

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.3.041.2

ИНКУБАЦИЯ ИКРЫ СИГОВЫХ РЫБ COREGONIDAE В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

С. М. Семенченко, Н. В. Смешливая

ФГБНУ «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»,
625023, Россия, г. Тюмень

Обобщен многолетний опыт авторов по инкубации икры сиговых рыб в лабораторных условиях. Предложены три оригинальных способа инкубации икры в экспериментальных целях. В многовариантных опытах с большим количеством повторностей предлагается осуществлять инкубацию икры в чашках Петри, размещенных в холодильнике. Икра в чашках должна находиться в полупогруженном состоянии и иметь прямой контакт с воздухом. При инкубации в термостатированных аквариумах икру размещают в один слой и обеспечивают циркуляцию воды с помощью воздушного микрокомпрессора. При этом терморегуляция в каждом из опытных аквариумов обеспечивается за счет контролируемого нагрева автономного термостатирующего контура при общем пониженном температурном фоне. Для инкубации относительно большого количества икры в регулируемом температурном режиме рекомендуется использовать простейшую рециркуляционную установку, оснащенную инкубационными аппаратами малого объема и размещенную в холодильной витрине. Выживаемость оплодотворенной икры за весь период эмбриогенеза при использовании описанных способов инкубации составила 8–15 %.

Ключевые слова: эмбриогенез; сиговые; икра; чашка Петри; аквариум; инкубация; терморегуляция; дыхание

Введение

Инкубация икры в контролируемых условиях лаборатории значительно расширяет возможности экспериментальных исследований самых разных аспектов эмбриогенеза рыб. Однако при этом возникают специфические технические проблемы по обеспечению условий для нормального развития икры. По сравнению с промышленным рыбоводством, исследователь, как правило, использует в опытах небольшое количество икры — от нескольких сотен в опыте и до нескольких тысяч в серии опытов. При этом исследования часто предполагают многовариантность воздействия изучаемого фактора, а также повторность опытов. Следовательно, в экспериментальной серии одновременно должно

инкубироваться несколько (до нескольких десятков) небольших партий икры. Причем экспериментальная инкубационная установка не только должна обеспечивать раздельное размещение и жизнедеятельность развивающихся зародышей, но и поддерживать стабильность заданных условий среды. В одних исследованиях при качественном разнообразии сравниваемых партий икры принципиально важно сохранить одинаковые условия инкубации. В других — при исходном однообразии икры в опытах требуется контролируемо поддерживать разные значения факторов среды, влияние которых на эмбриогенез оценивается. Разнообразие исследовательских целей и задач исключает универсальность технических решений при инкубации икры в лаборатории. Тем не менее можно

© С. М. Семенченко, Н. В. Смешливая

сформулировать общие требования к инкубационным установкам:

- обеспечение процесса дыхания;
- реализация заданного температурного режима;
- удаление продуктов жизнедеятельности из окружающей икру воды;
- сохранение удовлетворительного санитарного состояния среды;
- простота отбора погибшей икры;
- доступность развивающейся икры для наблюдений;
- компактность;
- допустимая простота конструкции и ее технического обслуживания;
- надежность.

Безусловно, многие исследователи успешно решали методические проблемы лабораторной инкубации икры рыб. Технически наиболее простой способ — использование для этих целей аппаратов Вейса малого объема (около 0,5 л), так называемых мини-Вейсов или «микроаппаратов» [1–3]. Такой подход основан, как правило, на прямоточном неэкономичном водоснабжении установки, что существенно ограничивает его применение. Подготовленная по качеству и температуре вода после однократного прохождения через инкубационный аппарат сбрасывается в канализацию. Далеко не всегда в лабораторных условиях существует возможность обеспечения достаточным количеством воды требуемого качества и температуры. Использование элементов терморегуляции в прямоточных установках расширяет круг решаемых экспериментатором задач, однако существенно усложняет конструкцию и увеличивает габариты комплекса оборудования [4; 5]. Перечисленных недостатков удастся избежать в замкнутых инкубационных системах с периодической или постоянной подменной части используемой воды [6], поэтому они более перспективны для лабораторных исследований. В таких системах проще поддерживать не только необходимый температурный режим, но и химический состав воды. Таким образом, при выборе способа и установки для инкубации икры необходимо учитывать цели и задачи планируемого

эксперимента, а также специфику объекта исследований. К особенностям инкубации икры сиговых рыб можно отнести большую продолжительность инкубации (до 9 мес.) и необходимость поддержания низкой температуры воды, близкой к 0 °С.

Цель статьи — обобщить многолетний оригинальный опыт инкубации икры сиговых рыб в лабораторных условиях.

Материал

Материалом являлась живая икра сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна и Байкала, находящаяся на разных стадиях эмбрионального развития — от момента оплодотворения до вылупления. Опыты с использованием лабораторных инкубационных установок проводили, в частности, с пелядью (*Coregonus peled*), сигом-пыжьяном (*C. pidschian*), тугуном (*C. tугun*), чиром (*C. nasus*), нельмой (*Stenodus leucichthys nelma*), ряпушкой сибирской (*C. sardinella*), муксуном (*C. muksun*) и байкальским омулем (*C. migratorius*). В разных опытах средний диаметр икринок в зависимости от вида колебался в пределах от 1,8 до 3,4 мм; масса — от 3,1 до 13,2 мг. Инкубацию икры осуществляли в лаборатории отдела аквакультуры ФГБНУ «Госрыбцентр» в период с 2003 по 2017 г. В общей сложности проинкубирована икра в 74 сериях, включающих 347 опытов.

Результаты и их обсуждение

Общим в используемых инкубационных установках является отсутствие постоянного поступления в них свежей воды. Периодически вся находящаяся в установке вода или ее часть заменялась на новую. Следовательно, по типу водоснабжения установки можно отнести к частично замкнутым. Обычно в таких системах предусматривается биологическая очистка используемой воды от продуктов азотного обмена. В установках, описанных в данной работе, такая очистка не проводилась. Основание — низкий уровень интенсивности выделения азота в эмбриогенезе сиговых рыб. Как показали специальные опыты, один килограмм икры сиговых рыб в конце эмбриогенеза выделяет не бо-

лее 0,45 мг ионов аммония при температуре 2,5 °С. Расчеты показывают, что при соотношении объемов икры и воды 1 : 20 достаточно проводить замену воды в инкубационной емкости один раз в сутки, чтобы концентрация накапливающегося аммония не превышала верхний предел технологической нормы для сиговых рыб в соответствии ОСТ 15.372-88. С учетом процесса нитрификации этот временной интервал будет в несколько раз больше. При таком низком уровне азотного обмена включать в систему рециркуляции воды биологический фильтр нецелесообразно, что потенциально позволяет значительно упростить конструкцию инкубационной установки. Следовательно, при техническом решении проблем жизнеобеспечения икры акцент необходимо делать прежде всего на удовлетворении кислородных потребностей развивающейся икры и на терморегуляции среды.

В лаборатории Госрыбцентра методически отработано три оригинальных способа инкубации икры.

Инкубация в чашках Петри. При необходимости постановки большого количества опытов с малочисленными партиями икры, развивающейся в одинаковых условиях, целесообразно использовать для инкубации стандартные стеклянные чашки Петри с внутренним диаметром 9,2 см и объемом 100 мл. Основное требование при реализации такого способа — обязательный контакт части поверхности каждой икринки с воздухом, что достигается заливкой икры, лежащей в один слой, примерно на половину диаметра икринки. В этом случае за счет силы поверхностного натяжения воды верхняя часть икринок оказывается постоянно смоченной. Дыхание зародыша обеспечивается диффузией газов через микропенку воды, отделяющую оболочку икринки от воздушной среды. Как показала практика, незначительная толщина водяной пленки обеспечивает необходимую эффективность газообмена вплоть до завершения эмбриогенеза. Известные в практическом рыбоводстве способы хранения и инкубации икры во влажной воздушной среде основаны на аналогичных физических принципах [7; 8]. Отличие предлагаемого метода

заключается в осуществлении инкубации икры в полупогруженном состоянии. Слой воды на дне чашки предотвращает обсыхание икры, а также обеспечивает вывод жидких продуктов метаболизма. При этом активное перемешивание этой воды не требуется. Икра инкубируется в закрытых чашках. Поэтому количество воды в чашке между моментами обслуживания икры сохраняется фактически неизменным. В воздушной прослойке над икрой объемом приблизительно 80 мл изначально содержится около 24 мг кислорода. Максимальные кислородные потребности у зародышей приходятся на завершающие стадии эмбриогенеза. В частности, относительно крупная икра байкальского омуля (диаметр 3 мм) перед вылуплением при температуре до 1 °С потребляет 0,6 мг O₂ · ч⁻¹ · тыс. шт.⁻¹ [9]. Как показывают ориентировочные расчеты, при размещении в чашке Петри 400 икринок омуля падение концентрации кислорода в воздушной прослойке до 50 % уровня произойдет через 50 ч. Следовательно, периодическое удаление крышки для обслуживания икры с интервалом в двое суток является достаточным для обеспечения кислородных потребностей развивающихся зародышей. При этом производится замена воды в чашке, так как ее качество ухудшается со временем из-за накопления продуктов обмена. Для обеспечения равномерного погружения икры в воду в разных частях чашки поверхность, на которой она расположена, должна быть горизонтально выровнена. Температурный режим инкубации обеспечивается размещением чашек с икрой в лабораторном холодильнике. Технические характеристики используемого холодильника должны обеспечивать возможность понижения температуры до 0 °С и стабильность температуры во всем объеме камеры за счет ее постоянной активной вентиляции.

Поэтапно на практике предлагаемый способ инкубации икры реализуется следующим образом:

1. Размещение икры. Оплодотворенную икру после завершения процессов оводнения и упрочнения внешней оболочки помещают в заранее маркированную чашку Петри в один

слой. Максимальное количество икринок, приходящееся на одну чашку, определяется их размерами, которые у сиговых рыб видоспецифичны. Целесообразно ориентироваться на площадь, занимаемую икрой. Исходя из практического опыта, ее доля может составлять до 70 % от площади чашки. Свободное пространство целесообразно оставлять для удобства обслуживания икры. Таким образом, в чашку помещается до 400 наиболее крупных икринок чира и до 1300 мелких икринок тугуна. Затем икру заливают заранее подготовленной водой необходимого качества, охлажденной до температуры опыта. Слой воды в чашке доводят до 1,5–2,0 мм,

что соответствует 10–15 мл. Излишки воды удаляют пипеткой. Чашку закрывают и помещают на полку холодильника. Температура воздуха в камере холодильника заблаговременно должна быть выведена на значение, предусмотренное методикой опыта, которое обычно находится в пределах 0,2–4,0 °С. При размещении икры в лабораторном холодильнике со стеклянной дверью обеспечивать дополнительное освещение не требуется. При необходимости одновременно в холодильнике может инкубироваться икра в нескольких десятках чашках Петри (рис. 1), что позволяет проводить многовариантные опыты с необходимым количеством повторностей.



Рисунок 1 — Икра сиговых рыб, инкубирующаяся в чашках Петри, размещенных в лабораторном холодильнике

2. Обслуживание икры. С периодичностью один раз в двое суток чашки с икрой последовательно достают из холодильника, открывают, удаляют пинцетом погибшие икринки и промывают с заменой воды. Свежая вода, используемая при данных манипуляциях, обычно содержится в необходимом количестве в отдельном сосуде в том же холодильнике, где и инкубируется икра. Это позволяет избегать колебаний температуры. При промывке икру трижды заливают при-

мерно на половину объема чашки Петри водой с последующим ее сливом. Для этой цели удобно использовать шприц объемом 50 мл с пластиковой насадкой для пипетки или резиновую спринцовку соответствующего объема. При последнем сливе оставляют обычное количество воды — слой на дне чашки 1,5–2,0 мм. Чашку накрывают крышкой и возвращают в холодильник. В период обслуживания икры необходимо обеспечивать стабильность температурных условий. В лаборатории

Госрыбцентра описанная работа с икрой проводится в отдельной холодильной витрине с температурой воздуха, близкой к опытной.

3. Завершение инкубации. На последних стадиях эмбриогенеза осмотр икры и ее обслуживание следует проводить ежедневно. Количество воды в чашке недостаточно даже для временного существования предличинок или личинок. Поэтому при регистрации единично вылупившихся зародышей икру необходимо перенести в термостатированный аквариум, оснащенный микрокомпрессором с распылителем для завершения вылупления.

В опытах, проведенных на основе описанной методики, доля погибших зародышей от оплодотворенной икры за весь эмбриональный период находилась в пределах от 6 до 13 % [10], что не превышает нормативных значений. Таким образом, многолетняя практика инкубации икры разных видов сиговых рыб предложенным способом доказывает возможность нормального протекания эмбриогенеза в чашках Петри, размещенных в холодильнике. Безусловно, положительной особенностью предложенного способа инкубации является его максимальная простота при реализации в условиях лаборатории, оснащенной стандартным оборудованием.

Инкубация в аквариуме. Технически проще воду нагревать, чем охлаждать. Поэтому для реализации описываемого метода требуется обеспечить фон со слабopоложительной температурой. В лаборатории Госрыбцентра это условие обеспечивается использованием холодильной витрины. Основу инкубационной установки, помещенной в холодильную витрину, составляют два различающихся по размеру аквариума (рис. 2). Относительно большой аквариум выполняет функцию термостатирующего контура. Для этого его частично заполняют водой и оснащают контактным термометром с нагревательным элементом и аквариумным распылителем воздуха, подсоединенным к компрессору. Контактный термометр может быть заменен на термореле с выносным датчиком. Внутри контурного аквариума погружают опытный аквариум с водой и икрой. Циркуляция и аэрация воды в обоих аквариумах обеспечивается при помощи воздуха, подаваемого через распылители. Таким образом предотвращается температурная стратификация воды в аквариумах. За счет теплообмена с термостатирующим контуром температура воды в опытном аквариуме поддерживается на заданном при помощи контактного термометра уровне.

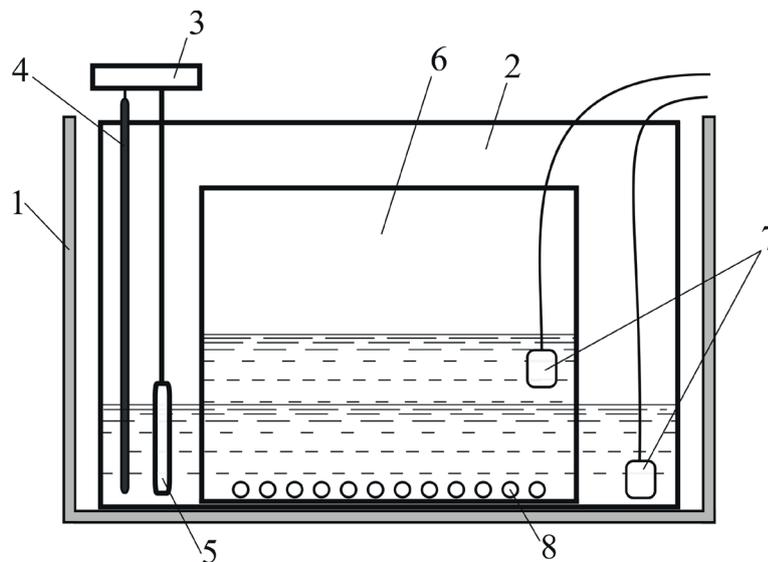


Рисунок 2 — Схема экспериментальной установки, обеспечивающей управляемый температурный режим при инкубации икры в аквариуме:

- 1 — холодильная витрина; 2 — контурный аквариум; 3 — электрореле;
4 — контактный термометр; 5 — нагреватель; 6 — опытный аквариум;
7 — распылители воздуха, соединенные с микрокомпрессором; 8 — икра

Обязательным условием успешной инкубации является расположение икры на дне аквариума в один слой. Желательно, чтобы икра занимала не более половины поверхности дна. Сила подачи воздуха через распылитель должна обеспечивать аэрацию воды и омывать икру, но не влиять на ее расположение. При сильной подаче воздуха икра, подхватываемая турбулентным потоком, сбивается в углах аквариума в многослойные агрегации, что может привести к ее гибели от локального дефицита кислорода. В зависимости от температуры инкубации и степени развития эмбриона нижние слои икры погибают в течение 2–6 часов. Периодическое удаление погибшей икры осуществляется при помощи пипетки или пинцета. Частичную замену воды в опытном аквариуме проводят один раз в неделю в начале инкубации и два раза в конце. Как показала практика, в аквариуме с площадью дна 100 см² возможна инкубация 0,3–0,7 тыс. икринок сиговых рыб в зависимости от ее диаметра. Высота аквариума и объем воды в нем должны обеспечивать удобство работы с икрой. В отличие от инкубации в аппарате Вейса, икра, размещенная в аквариуме, развивается в состоянии покоя так же, как и на нерестилище.

Инкубацию икры в аквариуме можно осуществлять в течение всего эмбриогенеза — с момента оплодотворения до выклева эмбрионов. После выклева предличинки или личинки свободно плавают в толще воды.

По результатам экспериментальных работ, выполненных в описанных установках, отход от оплодотворенной икры за период инкубации в термостатированных аквариумах при температуре на уровне верхнего предела технологической нормы не превысил нормативных значений и составлял для разных видов от 8 до 15 % [10].

При необходимости обеспечения в опытных аквариумах одинаковой температуры в один контурный аквариум может быть установлено несколько опытных аквариумов.

При постановке серии параллельных опытов с икрой при разной температуре в холодильной витрине одновременно размещали

до десяти описанных установок, что позволяет успешно исследовать влияние температурного фактора на эмбриогенез сиговых рыб.

В тех случаях, когда методика опыта не предполагает строгий контроль температурного фактора, инкубацию икры по описанному способу можно осуществлять без термостатирующего аквариума.

Инкубация икры в мини-стойке с замкнутым циклом водоснабжения. Она актуальна при необходимости содержания в лаборатории относительно большого количества икры — несколько десятков тысяч штук — в одинаковых условиях. Описываемый вариант лабораторной установки, по сути, является уменьшенной моделью инкубационной стойки, оснащенной аппаратами Вейса, работающей в замкнутом режиме водоснабжения. Так же как и в промышленных аппаратах, инкубация икры в ней происходит в подвижном состоянии за счет ее циркуляции под воздействием подаваемой снизу воды. Используемые для инкубации сосуды имеют форму, характерную для аппаратов Вейса, но их объем составляет всего 200 мл. Инкубационная мини-стойка размещается внутри аквариума, частично залитого водой (рис. 3 и 4), который предварительно устанавливается в холодильную витрину для создания пониженного температурного фона так же, как и при реализации предыдущего способа. Аквариум выполняет функцию аккумулярующей и термостатирующей емкости. Для удобства эксплуатации размеры аквариума должны незначительно превышать размеры мини-стойки.

В аквариум устанавливается погружной насос соответствующей мощности, который по шлангу подает воду в напорную емкость, закрепленную на стойке сверху над аппаратами. Из емкости часть воды самотеком поступает в инкубационные аппараты с икрой. Расход воды в каждом аппарате регулируется при помощи крана. Из аппаратов вода через насадки-«косынки» попадает в распределительный желоб. Под сливными отверстиями желоба устанавливаются садочки из газ-сита (на рис. 3 не показаны) для улавливания выплывшей из аппаратов икры или личинок в период выклева. Таким образом предотвращается их

попадание в насос. Профильтрованная через садочки вода аккумулируется в аквариуме. В эксплуатируемой установке количество воды, подаваемой насосом из нижней части аквариума в напорную емкость, превышает суммарный расход всех инкубационных ап-

паратов в стойке приблизительно в два раза. Постоянный уровень воды в напорной емкости и, соответственно, постоянный напор в аппаратах, автоматически обеспечивается положением переливного отверстия с патрубком, врезанным в верхнюю часть торцевой

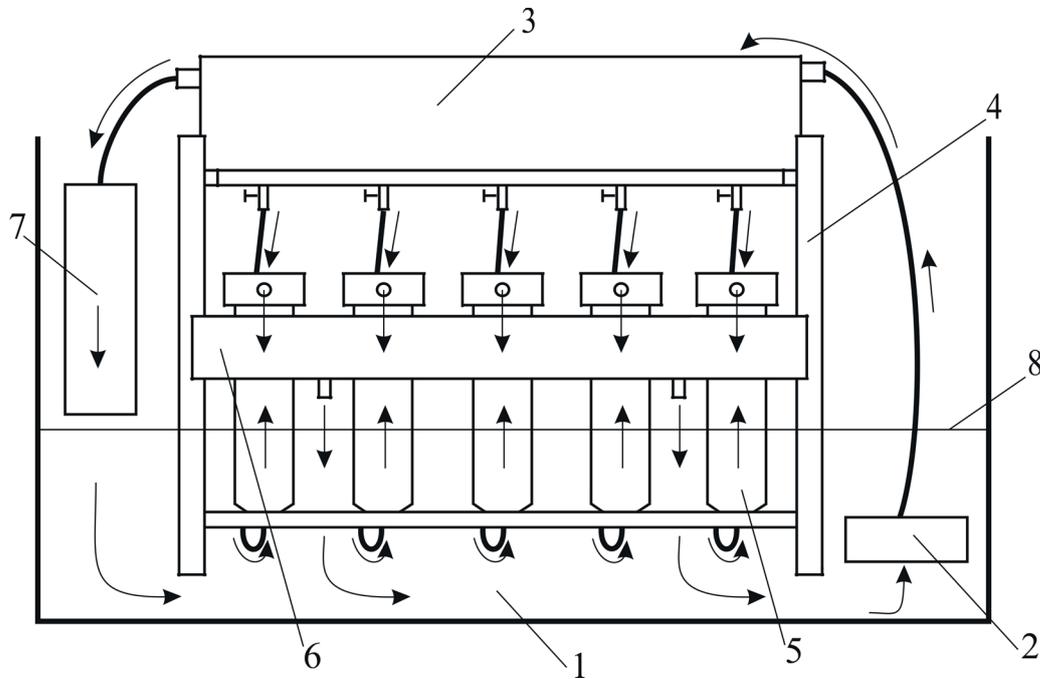


Рисунок 3 — Схема циркуляции воды в стойке с аппаратами малого объема для инкубации икры в лабораторных условиях:

- 1 — аквариум; 2 — насос; 3 — напорная емкость; 4 — стойка;
5 — инкубационный аппарат; 6 — распределительный сливной желоб;
7 — блок насыщения воды кислородом; 8 — уровень воды в аквариуме



Рисунок 4 — Инкубация икры в аппаратах малого объема в лабораторной установке с замкнутым циклом водоснабжения

стенки емкости. Через переливной патрубков происходит сброс из емкости избытка подаваемой насосом воды. По шлангу излишек воды самотеком попадает на блок насыщения воды кислородом. В описываемой конструкции для этой цели используется вертикально установленный цилиндрический сегмент от пластикового блока биофильтра без наполнителя. Вода, струящаяся по спиральной оплетке сегмента, эффективно насыщается кислородом и возвращается в аквариум. Так же как и вода, прошедшая через инкубационные аппараты и садочки, она снова вовлекается насосом в цикл. Минимальный уровень воды в аквариуме при полной напорной емкости должен обеспечивать бесперебойную работу насоса. Максимальный уровень воды определяется нижней кромкой желоба. Возможно проведение дополнительной аэрации воды при помощи микрокомпрессора, что при низкой температуре инкубации позволяет не использовать блок насыщения воды. Ежедневно в аквариуме проводят подмену 1/10–1/15 суммарного объема воды. Указанная величина подпитки системы свежей водой обеспечивает содержание в циркулирующей воде ионов аммония и нитритов в пределах технологической нормы.

Загрузку и обслуживание икры производят сверху, поэтому над инкубационными аппаратами должно быть свободное пространство.

Температурный режим инкубации икры регулируют с помощью контактного термометра с нагревателем, установленных в аквариум. Возможно поддержание необходимой температуры при помощи настроек холодильной витрины, в которой размещена вся установка.

Инкубационная установка, используемая в лаборатории Госрыбцентра в течение шести лет, имеет следующие характеристики: объем аквариума — 65 л, объем напорной емкости — 6 л, объем одного инкубационного аппарата — 200 мл, высота аппарата — 18 см, диаметр — 3,8 см, количество аппаратов в стойке — до 5 шт. Количество икры, загружаемой в один аппарат, составляет от 6 тыс. шт. для муксуна до 10 тыс. шт. для пе-

ляди. Средний расход воды в одном аппарате — 0,4 л/мин. Общий объем циркулирующей воды составляет около 40 л. Инкубация икры возможна с момента оплодотворения до выклева предличинок или личинок. Мертвая икра концентрируется в верхнем слое работающего аппарата, что упрощает уход. В связи с небольшой высотой столба икры в аппарате ее «самоотборка» в лабораторной стойке не так эффективна, как в промышленных аппаратах Вейса. Отбор погибшей икры осуществляют пипеткой.

При полной загрузке аппаратов объема воды в аквариуме недостаточно для вылупившихся личинок. Поэтому в период выклева важно их своевременно пересаживать из садочков инкубационной установки в другие пригодные емкости.

Заключение

На основании обобщения многолетнего опыта отработаны три оригинальных способа инкубации икры сиговых рыб в лабораторных условиях. Выбор конкретного способа инкубации зависит от целей и задач экспериментальных исследований эмбриогенеза, а также от технической оснащённости лаборатории. При необходимости постановки большого количества опытов с малочисленными партиями икры, развивающейся в одинаковых условиях, целесообразно использовать для инкубации чашки Петри, помещенные в лабораторный холодильник. Обязательные условия — икра должна размещаться в один слой, а количество воды в чашке должно обеспечивать контакт икры с воздухом.

При необходимости поддерживать одновременно разные температуры в опытах с малым количеством икры предлагается ее инкубировать в термостатированных аквариумах, циркуляция воды в которых обеспечивается воздушным микрокомпрессором. Терморегуляция в каждом из опытных аквариумов осуществляется за счет контролируемого нагрева автономного термостатирующего контура при общем пониженном температурном фоне.

Для инкубации относительно большого количества икры в регулируемом темпера-

турном режиме рекомендуется использовать простейшую рециркуляционную установку без биофильтра, оснащенную инкубационными аппаратами малого объема и размещенную в холодильной витрине.

Как показала практика экспериментальных работ, каждый из перечисленных способов инкубации обеспечивает выживаемость икры на уровне нормативных значений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цой Р. М., Сергиенко Л. Л. Эффективность применения парааминобензойной кислоты при воспроизводстве холодноводных рыб рода *Coregonus* // Вопр. ихтиологии. 1992. Т. 32, вып. 1. С. 186–190.
2. Сергиенко Л. Л. Биологические основы совершенствования заводского воспроизводства сиговых рыб : автореф. ... дис. канд. биол. наук. СПб., 1995. 19 с.
3. Экспериментальные аквариумные системы как основа для изучения физиолого-биохимических механизмов адаптаций эндемичных гидробионтов / О. Ю. Глызина, Л. В. Суханова, Ю. П. Сапожникова и др. // Физиологические, биохимические и молекулярно-генетические механизмы адаптаций гидробионтов : материалы всерос. конф. (Борок, 22–27 сент. 2012 г.). Борок, 2012. С. 88–90.
4. Резниченко П. Н. Преобразование и смена механизмов функций в онтогенезе низших позвоночных животных. М. : Наука, 1982. 216 с.
5. А.С. 1648304. Устройство для инкубации икры рыб / Д. С. Павлов, Г. Г. Новиков, А. Н. Строганов и др. // Бюл. № 18. 1991. 5 с.
6. Шадрин А. М. Эмбрионально-личиночное развитие девятииглой колюшки *Pungitius pungitius* // Вопр. ихтиологии. 1994. Т. 34, № 1. С. 88–97.
7. Войнарович Э. Техника инкубации икры в моросильных камерах. М., 1959. 20 с.
8. Методические указания по сбору и хранению икры сиговых рыб на временных рыбобоводных пунктах, ее транспортировке и инкубации / Ж. А. Черняев, В. И. Коваленко, Е. И. Кружалина и др. М.: ИЭМЭЖ, 1987. 82 с.
9. Семенченко С. М. Эмбриональный энергообмен у байкальского омуля и байкальского озерного сига // Сб. науч. тр. ГосНИОРХа. 1993. Вып. 320. С. 101–111.
10. Смешливая Н. В., Семенченко С. М. Аprobация интенсивного режима инкубации икры сиговых видов рыб // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб: тез. Девятого Междунар. науч.-производ. совещ. (Тюмень, 1–2 дек. 2016 г.) / под ред. д.б.н. А. И. Литвиненко, д.б.н. Ю. С. Решетникова. Тюмень : Госрыбцентр, 2016. С. 97–99.

INCUBATION OF COREGONIDAE EGGS UNDER LABORATORY CONDITIONS

S.M. Semenchenko, N.V. Smeshliyaya

Federal State Budgetary Scientific Institution “State Scientific and Production Center of Fishery”,
Tyumen, Russia 625023

We summarized our long-standing experience of incubation of whitefish eggs under laboratory conditions. We proposed three ingenious experimental methods to incubate eggs. In our multivariate studies re-iterated for multiple times we suggest incubating eggs in Petri dishes placed in refrigerators. Eggs in such dishes shall emerge from the medium to be in contact with air. In the process of incubation in thermostatic aquariums eggs are placed in one layer; at the same time water circulation shall be ensured using a micro air compressor. Furthermore, temperature regulation in each experimental aquarium is ensured by controlled heating of a self-regulating circuit on a general low-temperature background. To incubate a relatively large amount of eggs, in this temperature control unit we recommend using a simple re-circulating aquaculture system equipped with small-volume incubators and placed in a refrigerated case. During the entire period of embryogenesis using the said incubation methods, survival rate of fertilized eggs was 8 to 15%.

Key words: embryogenesis; whitefishes; eggs; Petri dish; aquarium; incubation; temperature control; breathing

REFERENCES

1. Tsoy R.M., Sergienko L.L. [Efficiency of Para-Aminobenzoic Acid in Reproduction of Cold-Water *Coregonus*]. Journal of Ichthyology. 1992. Vol. 32, Issue 1. P. 186-190. (In Russ.)
2. Sergienko L.L. [Biological Basics of Improvement of Industrial Reproduction of Whitefish: Abstract... Candidate of Biological Sciences Thesis]. St.-Petersburg, 1995. 19 p. (In Russ.)
3. Glyzina O.Y., Sukhanova L.V., Sapozhnikova Y.P. et al. [Experimental Aquarium Systems as a Basis for Study of Physiological and Biochemical Adaptation Mechanisms of Endemic Hydrobionts]. Physiological, Biochemical, and Molecular and Genetic Naturalization Mechanisms of Hydrobionts: Proceedings of All-Russian Conference (Borok, 22nd to 27th September 2012). Borok, 2012. P. 88-90. (In Russ.)
4. Reznichenko P.N. [Transformation and Change of Mechanisms of Lower Vertebrates Functions in Ontogenesis]. Moscow: Nauka, 1982. 216 p. (In Russ.)
5. Pavlov D.S., Novikov G.G., Stroganov A.N. et al. [A.C. 1648304. Fish Egg Incubator]. Bulletin No.18. 1991. 5 p.
6. Shadrin A.M. [Embryonic and Larval Development of *Pungitus pungitus* (Ninespine Stickleback)]. Journal of Ichthyology. 1994. Vol. 34, No.1. P. 88-97. (In Russ.)
7. Voynarovich E. [An Egg Incubation Technique Using Refrigerating Chambers]. Moscow, 1959, 20 p.
8. Chernyaev Z.A., Kovalenko V.I., Kruzhalina E.I. et al. [Methodical Guidelines on Collection and Storage of Whitefish Eggs at Temporary Fish-Breeding Plants, and Their Transportation and Incubation]. Institute of Animal Evolutionary Morphology and Ecology, 1987. 82 p. (In Russ.)
9. Semenchenko S.M. [Embryonic Energy Exchange of the Baikal Omul and Baikal Freshwater Whitefish]. Collection of Scientific Papers of State Research Institute on Lake and River Fisheries. 1993. Issue 320. P. 101-111. (In Russ.)
10. Smeshlivaya N.V., Semenchenko S.M. [Approbation of an Intense Mode of Whitefish Egg Incubation]. Biology, Bioengineering, and State of Whitefish Reserves: Proceedings of the Ninth International Scientific and Practical Conference (Tyumen, 1st and 2nd December 2016). Editors: Litvinenko A.I., Doctor of Biological Sciences, Reshetnikov Y.S., Doctor of Biological Sciences. Tyumen: State Scientific-and-Production Center of Fishery, 2016. P. 97-99. (In Russ.)

Об авторах

Семенченко Сергей Михайлович,
кандидат биологических наук,
начальник отдела аквакультуры
Федеральное государственное бюджетное
учреждение «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-69-13; SemSM07@yandex.ru

Смешливая Наталья Владимировна,
кандидат биологических наук,
заведующая сектором сиговодства
Федеральное государственное бюджетное
учреждение «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-69-13; nvsmeshlivaya@gmail.ru

About the authors

Sergey Mikhailovich Semenchenko,
Candidate of Biological Sciences,
Head of the Department of Aquaculture
Federal State Budgetary Institution
“State Scientific and Production Center of Fishery”
33, Odesskaya str., Tyumen 625023
+7 3452 41-69-13; SemSM07@yandex.ru

Natalya Vladimirovna Smeshlivaya,
Candidate of Biological Sciences,
Head of the Division of Whitefish Breeding
Federal State Budgetary Institution “State Scientific
and Production Center of Fishery”
33, Odesskaya str., Tyumen 625023
+7 3452 41-69-13; nvsmeshlivaya@gmail.ru