

УДК 639.041.2: 597.552.51 (282.247.213/.218)

ИСПЫТАНИЕ ГНЕЗД-ИНКУБАТОРОВ ИКРЫ КУМЖИ (*SALMO TRUTTA* L.) ДВУХЪЯРУСНОЙ КОНСТРУКЦИИ В РЕКЕ УЛМОСЕНЬОКИ (БАССЕЙН ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА)

М. А. Ручьев¹, Д. А. Ефремов¹, М. А. Скоробогатов², А. Е. Веселов¹

¹ Институт биологии Карельского научного центра РАН

² Тверской государственный технический университет

Представлен результат внезаводского метода воспроизводства кумжи (*Salmo trutta* L.), испытанный в р. Улмосеньоки (бассейн Ладожского озера). Использованы специально сконструированные гнезда-инкубаторы, устанавливаемые на дно порогового участка реки. Каждое устройство представляет собой обтекаемую уплощенную емкость, внутри которой в два яруса размещены инкубационные пластины с лунками для икры. В дне устройства имеется водозаборник, обеспечивающий постоянное поступление свежей воды к икре, сбоку вмонтированы патрубки для расселения личинок. Гнездо позволяет инкубировать в течение зимы оплодотворенную икру кумжи и весной получать жизнестойких личинок, самостоятельно расселяющихся в пороге реки. В ходе испытания были выявлены как преимущества (повышенная емкость для инкубируемой икры), так и конструктивные недостатки – слабая проточность нижней инкубационной пластины, что затруднило выход личинок. В целом эффективность выклева личинок составила 92–95 %. Выход личинок в реку не превысил 70 %. При небольшой доработке устройство можно использовать для восстановления численности кумжи в небольших реках, где заводское воспроизводство по разным причинам невыгодно.

Ключевые слова: внезаводской метод инкубации; икра кумжи; двухъярусные гнезда-инкубаторы; технологии инкубации.

M. A. Ruch'ev, D. A. Efremov, M. A. Skorobogatov, A. E. Veselov. TRIALS OF TWO-LEVEL NESTS FOR INCUBATION OF BROWN TROUT (*SALMO TRUTTA* L.) EGGS IN THE ULMOSENJOKI RIVER (LAKE LADOGA CATCHMENT)

The outcome of a trial application of a non-hatchery method for the reproduction of brown trout, *Salmo trutta* L., in the Ulmosenjoki River (Lake Ladoga catchment) is presented. Specially designed incubation nests were planted on the bottom of a rapid section of the river. Each device is a streamlined flattened vessel with two layers of incubation plates with egg slots inside it. There is a water inlet in the bottom of the device to secure continuous supply of fresh water to the eggs; short tubes through which larvae can leave the nest are situated laterally. The nest allows for incubating impregnated brown trout eggs through the winter, yielding in spring viable larvae, which will then disperse around the rapid. The trials revealed both advantages (increased capacity for the incubated eggs) and structural shortcomings (poor flow at the lower incubation plate, hindering the exit of larvae). Overall, the nest's hatching yield was 92–95 %, but no more than 70 % of the larvae exited the nest. Given a minor upgrade, the device can be used for restoration of

brown trout stock in small rivers, where hatchery-based reproduction is for various reasons impractical.

Key words: non-hatchery method of incubation; brown trout eggs; two-level incubation nests; incubation technologies.

Введение

Перспективным направлением по интенсивному зарыблению рек молодью лососевых рыб считается разработка устройств и технологий, позволяющих инкубировать икру рыб в реках. Эти устройства, или гнезда-инкубаторы, с заложенной в них искусственно оплодотворенной икрой размещают на порогах и перекатах. По окончании зимнего инкубационного периода из гнезд-инкубаторов происходит самостоятельное расселение жизнестойких личинок, которые в дальнейшем ведут характерный для дикой молоди образ жизни, их рост и развитие происходит на естественной кормовой базе [Donaghy, Verspoor, 2000; Лупандин и др., 2005; Dumas, Marty, 2006; Веселов и др., 2007, 2011; Pander et al., 2009; Павлов и др., 2014].

Доставку икры к зарыбляемым порогам и перекатам рек можно осуществлять осенью, в течение 5–6 дней после ее оплодотворения на рыбопункте, либо весной в марте, до начала ледохода, когда икра, выдержанная в заводских инкубаторах, достигает стадии развития «глазок». Это определило выделение двух технологий, различающихся по продолжительности инкубации, – длинноцикловой (октябрь – конец мая) и короткоцикловой (март – конец мая). Обе технологии, как и конструкции гнезд-инкубаторов, разработанные ранее нами и другими

авторами, были апробированы на икре атлантического лосося (*Salmo salar* L.) и некоторых дальневосточных видов – горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.)) и кеты (*Oncorhynchus keta* (Walb.)) [Павлов и др., 2014; Федорова, 2015]. Вместе с тем кумжа (*Salmo trutta* L.), воспроизводящаяся в притоках Ладожского и Онежского озер и занесенная в Красную книгу РФ (2001), представляет не меньший интерес в плане использования внезаводского метода инкубации для увеличения ее численности. Связано это с тем, что проходная и жилая формы кумжи нерестятся преимущественно в малых притоках, где заводское воспроизводство по экономическим причинам невозможно.

Цель работы – провести испытания двухъярусных конструкций гнезд-инкубаторов повышенной вместимости с заложенной в них икрой кумжи на стадии развития «глазок», получить жизнестойких личинок, способных самостоятельно расселиться в пороге реки, выявить и устранить возможные конструктивные недостатки устройств.

Материалы и методы

Испытания гнезд-инкубаторов двухъярусной конструкции проводили в р. Улмосенйоки (бассейн Янисъярви и Ладожского озера, 61°54'16.17" с. ш., 31°04'28.61" в. д.) по

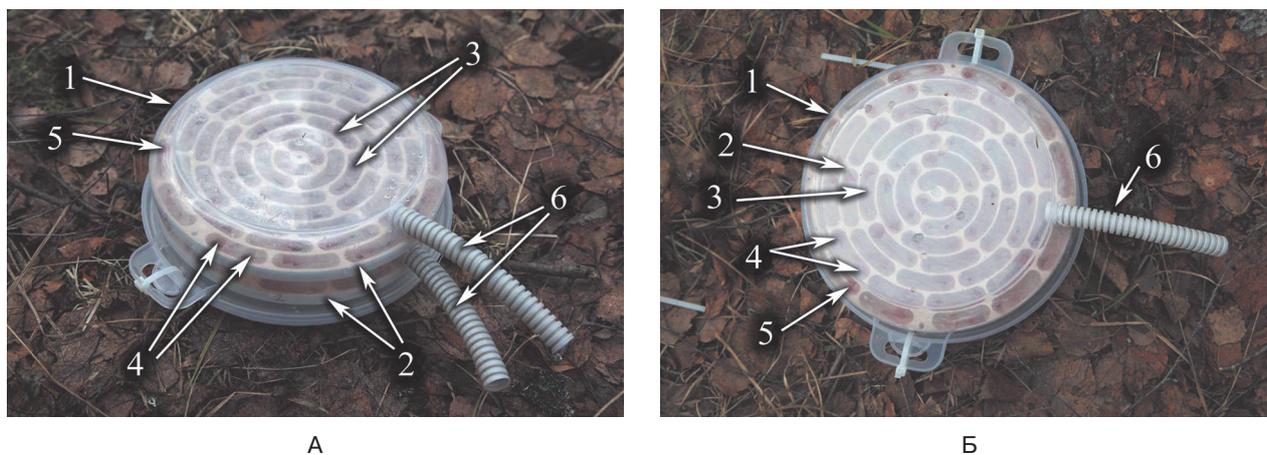
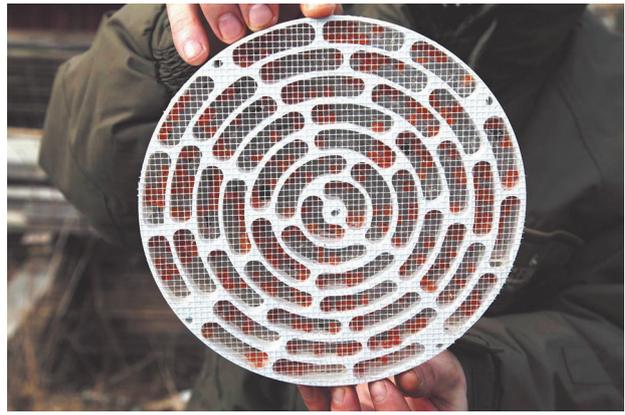


Рис. 1. Внешний вид собранных двухъярусных гнезд-инкубаторов с двумя (А) и одним (Б) выходными патрубками:

1 – корпус устройства, 2 – верхняя и нижняя инкубационная пластина, 3 – овальная лунка, 4 – покровная мембрана с двумя прорезями, 5 – икра в лунке, 6 – выходной патрубок



А



Б

Рис. 2. Инкубационная пластина с заложенной икрой в овальных лунках со стороны мембраны (А) и со стороны защитной сетки (Б)

короткоциклового технологии. Инкубаторы устанавливали на галечный грунт на предпороговом участке с поверхностной скоростью течения 0,5 м/с и глубиной 0,65 м. 2 апреля 2015 г. на частной форелевой ферме «Суйстамо» была получена икра кумжи на стадии развития «глазок». На этой стадии эмбрионы не чувствительны к встряске и их можно транспортировать к реке. Икра была заложена в двухъярусные гнезда-инкубаторы, имеющие конструктивные отличия от предыдущих испытанных нами устройств [Веселов и др., 2007, 2011]. Отличия заключаются в том, что в корпусе устройства закрепляются две инкубационные пластины, расположенные одна над другой, и в каждую из них закладывается в два раза больше икринок – по 300 шт. Увеличенное количество икры обеспечено за счет продолговатых лунок на 5–7 икринок и оптимизации их расположения в инкубационной пластине. В собранное гнездо помещается до 600 икринок. Принцип работы гнезд основан на промывании икры в лунках струйками воды с низкой скоростью течения. Естественно очищенная подрусловая вода поступает из донного водозаборника. Всего было установлено пять устройств. В четырех гнездах для каждой инкубационной пластины имеется свой выходной патрубок и своя накопительная камера (рис. 1, А). Расселение личинок из них происходит так же, как и в прежних конструкциях, через выходные патрубки. В пятом гнезде устроен лишь один выходной патрубок, который должен обеспечить выход личинок сразу из двух инкубационных пластин наружу (рис. 1, Б). Здесь вылупившиеся и поднявшиеся на плав личинки из нижней пластины, как предполагается, должны проплыть через верхнюю пластину (для этого имеется сквозное овальное отверстие) и далее собраться

в верхней накопительной камере вместе с личинками из верхней инкубационной пластины. Пластины отличались по количеству прорезей в покровной мембране, которой закрывалась сверху каждая лунка. На двух из них имелось по две прорези, на трех – по три. Снизу лунки закрыты защитной сеткой, предотвращающей выпадение эмбрионов. Выклюнувшиеся и окрепшие за счет постепенного использования желточного мешка личинки открывали лепестки мембраны и оказывались в одной из накопительных камер. Здесь происходило их дальнейшее развитие до завершения эндогенного питания. В конце этого периода увеличивается двигательная активность личинок, и они выплывают из устройства через патрубок наружу, где расселяются в придонном межгалечном пространстве дна реки и переходят на экзогенное питание.

Результаты и обсуждение

Пять гнезд-инкубаторов двухъярусной конструкции с заложенной икрой кумжи на стадии развития «глазок» были установлены 2 апреля 2015 г. перед порогом в р. Улмосенйоки (рис. 2). Температура воды была 0,2 °С.

Контрольная проверка устройств проведена 5 июня, когда температура воды достигла 14,5 °С. Во всех пяти гнездах-инкубаторах были обнаружены личинки кумжи.

В четырех гнездах-инкубаторах с двумя выходными патрубками в каждой накопительной камере верхнего яруса найдено от 5 до 11 экз. жизнеспособных личинок кумжи, полученных от 300 заложённых икринок (рис. 3, А). Остальные личинки уже покинули гнезда через выходной патрубок. Здесь же в лунках инкубационной пластины обнаружены погибшие икринки в количестве 1–6 шт. В нижнем ярусе конструкций



А



Б

Рис. 3. Оставшиеся в верхней накопительной камере несколько личинок кумжи (показаны стрелками) после выхода их основного количества в реку (А) и погибшие личинки из нижней накопительной камеры, которые не смогли самостоятельно выйти через патрубок (Б)

с двумя выходными патрубками выключилось более 90 % эмбрионов, однако около половины из них не смогли найти выходной патрубок и погибли. Эти личинки были найдены в накопительной камере с почти рассосавшимися желточными мешками (рис. 3, Б).

В одном гнезде-инкубаторе с одним общим выходным патрубком, расположенным в верхней части накопительной камеры, также успешно была проинкубирована икра. Погибших икринок в лунках верхней пластины было всего 5 шт., а не успевших выйти наружу личинок – 8 экз. Однако в лунках нижней инкубационной пластины погибло до 50 не выклюнувшихся эмбрионов. Около 250 личинок в нижней инкубационной пластине не смогли подняться в верхнюю накопительную камеру и также погибли.

Как положительный результат отметим, что во всех пяти гнездах-инкубаторах получены личинки кумжи. Однако их самостоятельный выход наружу из нижних накопительных камер был затруднен или невозможен. В лунках осталось больше погибших эмбрионов, чем в верхней пластине. В этом случае необходимо усилить проточность нижней инкубационной пластины и накопительной камеры, а также увеличить диаметр нижнего выходного патрубка с 10 до 15 мм. Следует сбалансировать проточность верхней и нижней инкубационной пластины.

В ходе испытания выявлены и другие конструктивные недостатки гнезд-инкубаторов. Например, было затруднительно дозировать в продолговатую лунку точное количество икры (5 или 7 шт.). Между верхней и нижней инкубационными пластинами должны быть стойки, которые позволят ровно и быстро собрать два яруса конструкции после загрузки икры.

По-видимому, необходимо использовать затенение устройства, т. к. без него ускоряется созревание личинок и может быть преждевременный (до появления естественной кормовой базы) выход их наружу.

К преимуществам испытанной конструкции гнезда-инкубатора относится большая вместительность – до 600 икринок (по 300 шт. на одну пластину); увеличение скорости загрузки икры, что особенно важно для максимального сокращения времени контакта икры с воздухом и избегания температурного шока при разнице ее значений в воде и воздухе; загружать икру через три прорези в одной мембране предпочтительнее, чем через одну или две, т. к. это влияет на равномерное заполнение вытянутой лунки икрой.

Испытания двухъярусных гнезд-инкубаторов в р. Улмосенйоки проводили по короткоцикло-вой технологии [Павлов и др., 2014]. В данном случае она была предпочтительна, т. к. икру до стадии «глазок» выдерживали на расположенной рядом ферме «Суйстамо» (оз. Янисъярви, залив Улмалахти), ведущей работу по поддержанию маточного стада ладожской кумжи. На ферме регулярно проводили изъятие погибших эмбрионов, и в результате в устройства были загружены жизнеспособные эмбрионы. Эта технология незаменима при зарыблении труднодоступных рек и притоков, доставку икры на которые осуществляют с использованием снегоходов. Гнезда-инкубаторы устанавливают в пропиленные во льду майны или промоины на выбранные еще осенью площадки, на которых не происходит «перепаживания» грунта при весеннем ледоходе.

Ранее короткоцикловая технология была успешно апробирована нами в 2008 и 2011 годах

на реках Суна и Лижма (бассейн Онежского озера), где выход личинок пресноводного лосося составил 95–97 % [Веселов и др., 2011, 2013]. В эксперименте учитывали, что наиболее критичный период инкубации икры связан с переходом зимней межени в паводковый режим, когда поступающая внутрь вода может существенно насыщаться губительными для эмбрионов взвесями детрита, ила или минеральными частицами [Казаков, 1982]. Однако в нашем случае частицами ила плотно покрывалась мембрана в нижней инкубационной пластине, но это не мешало выходу личинок кумжи. В связи с этим необходимо увеличить размеры поддона – нижней части устройства, где будут скапливаться частицы ила и песка.

Разработанные нами устройства с одним или двумя ярусами ориентированы в основном на одиночный способ установки – без крепления на единой раме. Испытания в реках показали, что они устойчивы к паводкам, т. к. находятся между возвышающимися валунами, и удобны для использования в порогах рек с неровным рельефом дна. Обычно их выставляют по 15–50 шт. на небольшом участке порога, площадь которого варьирует от 1,5 до 6 м² [Веселов и др., 2013; Федорова и др., 2015].

В местах установки гнезд скорость течения у поверхности воды должна быть в пределах 0,6–0,9 м/с, а глубина составлять 0,6–0,9 м. Такие показатели типичны для естественных нерестовых участков кумжи и лосося. При колебании уровня воды в реке это позволяет избежать обсыхания или промерзания гнезд в зимнюю межень [Смирнов, 1979; Tonina, Buffington, 2009].

Конструкции гнезд-инкубаторов могут быть ориентированы на русловое или подрусловое водное питание, что определяется чистотой воды в реке в межень и в паводок. В первом случае вода в устройства поступает непосредственно из речного потока, и тогда обычно используются сменные фильтры [Brenner, Schneider, 2005], а во втором – из подруслового потока в галечном грунте с глубины 7–12 см, как в естественных нерестовых гнездах лососевых рыб [Павлов и др., 2014]. В этом случае за счет естественной фильтрации воды в грунте поступление взвеси внутрь устройства резко снижено.

В устройствах, разрабатываемых для рек, где нет устойчивого ледового покрова, например, для умеренного климата европейских стран, чаще всего используют русловой тип питания. В этом случае внутрь инкубаторов, установленных в реках, попадают губительные для эмбрионов частицы ила или детрита,

поэтому их необходимо периодически обслуживать, заменяя фильтры и удаляя погибших личинок [Brenner, Schneider, 2005]. В условиях сурового климата Северо-Запада России обслуживаемые устройства непригодны, т. к. невозможно их поднимать в период ледостава. В связи с этим, а также по причине снижения трудозатрат, предпочтительнее использование необслуживаемых устройств, запитанных на естественно очищенном подрусловом потоке [Лупандин и др., 2005; Веселов и др., 2011, 2013; Федорова и др., 2015].

Наш опыт показывает, что при использовании оцинкованной стали или медных труб и соединений в инкубационных устройствах выживаемость эмбрионов не превышает 15–25 %, а в некоторых случаях (р. Умба, 2005 г., использована оцинкованная сталь) наблюдается стопроцентная гибель. Материал изготовления гнезд-инкубаторов должен быть биоинертным. Например, подходит пищевой пластик – полиэтилентерфталат (PET) и экологически чистая нержавеющая пищевая сталь 18/10 (12x18H10T). Пластиковые конструкции значительно дешевле металлических, однако они требуют наличия грузового пояса, обеспечивающего придавливание к грунту. Гнезда из обоих материалов пригодны для многократного использования.

В настоящее время нами разрабатываются конструкции гнезд-инкубаторов, в которых для создания благоприятных гидравлических условий используется подрусловый поток, поступающий из придонного или выносного водозаборника. Предпочтительно, если устройства с донным водозабором частично заглублены в грунт. Выносной водозаборник закапывается полностью на глубину 10–20 см впереди инкубатора, соединенного с ним гофрированной трубкой. Проведенные испытания на реках Лососинка, Суна, Лижма (бассейн Онежского озера), Умба, Индера (бассейн Белого моря) показали перспективность данного направления. В результате был предложен ряд новых устройств, на которые получены патенты РФ [Павлов и др., 2010а, б, 2013, 2014 и др.]. В каждом последующем гнезде использовались удачные элементы от предыдущих инкубаторов. В результате в конструкции с выносным водозаборником эффективность инкубируемой икры достигала 94–97 %, а с придонным водозаборником – до 98 %. В первом устройстве для прикрытия икры в лунках использовалась покровная галька [Веселов и др., 2013], а во втором – специальная лепестковая мембрана. Такого типа лепестковая мембрана была использована и в двухъярусных конструкциях на

р. Улмосенйоки. Оба способа покрытия икры позволили сохранить ее и эмбрионы в лунках до выхода личинок, обеспечивая постоянную проточность – доставку кислорода и вынос метаболитов [Павлов и др., 2014]. В каждый из испытываемых инкубаторов закладывалось от 96 до 130 икринок, что оптимально при быстрой загрузке икры, препятствующей ее обсыханию или обморожению (при температуре ниже нуля) перед установкой на дно реки.

Вместе с тем результат искусственной инкубации икры, как лосося, так и кумжи, в естественных условиях остается в значительной степени зависим от выбора конкретной реки. Опыт показывает, что реки, зарегулированные олиготрофными водоемами, предпочтительнее, т. к. вода в них чище даже в период паводка и пик гидрографа, сглаживаемый озерами, не создает поток разрушительной силы, размывающий дно на нерестово-выростных участках. В озерно-речных системах в весенний период чаще всего не происходит перепахивания дна льдом и разрушения гнезд-инкубаторов.

Заключение

Проведенные испытания показали, что гнезда-инкубаторы с ярусным расположением инкубационных пластин и лунками на 5–7 икринок значительно эффективнее по емкости закладываемой икры, чем одноярусные устройства. Покровная мембрана с прорезями, приклеенная к продолговатым лункам, также хорошо сработала – личинки раскрывали лепестки и оказывались в верхней накопительной камере, откуда они после рассасывания желточного мешка свободно расселялись в реку. В целом эффективность выклева личинок составила 92–95 %, однако выход их из гнезд не превышал 70 %.

Недостатком конструкции следует признать выходной патрубков нижнего яруса – его расположение снижало проточность и затрудняло расселение личинок. По-видимому, следует увеличить диаметр нижнего выходного патрубка и проточность нижней инкубационной пластины за счет большего поступления воды в водозаборник и частичного перераспределения ее внутри устройства, например, с помощью пластины-отбойника.

Таким образом, результаты испытаний позволяют рекомендовать для внезаводского воспроизводства кумжи гнезда-инкубаторы обтекаемой уплощенной формы. Предпочтительно, чтобы они были диаметром 15–30 см и высотой не более 7–9 см. Этим

обеспечивается простота установки инкубаторов, их сохранность при ледоходе, защита и устойчивость на неровном дне в паводки.

Использование подруслового водного питания позволяет в течение всего периода инкубации омыывать икринки естественно очищенным потоком и сделать конструкции необслуживаемыми. Как показали испытания на реках Индера, Пистойоки, Суна, Лижма, Лососинка и Улмосенйоки, именно такое водное питание, а также расположение икринок в индивидуальных или групповых лунках с покровной галькой или мембраной гарантируют высокий процент (более 9 %) выклева и выхода в естественную среду личинок лососевых рыб [Веселов и др., 2011, 2013; Павлов и др., 2014]. В дальнейшем следует продолжить поиск оптимальной системы конструкции водозаборника подруслового потока. Необходимо провести гидравлические испытания устройств в лаборатории с целью усовершенствования внутренней схемы проточности устройства, разработать методы быстрой загрузки икры в гнезда-инкубаторы, а также способы их установки на речное дно без применения специальных средств крепления и водолазного снаряжения.

Гнезда-инкубаторы планируется использовать при восстановлении численности популяций и воссоздании стад лосося и кумжи в реках с критически низким количеством производителей или с утраченными популяциями.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 14–24–00102.

Авторы выражают благодарность директору фермы «Суйстамо» Д. А. Ручьеву за предоставление икры кумжи для проведения экспериментов.

Литература

Веселов А. Е., Аликов Л. В., Скоробогатов М. А. и др. Искусственная инкубация икры атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в естественных условиях // Труды КарНЦ РАН. Петрозаводск, 2007. Вып. 11. С. 14–19.

Веселов А. Е., Павлов Д. С., Скоробогатов М. А. и др. Опыт искусственной инкубации икры атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в р. Суне (бассейн Онежского озера) // Труды КарНЦ РАН. Петрозаводск, 2011. Вып. 3. С. 28–38.

Веселов А. Е., Павлов Д. С., Скоробогатов М. А. и др. Результаты испытаний новой конструкции гнезда-инкубатора лососевой икры в речных условиях // Труды КарНЦ РАН. Петрозаводск, 2013. № 3. С. 179–184.

Казаков Р. В. Биологические основы разведения атлантического лосося. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 144 с.

Леман В. Н., Кляшторин Л. Б. Оценка состояния нерестилищ тихоокеанских лососей // Методические указания. М.: ВНИРО, 1987. 28 с.

Лупандин А. И., Павлов Д. С., Веселов А. Е., Калюжин С. М. Искусственное воспроизводство атлантического лосося (*Salmo salar*) в естественных условиях // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. М.: КМК, 2005. С. 434–445.

Павлов Д. С., Скоробогатов М. А., Веселов А. Е. и др. Устройство для инкубации икры в естественных условиях // Патент на полезную модель № 99688. Бюл. № 33 от 2010. 2010а. 4 с.

Павлов Д. С., Веселов А. Е., Скоробогатов М. А., Волков Б. А. Устройство для инкубации икры лососевых рыб в естественных условиях // Патент на полезную модель № 110229. Бюл. от 2011. 2010б. 2 с.

Павлов Д. С., Веселов А. Е., Скоробогатов М. А. и др. Устройство для инкубации икры и получения личинок лососевых рыб в естественных условиях // Патент на полезную модель № 127587. Бюл. № 13 от 2013. 2013. 4 с.

Павлов Д. С., Веселов А. Е., Скоробогатов М. А., Ефремов Д. А. Патент RU 147950. Полезная модель «Устройство для инкубации икры лососевых рыб в реках». Опубликовано 20.11.2014. Бюл. № 32. 4 с.

Смирнов Ю. А. Пресноводный лосось (экология, воспроизводство, использование). Л.: Наука, 1979. 156 с.

Федорова Л. К., Веселов А. Е., Ефремов Д. А. и др. Внезаводской метод восстановления популяций как подход к сохранению биологического разнообразия тихоокеанских лососей // Современные проблемы исследования биоразнообразия растительных и животных сообществ и пути их сохранения: Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. (14–17 октября 2014). Южно-Сахалинск: СахГУ, 2015. С. 90–96.

Brenner T., Schneider J. Der lachs kehrt zurück // Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, 2005. 63 p.

Donaghy M. J., Verspoor E. A new design of in-stream incubator for planting out and monitoring Atlantic salmon eggs // North American Journal of Fisheries Management. 2000. Vol. 20. P. 521–527. doi: 10.1577/1548–8675(2000)020<0521:ANDOII>2.3.CO;2

Dumas J., Marty S. A new method to evaluate egg – to – fry survival in salmonids, trials with Atlantic salmon // Journal of Fish Biology. 2006. Vol. 68. P. 284–304. doi: 10.1111/j.1095-8649.2005.00907.x

Pander J., Schnell J., Sternecker K., Geist J. The “egg sandwich” a method for linking spatially resolved salmonid hatching rates with habitat variables in stream ecosystems // Journal of Fish Biology. 2009. Vol. 74. P. 683–690. doi: 10.1111/j.1095-8649.2008.02145.x

Tonina D., Buffington J. M. A three-dimensional model for analyzing the effects of salmon redds on hyporheic exchange and egg pocket habitat // Can. J. Fish Aquat. Sci. 2009. No. 66. P. 2157–2173. doi: 19.1139/F09-146

Поступила в редакцию 30.03.2016

References

Fedorova L. K., Veselov A. E., Efremov D. A., Skorobogatov M. A., Madudin A. I. Vnezavodskoy metod vosstanovleniya populyatsiy kak podhod k sohraneniuyu biologicheskogo raznoobraziya tihookeanskih lososey [Off-site method of population restoration as an approach to conserving the biological diversity of the Pacific salmon]. Sovremennyye problemy issledovaniya bioraznoobraziya rastitelnykh i zhivotnykh soobschestv i puti ih sohraneniya. Sb. materialov mezhdunar. nauch.-prakticheskoy konf. (14–17 oktyabrya 2014) [Modern problems of studying biodiversity of plant and animal communities and their conservation: Proc. intern. sci.-pract. conf. (October 14–17, 2014)]. Yuzhno-Sahalinsk: SahGU, 2015. P. 90–96.

Kazakov R. V. Biologicheskie osnovy razvedeniya atlanticheskogo lososya [Biological bases of cultivation of Atlantic salmon]. Moscow: Legkaya i pischevaya promishlennost, 1982. 144 p.

Leman V. N., Klyashtorin L. B. Otsenka sostoyaniya nerestilish tihookeanskih lososey [Assessment of the state of spawning grounds of the Pacific salmon]. Metodicheskie ukazaniya [Methodical recommendations]. Moscow: VNIRO, 1987. 28 p.

Lupandin A. I., Pavlov D. S., Veselov A. E., Kalyuzhin S. M. Iskusstvennoe vosproizvodstvo atlanticheskogo lososya (*Salmo salar*) v estestvennykh usloviyakh [Artificial reproduction of the Atlantic salmon (*Salmo salar*) under natural conditions]. Fundamentalnyie osnovy

upravleniya biologicheskimi resursami [Basic grounds of biological resources management]. Moscow: KMK, 2005. P. 434–445.

Pavlov D. S., Skorobogatov M. A., Veselov A. E., Kalyuzhin S. M., Volkov B. A. Ustroystvo dlya inkubatsii ikryi v estestvennykh usloviyakh [The device for fish eggs incubation under natural conditions]. Patent for useful model No. 99688. Bull. No. 33 from 2010. 2010a. 4 p.

Pavlov D. S., Veselov A. E., Skorobogatov M. A., Volkov B. A. Ustroystvo dlya inkubatsii ikryi lososevyyh ryib v estestvennykh usloviyakh [The device for incubation of salmon eggs under natural conditions]. Patent for useful model No. 110229. Bull. from 2011. 2010b. 2 p.

Pavlov D. S., Veselov A. E., Skorobogatov M. A., Volkov B. A., Efremov D. A. Ustroystvo dlya inkubatsii ikryi i polucheniya lichinok lososevyyh ryib v estestvennykh usloviyakh [The device for the incubation of fish eggs and obtaining larvae of salmonoids under natural conditions]. Patent for useful model No. 127587. Bull. No. 13 from 2013. 2013. 4 p.

Pavlov D. S., Veselov A. E., Skorobogatov M. A., Efremov D. A. Patent RU 147950. Poleznaya model “Ustroystvo dlya inkubatsii ikryi lososevyyh ryib v rekah” [Useful model “The device for the incubation of salmon eggs in rivers”]. Published 20.11.2014. Bull. No. 32. 4 p.

Smirnov Yu. A. Presnovodnyiy losos (ekologiya, vosproizvodstvo, ispolzovanie) [Landlocked salmon

(ecology, reproduction, management)]. Leningrad: Nauka, 1979. 156 p.

Veselov A. E., Alikov L. V., Skorobogatov M. A., Zubchenko A. V., Kalyuzhin S. M., Shustov Yu. A., Potutkin A. G. Iskusstvennaya inkubatsiya ikryi atlanticheskogo lososya (*Salmo salar* L.) v estestvennykh usloviyakh [Artificial incubation of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) eggs under natural conditions]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. KarRC RAS]*. Petrozavodsk, 2007. Vol. 11. P. 14–19.

Veselov A. E., Pavlov D. S., Skorobogatov M. A., Efremov D. A., Belyakova E. N., Potapov K. Yu. Opyit iskusstvennoy inkubatsii ikryi atlanticheskogo lososya (*Salmo salar* L.) v r. Sune (basseyn Onezhskogo ozero) [An experience of artificially incubating Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) eggs in the Suna river (Lake Onega basin)]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. KarRC RAS]*. Petrozavodsk, 2011. Vol. 3. P. 28–38.

Veselov A. E., Pavlov D. S., Skorobogatov M. A., Efremov D. A., Nagirnyak G. A., Ruchev M. A. Rezultaty ispytaniy novoy konstruktssii gnezda-inkubatora lososevoy ikryi v rechnykh usloviyakh [Results of trials of a new design of the salmon eggs incubation redd in fluvial settings]. *Trudy KarNTs RAN [Trans. KarRC RAS]*. Petrozavodsk, 2013. No. 3. P. 179–184.

Brenner T., Schneider J. Der lachs kehrt zurück. *Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz*, 2005. 63 p.

Donaghy M. J., Verspoor E. A new design of in-stream incubator for planting out and monitoring Atlantic salmon eggs. *North American Journal of Fisheries Management*. 2000. Vol. 20. P. 521–527. doi: 10.1577/1548-8675(2000)020<0521:ANDOII>2.3.CO;2

Dumas J., Marty S. A new method to evaluate egg – to – fry survival in salmonids, trials with Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology*. 2006. Vol. 68. P. 284–304. doi: 10.1111/j.1095-8649.2005.00907.x

Pander J., Schnell J., Sternecker K., Geist J. The “egg sandwich” a method for linking spatially resolved salmonid hatching rates with habitat variables in stream ecosystems. *Journal of Fish Biology*. 2009. Vol. 74. P. 683–690. doi: 10.1111/j.1095-8649.2008.02145.x

Tonina D., Buffington J. M. A three-dimensional model for analyzing the effects of salmon redds on hyporheic exchange and egg pocket habitat. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 2009. No. 66. P. 2157–2173. doi: 19.1139/F09-146

Received March 30, 2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ручьев Михаил Андреевич

аспирант
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: karel.medved@yandex.ru
тел.: +79214571845

Ефремов Денис Александрович

научный сотрудник, к. б. н.
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: denisefremov@list.ru
тел.: +79114103105

Скоробогатов Михаил Александрович

ведущий научный сотрудник, д. т. н.
Тверской государственной технической университет
наб. Афанасия Никитина, 22, Тверь, Россия
эл. почта: skorobogatov1@rambler.ru
тел.: +79109366948

Веселов Алексей Елпидифорович

главный научный сотрудник, д. б. н., профессор
Институт биологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: veselov@krc.karelia.ru
тел.: +79114093805

CONTRIBUTORS:

Ruch'ev, Mikhail

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: karel.medved@yandex.ru
tel.: +79214571845

Efremov, Denis

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: denisefremov@list.ru
tel.: +79114103105

Skorobogatov, Mikhail

Tver State Technical University
22 Afanasi Nikitin emb., Tver, Russia
e-mail: skorobogatov1@rambler.ru
tel.: +79109366948

Veselov, Alexey

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: veselov@krc.karelia.ru
tel.: +79114093805