинское оказался температурный режим. Суммы температур для выращивания осетровых с товарной массой в условиях горного водохранилища Таинтинское в течение одного вегетационного периода недостаточно. Искусственное поддержание более высоких температур при садковом выращивании технически невозможно. Поэтому товарное выращивание осетровых в садках в условиях горного водохранилища Таинтинское мы считаем нецелесообразным.

Водоемы горных районов Восточно-Казахстанской области по классификации озер для озерно-товарного рыбоводства относятся к IV зоне [7]. В форелево-сиговой зоне основными объектами товарного выращивания должны быть сиговые виды рыб и форель. Именно в этой зоне можно получать товарную рыбу за один вегетационный период, естественно, при учете особенностей водоемов для товарного выращивания. Темп роста и прирост за сезон вегетации зависят лишь от климатических особенностей, в частности от суммы среднесуточных температур воздуха.

В 2014 г. сотрудниками Алтайского филиала ТОО «КазНИИРХ» было апробировано садковое выращивание представителя сиговых – пеляди. Пелядь как объект аквакультуры имеет преимущества по сравнению с другими планктофагами. Она может питаться как при низкой (ниже + 5 °С), так и при относительно высокой температуре воды – до 25 °С. При выращивании пеляди были использованы известные биотехнологические методы [5, 16].

Анализ рыбоводно-биологических показателей подращиваемой молоди на этапе малькового роста в условиях садковой линии водохранилища Таинтинское показал следующие результаты: средние значения прироста личинки сиговых рыб от стартовых показателей составили от 90,7 % по массе и 28,7 % по длине особей. В дальнейшем отмечено, что молодь с большей стартовой массой растет более интенсивно, коэффициент упитанности по Фультону в среднем равнялся 1,6, что в пределах нормативных показателей при искусственном кормлении (1,2–2,0). На первом этапе подращивания личинки (30 суток) ежедневный прирост составил 5 мг. На втором этапе выращивания (150 дней) среднесуточный прирост был равен 40 мг.

При снижении температуры в октябре рост пеляди прекратился. Кроме того, темп роста сеголеток пеляди в садках из-за того, что рыба предпочитает естественную пищу искусственным кормам, невысок. Двухлетки, трехлетки и четырехлетки, уже приученные в садках к искусственным кормам, растут быстрее, масса их достигает соответственно 200,400 и 600 г. Однако многолетнее выращивание товарной рыбы в условиях горного водоема экономически невыгодно. Для пеляди необходимо увеличить сроки выращивания с мая до сентября. Таким образом, лимитирующим фактором при садковом выращивании пеляди в условиях водохранилища Таинтинское является температура.

В 2015–2016 гг. в условиях водохранилища Таинтинское нами было апробировано выращивание радужной форели. Возможность садкового выращивания форели в водоемах с различным термическим и гидрологическим режи-

мами объясняется большой ее пластичностью. Для радужной форели оптимальная температура 14–18°C, с 20,0°C наблюдается снижение биологических функций, а гибель наступает при 25,0°C. Температурный режим водохранилища Таинтинское соответствует оптимальным значениям температуры воды при выращивании форели. Температура воды из поверхностного слоя в период исследования изменялась в пределах 14,2–19,1°C – в июне, 20,2–23,0°C – в июле, 20,0–16,5°C – в августе, 17,0–8,8°C – в сентябре, 10,5–5,6°C – в октябре.

Эпизодические повышения температуры воды до 23 °C в июле можно регулировать с помощью технических средств [8].

Для снижения температуры воды в садках была установлена система подачи и аэрации воды из глубинных слоев 6 м. Распределение воды осуществлялось флейтным методом (рис. 2).



Рис. 2. Садковая линия на водохранилище Таинтинское в 2015–2016 гг.
Cage culture fishery line on the Taintinsloe basin in 2015-2016

Температура воды подающего горизонта составляла 15°C и на протяжении всего времени подачи воды не менялась. Температура воды в водохранилище в летнее время колебалась от 11 до 23°C, но при включении гидронасоса температура в садках понижалась до 16°C, что позволяло стабилизировать температурный режим в зоне установки садков.

Наблюдения за поведением форели в период повышения температуры показали, что в садках форель распределялась в верхних слоях. Мелкие особи прижимались к стенкам садка, не проявляя никакой активности, при этом наблюдалась агрессия более крупных рыб по отношению к мелким.

При включении гидронасоса для водоподдачи более мелкие рыбы опускались практически на метр в глубину садка, причем как мелкие, так и крупные особи совместно совершали круговые движения по садку, при этом агрессии более крупных рыб к мелким не наблюдалось. Мелкие особи по активности поведения не уступали более крупным. Во время работы насоса не наблюдалось никаких отклонений в поедании корма, форель активно кормилась, по объему съедаемого корма никаких отклонений не установлено.

Биологический анализ показал, что средние значения массы радужной форели за один вегетационный период достигли товарных величин

480–650 г, коэффициент упитанности по Фультону в среднем равнялся 1,8.

ВЫВОДЫ

1. Основным лимитирующим фактором при садковом выращивании рыбы в горных озерах Восточного Казахстана является температурный фактор.

2. При развитии садкового рыбоводства создаются условия для его функционирования по зональному принципу, целесообразно подбирать посадочный материал для каждой конкретной климатической зоны и для каждого водоема. Для водохранилища «Таинтинское» выращивание осетровых нецелесообразно, так как за один вегетационный период масса рыбы не достигает товарных показателей.

3. Для водохранилища «Таинтинское» рекомендуем выращивание товарной пеляди и радуж-

ной форели с применением технических средств регулирования температуры воды.

4. Садки в озерах желательно устраивать в районах, где из них вытекают речки или ручьи, в глубоких заливах, защищенных от прямых ветров.

5. Необходимо проводить постоянный контроль за гидрохимическим режимом воды. Особое внимание следует уделить температурному режиму: в летний период измерения следует проводить как минимум, три раза – в 7, 14 и 19 ч и не допускать повышения температуры с помощью технических средств для подъема воды из глубинных слоев.

6. Садковое сиговодство и форелеводство способно в короткие сроки обеспечить пищевые и производственные потребности человека в экологически чистой, качественной и особенно ценной рыбной продукции. При этом следует учитывать, что капитальные вложения в садковые сиговые хозяйства окупаются в течение 2–3 лет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Программа* по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013–2020 годы (Агробизнес – 2020). – Астана, 2012. – 97 с.
2. *Особенности* садкового сиговодства [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/osobennosti-sadkovogo-sigovodstva>.
3. *Александров С. Н.* Садковое рыбоводство. – М.: АСТ, 2005. – 270 с.
4. *Михеев В. П.* Садковое выращивание товарной рыбы. – М.: Легкая и пищ. пром-сть. – 1982. – 382 с.
5. *Мухачев И. С.* Биотехника ускоренного выращивания товарной пеляди. – Тюмень: ФГУ ИПП «Тюмень», 2003. – 176 с.
6. *Новоженин Н. П.* Разведение радужной форели в водоёмах с естественным температурным режимом // Пресноводная аквакультура. – 2002. – Вып. 2. – 283 с.
7. *Рекомендации* для природопользователей и фермеров по организации и технологическому циклу ОТРХ (озерно-товарного рыбоводного хозяйства) / С. Ж. Асылбекова, К. Б. Исбеков, Е. В. Куликов, Е. В. Куликова. – Алматы, 2014. – 129 с.
8. *Биологическая* эффективность использования устройства температурной компенсации в садковом форелеводстве / И. М. Дзюбук, А. Е. Курицын, С. А. Ефремов, Т. А. Макарова // Тр. Карел. науч. центра РАН. – 2015. – № 12. – С. 101–106.
9. *Об утверждении* перечня рыбохозяйственных водоемов местного значения: постановление Восточно-Казахстанского областного акимата от 29.01.2010 № 359. Зарегистрировано Департаментом юстиции Восточно-Казахстанской области 12.02.2010 за № 2526.
10. *Руководство* по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. д-ра хим. наук, проф. А. Д. Семенова. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.
11. *Резников А. А., Муликовская Е. П., Соколов И. Ю.* Методы анализа природных вод. – М.: Недра, 1970. – 117 с.
12. *Обобщенный* уровень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М., 1990. – 89 с.
13. *Правдин И. Ф.* Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.

14. *Справочник по климату Казахстана. Восточно-Казахстанская область.* – Алматы, 2004. – Вып. 10, разд. 1. – 512 с.
15. *Мырзагалиева А. Б., Раисова К. Р., Науканова Ж. Н.* Особенности состава и размещения растительных сообществ водоемов в зависимости от ряда экологических факторов // *Инновационный вектор развития науки и образования: сб. материалов внутривуз. науч.-практ. конф. молодых ученых и магистрантов.* – Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГУ им. С. Аманжолова, 2012. – С.159–163.
16. *Мухачев И. С., Гилев Г. С., Сергиенко Л. Л.* Основы биотехники сиговодства // *Рыбн. хоз. Сер. Аквакультура: обзор. информ.* – М.: ВНИЭРХ, 1993. – Вып. 2. – 51 с.

REFERENCES

1. *Programma po razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa v Respublike Kazakhstan na 2013–2020 (Agrobiznes, 2020), (The program for the development of the agro-industrial complex in the Republic of Kazakhstan for 2013–2020 (Agrobusiness, 2020), Astana, 2012, 97 p.*
2. Available at: <http://www.activestudy.info/osobennosti-sadkovogo-sigovodstva>
3. Aleksandrov, S. N. *Sadkovoe rybovodstv* (Cage fish farming), Moscow, АСТ, 2005, 270 p.
4. Mikheev V. P., *Sadkovoe vyrashchivanie tovarnoi ryby* (Cage culture of marketable fish), Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost, 1982, 382 p.
5. Mukhachev I. S. *Biotekhnika uskorennogo vyrashchivaniya tovarnoi pelyadi* (Biotechnics for accelerated cultivation of commercial peled), Tyumen, FGU IPP Tyumen, 2003, 176 p.
6. Novozhenin, N. P. *Presnovodnaya akvakultura*, 2002, Issue. 2, 283 p.
7. Asylbekova S. Zh., Isbekov K. B., Kulikov E. V., Kulikova E. V. *Rekomendatsii dlya prirodopolzovatelei i fermerov po organizatsii i tekhnologicheskomu tsiklu OTRKh* (Recommendations for nature users and farmers on the organization and technological cycle of OSRH), Almaty, 2014, 129 p.
8. Dzyubuk I. M., Kuritsyn A. E., Efremov S. A., Makarova T. A. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN*, 2015, No. 12, pp. 101–106. (In Russ.)
9. Postanovlenie Vostochno-Kazakhstanskogo oblastnogo akimata of 29.01.2010, № 359, *Ob utverzhdenii perechnya rybokhozyaistvennykh vodoemov mestnogo znacheniya*
10. A. D. Semenov *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu poverkhnostnykh vod sushi* (Guidelines for the chemical analysis of surface waters), Leningrad, Gidrometeoizdat, 1977, 542 p.
11. Reznikov A. A., Mulikovskaya E. P., Sokolov I. Yu. *Metody analiza prirodnykh vod*, (Methods of analysis of natural waters), Moscow, Nedra, 1970, 117 p.
12. *Obobshchennyyi uroven predelno-dopustimyykh kontsentratsii (PDK) i orientirovochno bezopasnykh urovnei vozdeistviya (OBUV) vrednykh veshchestv dlya vody rybokhozyaistvennykh vodoemov* (Generalized levels of limit-permissible concentration (PDK) and approximately safe levels of exposure (OBUV) of harmful veshchestv for water of fish and water reservoirs) Moscow, 1990, 89 p.
13. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* (Rukovodstvo po izucheniyu ryb), Moscow, Pishchevaya promyshlennost, 1966, 376 p.
14. *Spravochnik po klimatu Kazakhstana. Vostochno-Kazakhstanskaya oblast* (Reference book on the climate of Kazakhstan. East Kazakhstan region) Almaty, 2004, 512 p.
15. *Мырзагалиева А. Б., Раисова К. Р., Науканова Ж. Н. Innovatsionnyi vektor razvitiya nauki i obrazovaniya: sb. mat. vnutrivuz. nauch. – prak. konf. molodykh uchenykh i magistrantov* (Innovative vector of development of science and education, Proceeding of the Conference Title), Abstract of papers, Ust-Kamenogorsk, VKGU im. S. Amanzholova, 2012, pp.159–163. (In Russ.)
16. Mukhachev I. S., Gilev G. S., Sergienko L. L. *Osnovy biotekhniki sigovodstva* (Fundamentals of biotechnology of sycophant), Moscow, VNIERKh, Issue 2, 1993, 51 p.