

Видно, что инкубация оплодотворенной осетровой икры в разработанной технологической установке при периодическом воздействии оптическим излучением приводит к достоверному увеличению размерно-весовых показателей молоди рыб.

Заключение. Таким образом, разработанные нами технологические установки для периодического светового воздействия на икру рыб в инкубаторе лоткового типа и в инкубационном аппарате Вейса обеспечивают повышение эффективности искусственного воспроизводства и выращивания ценных видов рыб за счет увеличения выживаемости эмбрионов и личинок, стимуляции размерно-весовых показателей молоди рыб, а также оптимизации технологии товарной аквакультуры при низкой стоимости оборудования для ее реализации.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и инновационного фонда Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Т и т а р е в, Е. Ф. Холодноводная аквакультура: учеб. пособие / Е. Ф. Титарев. – Рыбное: ДФ ФГОУ ВПО «АГТУ», 2005. – 231 с.
2. Т и т а р е в, Е. Ф. Холодноводное форелевое хозяйство / Е. Ф. Титарев. – М., 2007. – 280 с.
3. K o s t o u s o v, V. G. Development of industrial fish culture in Belarus. In: Recirculation technologies in indoor and outdoor systems. HANDBOOK / V. G. Kostousov, N. V. Barulin. – Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation. – Szarvas. 2013. – P. 44–48.
4. N i e l s e n, P. Feasibility case study in Belarus on the feasibility of Danish recirculation technology / P. Nielsen, M. Naukarinen, A. Roze // Helsinki, Finnish Game and Fisheries Research Institute. – 2014. – P. 95.
5. P l a v s k i i, V. Yu. Fish embryos as model for research of biological activity mechanisms of low intensity laser radiation / V. Yu. Plavskii, N. V. Barulin // Advances in Laser and Optics Research. – 2010. – Vol. 4. – P. 1–48.
6. P l a v s k i i, V. Yu. How the biological activity of low-intensity laser radiation depends on its modulation frequency / V. Yu. Plavskii, N. V. Barulin // J. Opt. Technol. – 2008. – Vol. 75. – No 9. – P. 546–552.
7. P l a v s k i i, V. Yu. Effect of polarization and coherence of low-intensity optical radiation on fish embryos / V. Yu. Plavskii, N. V. Barulin // J. Appl. Spectrosc. – 2008. – Vol. 75. – No 6. – P. 843–856.
8. P l a v s k i i, V. Yu. Effect of exposure of sturgeon roe to low-intensity laser radiation on the hardness of juvenile sturgeon / V. Yu. Plavskii, N. V. Barulin // J. Appl. Spectrosc. – 2008. – Vol. 75 – No 2. – P. 241–250.
9. T i m m o n s, M. B. Recirculating Aquaculture Edition / M. B. Timmons, J. M. Ebeling. – 2007. – 1000 p.

УДК 639.3.034.2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБОПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ ДО 50 ГРАММ

Н. В. БАРУЛИН, А. В. СОЛЯНИК, А. В. НЕКРЫЛОВ, М. М. УСОВ, Л. О. АТРОЩЕНКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Могилевская область, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 05.12.2016)

Резюме. В работе приводятся данные исследований технологии выращивания рыбopосадочного материала радужной форели до 50 грамм в установках замкнутого водоснабжения с соблюдением соответствующих рыбоводно-технологических параметров. Применение системы рециркуляции воды (установок замкнутого водоснабжения) позволяет экономить водные и энергетические ресурсы, регулировать и проводить мониторинг всех рыбоводно-технологических параметров, снижая загрязнение окружающей среды и риск возникновения различных заболеваний выращиваемого материала.

Ключевые слова: форель, замкнутое водоснабжение, плотность посадки, рыбоводно-технологические параметры.

Summary. The paper presents research data technology of cultivation of planting material rainbow trout up to 50 grams in the recirculating water in compliance with the relevant fish breeding and processing parameters. The use of water recirculation (recirculation systems) allows you to save water and energy, regulate and monitor all fish breeding technology parameters, reducing pollution and the risk of various diseases grown la Materia.

Keywords: trout, a closed water supply, stocking density, fish breeding and processing parameters.

Введение. Дальнейшее развитие аквакультуры Беларуси невозможно без освоения и внедрения инновационных технологических направлений, одними из которых являются рыбоводные промышленные комплексы, работающие на принципах установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) [1].

Анализ источников. УЗВ позволяют осуществлять круглогодичное выращивание любых видов аквакультуры вне зависимости от климатических условий при одновременном достижении максимальных показателей роста и продуктивности на фоне сбережения ресурсов и обеспечения экологической чистоты производственного процесса [1, 8].

Аквакультуру Беларуси можно разделить на (1) прудовую аквакультуру, (2) садковую аквакультуру как в водоемах-охладителях электростанций, так и в естественных условиях, (3) установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) и (4) пастбищное рыбоводство в естественных водоёмах [1, 7].

В последние годы в Беларуси активно развивается аквакультура в УЗВ. В рамках Государственных программ, а также в рамках частных и иностранных инвестиций, начиная с 1998 года, было реализовано более 13 проектов по созданию рыбоводных промышленных комплексов на базе УЗВ по выращиванию: осетровых (ЧПУП «Акватория» фермерского хозяйства «Василек» Дзержинского р-на; КСПА «Несвижская» Несвижского р-на; ООО ТМ г. Минска; ООО «Ремона» г. Могилева; СП ООО «Санта Бремор» г. Бреста), клариевых (ИООО «Ясельда» Березовского района), лососевых (УО БГСХА г. Горки; КПУП «Форелевое хозяйство «Лохва»» Быховского р-на; форелевое хозяйство Костюковичского р-на; ОАО «ПМК-83 Водстрой» Бельничского р-на; «Рыбопитомник «Богушевский»» УП «Лиозненское ПМС» Лиозненского р-на; ОАО «Рыбхоз «Альба»» Несвижского р-на); угревых (фермерское хозяйство «Актам Фиш» Миорского р-на) и др. [1].

Современное форелеводство – это высокоинтенсивное хозяйство с концентрированным выращиванием рыбы при обеспечении оптимальных условий окружающей среды [2]. Уровень интенсификации производственных процессов определяется кратностью водообмена в рыбоводных емкостях, качеством применяемых кормов, способами кормления, степенью механизации труда при выращивании разновозрастных групп форели [2]. Основной объект форелеводства в нашей стране и во всем мире – радужная форель (*Oncorhynchus mykiss* Walb), хотя объектами холодноводных лососевых хозяйств являются и многие другие рыбы: стальноголовый лосось (*Salmo gairdneri* Rich), ручьевая форель (*S. trutta m. fario*), кижуч (*Oncorhynchus kisutch* Walb), американская паляя (*Salelinus fontinalis* Mitch), семга (*S. salar* L.), севанские и другие озерные форели [5]. Аквакультура в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) является технологией для выращивания рыб или других водных организмов с повторным использованием воды для целей производства. Выращивание рыбы в рециркуляционных системах происходит при многократном использовании одного и того же объема воды, подвергнутого очистке и вновь возвращаемого в рыбоводные емкости. В таком виде система обеспечивает надежный контроль за процессами выращивания и позволяет осуществлять соответствующие мероприятия по оптимизации водной среды [6]. В настоящее время выращивание форели в установках замкнутого водоснабжения является новым рыбоводным направлением, которое нуждается в должном технологическом сопровождении.

Цель работы – разработка рыбоводно-технологических норм для выращивания посадочного материала радужной форели до средней навески 50 грамм в установках замкнутого водоснабжения.

Материал и методика исследований. Производственные исследования проводились в рыбоводном промышленном комплексе УО БГСХА (г. Горки, Могилевская обл., Беларусь), построенном в 2012 году (далее рыбокомплекс). Рыбокомплекс осуществляет выращивание радужной форели и других ценных видов рыб с использованием ресурсосберегающей технологии замкнутого водоснабжения (УЗВ) с потреблением свежей воды менее 5 % в сутки. Конечным продуктом работы рыбоводного промышленного комплекса является рыбопосадочный материал, который будет поставляться для дальнейшего выращивания в товарные рыбхозы и специализированные маточные хозяйства Республики Беларусь, а также экспортироваться в страны ближнего зарубежья. Рыбокомплекс рассчитан на производство 3 000 000 шт. молоди радужной форели. Площадь основного производственного здания составляет 2880 м². В состав рыбокомплекса входит 4 модуля: модуль инкубации, модуль подращивания до 5 грамм и 2 производственных модуля выращивания молоди до 50 грамм.

Гидрохимические исследования проводились на базе филиала «Центральная лаборатория» республиканского унитарного предприятия «Научно-производственный центр по геологии» (аттестат №ВУ / 112.02.1.0.0252). Основные методы проведенных исследований изложены в СТБ 1188-99. Для проведения гидрохимических исследований использовали весы лабораторные электронные, спектрофотометр СФ-26, фотоэлектроколориметр КФК-2МП, пламенный фотометр ПФМ, универсальный

иономер ЭВ-74, атомно-абсорбционный спектрофотометр С-115М, атомно-абсорбционный спектрофотометр АAnalyst 800, электропечь сопротивления SNOOL 7,2/1100, шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ, радиометр РКГ – 01А/1, анализатор жидкости «Флюорат», термогигрометр ИВА-6А.

Отбор крови для приготовления мазков осуществлялся прижизненно из хвостовой вены с соблюдением ветеринарно-санитарных правил и принципов гуманного отношения к животным. Отбор материала и работа с ним проводилась в спецодежде и одноразовых перчатках. Сгустки крови перед утилизацией в общую канализационную сеть обезвреживали только с применением дезинфицирующих растворов (в соответствии с действующими инструкциями по обеззараживанию). Готовые мазки крови после обработки упаковывались на хранение. Для приготовления мазков крови применялись чистые обезжиренные предметные обезжиренные предметные и шлифованные стекла. Отработанные шприцы перед утилизацией подвергались дезинфекции. Дезинфекционная обработка оборудования (центрифуги, микроскопы, холодильники и др.) проводилась раствором 70 %-ного спирта. После каждого контакта с биологическим материалом тщательно мыли руки, а использованные одноразовые перчатки утилизировали. Кровь отбирали в утреннее время, до кормления. Процесс отбора крови был максимально безболезненным и быстрым. Процесс взятия крови не превышал 30 сек. После приготовления мазки крови высушивались на воздухе в течении 5–10 минут. После высушивания мазки подвергались окрашиванию по методу Романовского-Май Грюнвальда. Окрашивание проводилось с применением красителей. Окрашенные мазки подвергались анализу путем прямого микрокопирования с применением микроскопа с иммерсионной системой «BioScore». Для получения сыворотки крови антикоагулянт не добавляли. Сыворотку крови получали после свертывания крови при температуре +18–20 °С с последующим охлаждением при температуре +4 °С и центрифугированием в течение 15 минут при 3000 об. / мин. на лабораторной центрифуге. В полученной сыворотке крови определялась активность α -гидроксibuтиратдегидрогеназы, щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы, аспаратамиотрансферазы, аланинамиотрансферазы, триглицеридов, кальция, альбумина, неорганического фосфора, полного белка, полного холестерина, глюкозы. Исследования проводили на свежей сыворотке, без следов гемолиза.

Результаты исследований и их обсуждение. Построенный рыбокомплекс рассчитан на производство 150 тонн рыбопосадочного материала массой от 50 до 70 грамм за четыре цикла в год. Такое количество рыбопосадочного материала позволит обеспечить производство товарной форели в объеме 1200 тонн в год на вновь создаваемых предприятиях Республики Беларусь.

В цеху подращивания молоди до 50 грамм установлено 40 бассейнов диаметром 5 м и высотой 1,2 м. Объем воды в каждом бассейне при заполнении 1 м составляет 18,8 м³, а общий объем 752 м³. Отвод воды из бассейнов осуществляется через отверстие, расположенное по центру бассейна, которое перекрыто решеткой. Отводящий трубопровод из бассейна соединен с канализационным трубопроводом, по которому отводится вода с остатками корма и продуктами жизнедеятельности рыбы и регулирующим колодецем. Регулирующий колодец выполнен из пластмассовой трубы большего диаметра, чем отводящий трубопровод, в который он установлен. Высота поднятия отводящего трубопровода – на уровне воды в бассейнах. Вода, выливаясь из отводящего трубопровода по свободному пространству внутри колодца, попадает в водопровод, подающий воду на очистку. Вода, прошедшая через бассейны, подается на барабанный фильтр, производительность которого составляет 200 м³/час. Данный фильтр удаляет все частицы крупнее 60 микрон. Для промывки барабанного фильтра используется насос производительностью 2 м³/час. Вода после промывки поступает в модуль водоочистки. Бетонный колодец, где располагается барабанный фильтр, имеет следующие параметры – 4000х5250х1000 см. Вода из этого колодца после прохождения через барабанный фильтр поступает в следующий колодец, где расположен биофильтр. Размеры колодца для фильтра «плавающая подушка» 3700х6900х2200 см. В качестве загрузки биофильтра «плавающая подушка» предусмотрен фильтрующий материал «Биофлоу» с удельной поверхностью 800 м²/м³. В колодец с биофильтром «плавающая подушка» подается воздух. Вода из колодца с биофильтром «плавающая подушка» поступает в колодец, где установлены насосы для подачи воды на капельный фильтр. Размер колодца 3250х3450х2200 см. Вода подается на капельный фильтр насосами производительностью 200 м³/час. Капельный фильтр устанавливается над колодецем для фильтра «плавающая подушка», в котором находятся 26 м³ фильтровальных блоков с удельной поверхностью 200 м²/м³. Вода из колодца с фильтром «плавающая подушка» подается самотеком в приемный колодец, где установлены насосы производительностью 200 м³/час для подачи воды в бассейны. Вода подается через резервуар, где происходит ее озонирование. Подача воды из лотка в бассейны осуществляется по трубопроводам через колонну-оксигенатор,

где регулируется подача с помощью запорной арматуры. Каждый из бассейнов оборудован зондами O_2 с выводом показателей на центральный пункт управления. Подпитка чистой водой осуществляется по потребности из артезианской скважины. Для кормления используются кормушки, установленные на каждом из бассейнов, с часовым управлением и ручной загрузкой корма.

Рекомендуемые технологические параметры подращивания рыбопосадочного материала радужной форели до массы 50 грамм представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Технологические параметры подращивания рыбопосадочного материала радужной форели до массы 50 грамм

Параметры	Значение
Плотность посадки молоди массой до 50 грамм, кг/м ³	до 50
Отход за период подращивания до 50 грамм, %	30
Производительность механического фильтра, м ³ /ч	180
Производительность насоса для механического фильтра, м ³ /ч	2
Удельная поверхность фильтрующего материала биофильтра, м ² /м ³	800
Удельная поверхность фильтрующих блоков капельного биофильтра, м ² /м ³	200
Общее потребление кислорода, кг/ч	4
Количество воды для очистки с помощью озона, %	30
Промывка погружного биофильтра, кол-во раз/2 нед.	1–2
кол-во раз/нед.	
кол-во раз/году	1
Кормление, ч	каждые 4
Чистка бассейна	по загрязнению
Контроль за гидрохимическими параметрами	круглосуточно

При выращивании радужной форели от 5 до 50 грамм рекомендуемая плотность посадки составляет до 50 кг/м³, при этом рекомендуется осуществлять кормление каждые 4 часа. Отход за такой период выращивания не должен превышать 30 %.

Рекомендуемые гидрохимические параметры при выращивании рыбопосадочного материала радужной форели до 50 грамм представлены в табл. 2. Рекомендуемые гидрохимические параметры для входящей воды в цех подращивания до 50 грамм представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 2. Рекомендуемые гидрохимические параметры воды при выращивании рыбопосадочного материала радужной форели до 50 грамм

Показатели	Цех подращивания до 50 грамм
1	2
Температура воды, °С:	
– оптимальная	16
– допустимая	14–19
Взвешенные вещества, мг/л	до 10,0
Водородный показатель (рН), ед.	6,5–8,0
Кислород растворенный, мг/л	не менее 8
Диоксид углерода растворенный, мг/л	не более 10,0
Окисляемость, мгО ₂ /л	не более 10,0
БПК 5, мгО ₂ /л	до 2,0
БПК полн., мгО ₂ /л	до 3,0
Азот аммонийный (аммоний-ион), мгN/л	до 0,75
Аммиак растворенный, мг/л	до 0,1
Нитраты, мг/л	900,0
Нитриты, мг/л	1,5
Железо общее, мг/л	до 0,25
Железо закисное, мг/л	отсутствие
Сероводород растворенный, мг/л	отсутствие
Жесткость, мг-экв./л:	
– оптимальная	1,5–5,0
– допустимая	1,5–16,0
Натрий, мг/л	до 170,0
Калий, мг/л	до 25,0

1	2
Кальций, мг/л	до 250,0
Магний, мг/л	до 40,0
Хлориды, мг/л	до 250,0
Сульфаты, мг/л	до 60,0
Гидрокарбонаты, мг/л	до 340,0
Сухой остаток, мг/л	до 1800,0
Минерализация, мг/л	до 1800,0
Мышьяк, мг/л	до 0,05
Фториды, мг/л	до 0,3
Медь, мг/л	до 0,01
Цинк, мг/л	до 0,04
Свинец, мг/л	до 0,04
Кадмий, мг/л	до 0,01
Ртуть, мг/л	до 0,0005
Стронций, мг/л	до 1,0
Иодиды, мг/л	до 0,2
Бромид, мг/л	до 0,2
Алюминий, мг/л	до 0,06
Бериллий, мг/л	до 0,0001
Молибден, мг/л	до 0,005
Марганец, мг/л	до 0,05
Полифосфаты, мг/л	до 15,0
Никель, мг/л	до 0,02
Запах, баллы	4–5
Цветность, градусы	до 50,0
Мутность, мг/л	до 1,5
Бор, мг/л	до 0,05
Нефтепродукты, мг/л	до 0,05
АПАВ, мг/л	до 0,3
Фенольный индекс, мг/л	до 0,003
Хром, мг/л	до 0,002
Кремний оксид, мг/л	до 25,0
Кобальт, мг/л	до 0,02

Т а б л и ц а 3. Рекомендуемые гидрохимические параметры для входящей воды в установку замкнутого водоснабжения для выращивания рыбопосадочного материала радужной форели

Показатели	Цех подраживания до 50 грамм
1	2
Температура воды, °С	4–11
Взвешенные вещества, мг/л	до 10,0
Водородный показатель (рН), ед.	6,5–8,0
Кислород растворенный, мг/л	не менее 8
Диоксид углерода растворенный, мг/л	не более 10,0
Окисляемость, мгО ₂ /л	не более 5,0
Азот аммонийный (аммоний-ион), мгN/л	до 0,1
Аммиак растворенный, мг/л	до 0,1
Нитраты, мг/л	до 45,0
Нитриты, мг/л	до 1,5
Железо общее, мг/л	до 0,25
Железо закисное, мг/л	отсутствие
Сероводород растворенный, мг/л	отсутствие
Жесткость, мг-экв./л	до 7,0
Натрий, мг/л	до 75,0
Калий, мг/л	до 5,0
Кальций, мг/л	до 100,0

1	2
Магний, мг/л	до 30,0
Хлориды, мг/л	до 25,0
Сульфаты, мг/л	до 50,0
Гидрокарбонаты, мг/л	до 340
Сухой остаток, мг/л	до 450
Минерализация, мг/л	до 600
Мышьяк, мг/л	до 0,05
Фториды, мг/л	до 0,3
Медь, мг/л	до 0,005
Цинк, мг/л	до 0,02
Свинец, мг/л	до 0,02
Кадмий, мг/л	до 0,005
Ртуть, мг/л	до 0,0005
Стронций, мг/л	до 0,5
Иодиды, мг/л	до 0,2
Бромид, мг/л	до 0,2
Алюминий, мг/л	до 0,05
Бериллий, мг/л	до 0,0001
Молибден, мг/л	до 0,005
Марганец, мг/л	до 0,05
Полифосфаты, мг/л	до 1,0
Никель, мг/л	до 0,01
Запах, баллы	4–5
Цветность, градусы	до 20,0
Мутность, мг/л	до 0,5
Бор, мг/л	до 0,05
Нефтепродукты, мг/л	до 0,05
АПАВ, мг/л	до 0,15
Фенольный индекс, мг/л	до 0,003
Хром, мг/л	до 0,002
Кремний оксид, мг/л	до 20,0
Кобальт, мг/л	до 0,01

Анализируя табл. 2 и 3, следует обратить внимание на значение концентрации нитратов как в технологической воде, так и во входящей воде, которые значительно превышают нормативные значения при выращивании форели в прудах (1,0 мг/л для входящей и технологической воды) [4]. На высокие значения концентрации нитратов в воде УЗВ указывали многие исследователи. Например, Timmons и Ebeling [9] указывают на возможность увеличения нитратов в УЗВ при выращивании рыбы до 400 мг/л выше. Нитраты являются конечным продуктом аэробной нитрификации, поэтому высокие концентрации этого параметра неизбежно присутствуют в воде. Во время исследований мы обратили внимание, что увеличение концентрации нитратов даже до 900 мг/л не оказывает токсического воздействия на физиологическое состояние рыбопосадочного материала радужной форели средней навеской 50 грамм. Для подтверждения этого утверждения мы осуществили гематологическое и биохимическое исследование крови молоди. Результаты исследований представлены в табл. 4 и 5.

Таблица 4. Доля форменных элементов крови молоди радужной форели средней навеской 50 грамм, %

Эритроциты	Незрелые лимфоциты	Зрелые лимфоциты	Моноциты	Гранулоциты	Тромбоциты
90,78±2,5	0,74±0,1	4,24±0,5	0,47±0,1	0,84±0,2	2,32±0,6

Т а б л и ц а 5. Биохимические параметры молоди радужной форели средней навеской 50 грамм

Показатели	Среднее значение ± стандартная ошибка среднего
Креатиновая киназа, МЕ/л	3277,6±112,3
Гидроксibuтиратдегидрогеназа, МЕ/л	686,7±49,2
Аланинаминотрансфераза, МЕ/л	11,8±2,4
Аспаратаминотрансфераза, МЕ/л	256,1±43,3
Лактатдегидрогеназа, МЕ/л	2215±233,5
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	110,4±23,0
Холестерин, ммоль/л	10,31±1,5
Фосфор, ммоль/л	1,10±0,7
Глюкоза, ммоль/л	3,0±0,3
Кальций, ммоль/л	2,20±0,2
Триглицериды, ммоль/л	8,82±1,2
Альбумины, г/л	3,7±0,4
Общий белок, г/л	5,4±1,0

Как показывают данные, приведенные в табл. 4 и 5, основные гематологические и биохимические показатели крови молоди радужной форели соответствуют основным физиологическим нормам. Это свидетельствует о том, что выращивание молоди форели в условиях высокой концентрации нитратов в воде не оказывает токсического эффекта организм рыбы.

Заключение. Применение системы рециркуляции воды (установок замкнутого водоснабжения) позволяет экономить водные и энергетические ресурсы, регулировать и проводить мониторинг всех рыбоводно-технологических параметров, снижая загрязнение окружающей среды и риск возникновения различных заболеваний выращиваемого материала. По результатам проведенной работы рекомендуется применение вышеуказанной технологии выращивания рыбопосадочного материала радужной форели в установках замкнутого водоснабжения с соблюдением соответствующих рыбоводно-технологических параметров.

Приведенные рыбоводно-технологические параметры предлагается использовать в качестве временных нормативов при выращивании молоди радужной форели до средней навески 50 грамм в установках замкнутого водоснабжения Беларуси.

Исследования выполнены при финансовой поддержке инновационного фонда Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барулин, Н. В. Системный подход к технологии регулирования воспроизводства объектов аквакультуры в рыбоводных промышленных комплексах / Н. В. Барулин // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2015. – № 3. – С. 107–111.
2. Григорьев, С. С. Индустриальное рыбоводство: Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами: учеб. пособие для студентов специальности 110901 «Водные биоресурсы и аквакультура» очной и заочной формы обучения / С. С. Григорьев, И. А. Седова. – Петропавловск-Камчатский: КамГТУ, 2008. – 186 с.
3. Лавровск и й, В. В. Пути интенсификации форелеводства / В. В. Лавровский. – М.: Легкая промышленность, 1981. – 168 с.
4. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых и садковых хозяйств Беларуси / В. В. Кончиц [и др.]. – Минск, 2008. – 119 с.
5. Титарев, Е. Ф. Холодноводная аквакультура: учеб. пособие / Е. Ф. Титарев. – Рыбное: ДФ ФГОУ ВПО АГТУ, 2005. – 231 с.
6. Титарев, Е. Ф. Холодноводное форелевое хозяйство / Е. Ф. Титарев. – М., 2007. – 280 с.
7. Kostousov, V. G. Development of industrial fish culture in Belarus / V. G. Kostousov, N. V. Barulin // Recirculation technologies in indoor and outdoor systems. HANDBOOK. – Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation – Szarvas, 2013. – P. 44 – 48.
8. Nielsen, P. Feasibility case study in Belarus on the feasibility of Danish recirculation technology / P. Nielsen, M. Naukarinen, A. Roze // Helsinki, Finnish Game and Fisheries Research Institute. – 2014. – P. 95.
9. Timmons, M. B. Recirculating Aquaculture Edition / M. B. Timmons, J. M. Ebeling. – 2007. – 1000 p.