

**К 100-летию со дня рождения
профессора ВНИРО А.Ф. Каревич**



***Александра Фёдоровна Каревич
29.04.1907–19.07.1992***

Federal Agency for Fisheries
Federal State Unitary Enterprise
«Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography»
(FSUE «VNIRO»)

PROCEEDINGS

VOLUME 148

**ARTIFICIAL REPRODUCTION
OF VALUABLE HYDROBIONTS,
ACCLIMATIZATION AND AQUACULTURE**

**TO THE CENTENARY OF VNIRO
PROFESSOR A.F. KARPEVICH**

Федеральное агентство по рыболовству

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии» (ФГУП «ВНИРО»)

ТРУДЫ

ТОМ 148

**ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО
ЦЕННЫХ ГИДРОБИОНТОВ,
АККЛИМАТИЗАЦИЯ И АКВАКУЛЬТУРА**

**К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
ПРОФЕССОРА ВНИРО А.Ф. КАРПЕВИЧ**

УДК 639.3/.6: 639.3.041.2: 639.3.03:

Редакционный совет ФГУП «ВНИРО»:

д-р биол. наук *А.Н. Макоедов*, д-р биол. наук *М.К. Глубоковский*,
д-р биол. наук *О.Ф. Гриценко*, д-р техн. наук *Л.С. Абрамова*,
д-р биол. наук *Е.В. Микодина*, д-р биол. наук *А.И. Глубоков*,
д-р биол. наук *Н.В. Кловач*, канд. биол. наук *В.М. Борисов*

И86 Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура. К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич: Труды ВНИРО / Отв. ред. Е.В. Микодина, С.В. Пьянова. — М.: Изд-во ВНИРО. 2010. — Т. 148. — 225 с.

Настоящий сборник научных трудов посвящен 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО, выдающегося гидробиолога, всю свою творческую жизнь посвятившей проблемам адаптации гидробионтов в условиях интродукции — Александре Федоровне Карпевич. Ею разработана теория акклиматизации гидробионтов, которая положена в основу многих успешных в нашей стране интродукции — нериса в Каспийское море, дальневосточного пиленгаса в Азово-Черноморский бассейн, камчатского краба на Баренцевом море. А.Ф. Карпевич была организатором, руководителем и участником вселений многих видов беспозвоночных и рыб в различные водоемы страны с целью увеличения их продуктивности.

В сборнике отражены различные аспекты деятельности ВНИРО по направлению «Аквакультура». В статьях представлены результаты исследований по искусственному воспроизводству, индустриальной аквакультуре, болезням рыб, разведению редких и исчезающих видов, марикультуре, половой системе рыб, инновационным направлениям. В сборник включены статьи сотрудников ВНИРО и приглашенных коллег РАН и бассейновых Управлений территориальных органов.

Рецензенты: д-р биол. наук Н.В. Кловач, д-р биол. наук И.В. Бурлаченко.

Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture. To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich: VNIRO proceedings / Editors-in-Chief E.V. Mikodina, S.V. Piyanova. — М.: VNIRO Publishing, 2010. — V. 148. — 225 p.

This volume is dedicated to the centenary of VNIRO professor Alexandra Fedorovna Karpevich, distinguished hydrobiologist, who devoted her whole creative life to the problems of hydrobionts adaptation under introduction conditions. She developed the theory of hydrobionts acclimatization accepted as a basis for many successful introductions in our country, such as clam worm in the Caspian Sea, the Far Eastern mullet haarder in the Azov – Black Sea Basin, king crab in the Barents Sea. Prof. A.F. Karpevich was the initiator, head, and participant of introductions of many invertebrate and fish species in different water basins of our country in order to increase their productivity.

The proceedings are dedicated to different aspects of VNIRO activity in the area of aquaculture that is reflected in the presented papers on artificial reproduction, industrial aquaculture, fish diseases, breeding of rare and endangered species, mariculture, reproductive system of fish, innovations. It includes papers prepared not only by VNIRO specialists but also by the invited colleagues from the Russian Academy of Sciences and basin departments of territorial authorities.

Reviewers: Doctor of Biological Sciences N.V. Klovach, Doctor of Biological Sciences I.V. Burlatchenko

ISBN 978-5-85382-375-4

© Издательство ВНИРО, 2010
© VNIRO Publishing, 2010

УДК 597.574.55

УГОЛ ОТРАЖЕНИЯ: СОСТОЯНИЕ И НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВНИРО ПО АКВАКУЛЬТУРЕ В ПЕРВОЙ ДЕКАДЕ ТРЕТЬЕГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Е.В. Микодина

ВНИРО, Москва, mikodina@vniro.ru

ANGLE OF REFLECTION: CURRENT STATUS AND SOME RESULTS OF VNIRO SCIENTIFIC RESEARCH ON AQUACULTURE IN THE FIRST DECADE OF THE THIRD MILLENNIUM

E.V. Mikodina

VNIRO, Moscow, mikodina@vniro.ru

Настоящий сборник научных трудов состоит из статей, подготовленных преимущественно сотрудниками отдела Воспроизводства и культивирования гидробионтов ВНИРО и других структурных подразделений института, а также приглашенными к сотрудничеству учеными РАН, Россельхозакадемии и специалистами территориальных управлений Росрыболовства.

Научные исследования, проводимые в отделе Воспроизводства и культивирования гидробионтов ВНИРО, связаны практически со всеми актуальными направлениями отечественной аквакультуры. Как структурное подразделение ВНИРО отдел в настоящее время объединяет в своем составе четыре лаборатории института: воспроизводства и культивирования осетровых и других объектов рыболовства; воспроизводства и культивирования ракообразных; болезней гидробионтов; прикладной физиологии и морфологии гидробионтов, а также Научный орган СИТЕС в отношении осетровых видов рыб. Ранее в него также входили лаборатория воспроизводства лососевых рыб и лаборатория молекулярной генетики гидробионтов с Центром молекулярно-генетической идентификации. Вследствие структурной перестройки института, проведенной в начале 2009 г., эти лаборатории, сфера исследований которых включает и разработки в области аквакультуры, вошли в состав других отделов.

Магистральные направления научной деятельности отдела традиционны: искусственное воспроизводство, культивирование гидробионтов и марикультура, биологические и производственные проблемы размножения и развития ценных видов водных биологических ресурсов (ВБР), редких и исчезающих видов, формирование биологической продуктивности водных объектов, влияние на них предприятий аква- и марикультуры, а также биологическая мелиорация водоемов хозяйственного и рекреационного назначения. Сотрудники отдела

также участвуют в исследованиях водных биологических ресурсов, разрабатывая материалы к ОДУ осетровых рыб с учетом их искусственного воспроизводства, ОДУ объектов промысла в ряде осолоненных лиманов, водохранилищах и других водоемах юга России. Результаты исследования функционального качества объектов промысла по морфофизиологическим и биохимическим показателям позволяют оценить его влияния на формирование численности промысловых популяций и используются при разработке ОДУ с целью оптимизации уловов ВБР.

Основное назначение научных исследований отдела — создание новых технологий аквакультуры и разработка рекомендаций по повышению эффективности искусственного и естественного воспроизводства объектов промысла, направленных на увеличение запасов ВБР. Как структурное подразделение ВНИРО отдел также определяет основные направления развития воспроизводства и аквакультуры в стране, занимается вопросами обновления нормативной правовой базы этого вида деятельности. Помимо этого, в его функции входит оперативная подготовка справочно-информационных материалов для Федерального агентства по рыболовству (ФАР), что способствует принятию адекватных управленческих решений. Необходимо обратить внимание, что фактически ученые института, работающие в отделе Воспроизводства и культивирования гидробионтов, выполняют исследования одновременно по трем научным направлениям — «Биоресурсы», «Аквакультура» и «Нормативная правовая база», — что не может не отвлекать от решения непосредственно научных проблем аквакультуры и отражается на качестве их исполнения.

В государственные функции Федерального агентства по рыболовству входят: пастбищная аквакультура, индустриальная аквакультура, марикультура, рекреационная аквакультура, а за другим ведомством — Минсельхозом РФ — в настоящее время закреплено прудовое рыбоводство и племенное дело. В разработку задач по направлению «Аквакультура» вовлечены все отраслевые НИИ, в том числе и такой уникальный по своей специализации в рыбной отрасли институт, как ВНИИПРХ, который на протяжении многих десятилетий успешно занимается решением научных проблем прудового рыбоводства и селекционной работой. Наличие такого института в системе Федерального агентства по рыболовству фактически сохраняет исходный научно-исследовательский комплекс рыбохозяйственной отрасли, существовавший в доперестроечный период в системе Министерства рыбного хозяйства СССР.

Насущные проблемы отечественной аквакультуры постоянно обсуждаются представителями рыбохозяйственной науки [Котенев и др., 2005, 2006, 2007; Kotenev et al., 2006; Маслова, Микодина, 2006; Микодина и др., 2006, 2007; Макоедов, Кожемяко, 2007; Бурлаченко, 2008а; Маслова, Разумеев, 2008; Микодина, 2009] и независимыми экспертами [Прохоров, 2006]. В настоящей статье мы обращаем внимание на такое определяющее условие проведения научных исследований в аквакультуре, как финансовые возможности.

Научные исследования, осуществляемые в отделе Воспроизводства и культивирования гидробионтов ВНИРО, соответствуя основным направлениям НИОКР Федерального агентства по рыболовству по разделу «Наука», крайне ограничены, что объясняется несколькими причинами.

Во-первых, это связано с годами неизменяющейся государственной политикой финансирования аквакультуры, на что неоднократно обращалось внимание. Несмотря на то, что научная деятельность 19 отраслевых НИИ в области аквакультуры, в том числе ВНИРО, поставлена рыбохозяйственным ведомством на второе место по значимости после «Биоресурсов», финансирование научных исследований по этим двум направлениям весьма различается. Так, на-

пример, в 2008 г. финансирование ВНИРО по аквакультуре оказалось почти в 70 раз меньше, чем по биоресурсам; сходная ситуация и в других отраслевых НИИ. На 2009 г. общий объем бюджетного финансирования всех институтов отрасли практически не изменился и по-прежнему выделяется на конкурсной основе. Одним из наиболее весомых критериев выявления победителя конкурса служит стоимость работ, заявляемая институтами-участниками; а привлечение соисполнителей существенно снижает шансы на получение торгового лота. Поэтому, как правило, выигрывает конкурс тот коллектив, который в наибольшей степени снизил начальную (максимальную) цену контракта. В итоге общий объем бюджетного финансирования по аквакультуре всех НИИ, находящихся в ведении ФАРА, и без того крайне недостаточный, подвергается дополнительному сокращению, но уже по вынуждаемой инициативе самих институтов. Особо следует подчеркнуть, что при оценке конкурсных заявок привлечение сторонних исполнителей является отрицательным показателем и существенно уменьшает число баллов заявителя. По сути, такой подход ориентирован не только на снижение качества получаемого научного продукта («одна голова — хорошо, а две лучше»), но и на разобщение научного сообщества. На наш взгляд, совместное решение поставленной задачи, наоборот, ведет к повышению эффективности проведения исследований и уровня получаемого результата, поэтому данный критерий должен иметь положительный, а не отрицательный знак.

Во-вторых, начиная с 2008 г. на осуществление бюджетных проектов в нашей стране оказывает влияние мировой финансовый кризис, затронувший и отечественную экономику. Вследствие этого запланированные объемы бюджетного финансирования, подвергаясь секвестру, оказываются еще ниже.

В-третьих, самым важным фактором, ограничивающим спектр решаемых по аквакультуре задач, является необходимость осуществления научных исследований исключительно в соответствии с выигранными по конкурсам бюджетными контрактами с заранее сформулированными техническими заданиями. Не меняют дела и работы по договорам, финансируемым из внебюджетных источников: здесь задачи также строго ограничиваются потребностями инвесторов. В связи с этим, возможности для проведения поисковых исследований весьма ограничены.

Таким образом, практикуемая схема финансирования НИОКР по аквакультуре не позволяет реализовать стратегию развития отечественной аквакультуры, разработанную по заданию рыбохозяйственного ведомства в 2006 г. на краткосрочную и долгосрочную перспективу с учетом процессов глобализации [Котенев и др., 2007]. Сформулированные в ней задачи не только оказываются за пределами возможностей отечественной рыбохозяйственной науки, но и пресекается сама возможность как совершенствования научных основ аквакультуры, так и развития инновационных направлений в отечественном научном обеспечении мероприятий по сохранению, восстановлению и увеличению запасов водных биоресурсов морей и внутренних водоемов России, решаемых методами аквакультуры. Научные исследования ВНИРО и других бассейновых институтов в области искусственного воспроизводства и аквакультуры идут ныне по инерционному пути, что отражает отношение к этому направлению рыбохозяйственного ведомства в целом.

К счастью, достижения и открытия в развитии любого направления зачастую делаются не благодаря обстоятельствам, а вопреки им, что в полной мере относится и к рыбохозяйственной науке. Несмотря на остаточный принцип финансирования, у ВНИРО есть определенные достижения на инновационном пути развития научного обеспечения аквакультуры в первом десятилетии XXI века.

Первое направление — осетроводство. Спустя 50 лет после начала научных исследований по гибридизации осетровых рыб [Николюкин, Тимофеева, 1953, 1954] завершена селекционная работа по созданию новых гибридов между белугой и стерлядью (бестер) для целей аквакультуры, которые обладают высокой скоростью роста и ранней половозрелостью. На основе бестера выведены три новых породы: «Бурцевская», «Аксайская» и «Внировская», на которые в 2000 г. получены патенты. Патентообладателем является ФГУП «ВНИРО», а их разработчики — сотрудники отдела Воспроизводства и культивирования гидробионтов: Арефьев В.А., Бурцев И.А., Крылова В.Д., Николаев А.И., Николюкин Н.И., Серебрякова Е.В., Тимофеева Н.А., Филиппова О.П. В статусе нового вида в 2000 г. бестер (*Acipenser nikoljukini*) занесен в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Породы животных» под № 9901914 (бестер Аксайский), № 9901922 (бестер Бурцевский) и № 9901930 (бестер Внировский).

Второе направление — молекулярно-генетическая идентификация объектов аквакультуры и паспортизация маточных стад. В 2000 г. во исполнение Постановления Правительства РФ № 968 (п. 3в) от 17.08.1998 г. во ВНИРО создан Центр молекулярно-генетической идентификации (ЦМГИ) при Научном органе СИТЕС, который структурно вошел в сектор Молекулярной генетики гидробионтов отдела Воспроизводства и марикультуры. В настоящее время ЦМГИ является лидирующей профильной и одной из наиболее оснащенных в мире лабораторий в рыбохозяйственной отрасли, использующей в своей работе новейшие научные достижения и современные методические подходы. В настоящее время на ее базе создана Российская национальная коллекция эталонных генетических материалов (РНКЭГМ), содержащая более 25 тыс. образцов тканей гидробионтов. В 2006 г. на I и II часть РНКЭГМ («Осетровые» и «Лососевые» виды рыб, соответственно) были получены свидетельства об официальной регистрации баз данных в Федеральной службе РФ по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам за №№ 2006620351 и 2006620352. Помимо этого, важнейшим достижением данного направления является разработка методики паспортизации ремонтно-маточных стад осетровых и ДНК-идентификации продукции из осетровых рыб. Параллельно проводятся фундаментальные научные изыскания, формирующие базу для прикладных молекулярно-генетических исследований осетровых и лососевых рыб, а также других гидробионтов.

Третье направление — комплексная оценка безопасности комбикормов в аквакультуре. Оно ориентировано на изучение наименее исследованного вопроса — микробной контаминации комбикормов, используемых в аквакультуре, и многоуровневой оценке влияния этого фактора на организм выращиваемых гидробионтов. Уже разработаны экспрессные тест-системы для характеристики микробной обсемененности кормов, предложены и апробированы профилактические меры, повышающие резистентность осетровых рыб к этому фактору в условиях интенсивного культивирования [Бурлаченко, 2008б].

Четвертое направление — мониторинг генетически модифицированных источников (ГМИ). Их появление и широкое распространение вызвало острую необходимость организации импактного мониторинга качества и биологической безопасности искусственных кормов и выращенной в аквакультуре продукции. Инициативно выполняется исследование глобальных последствий внедрения ГМИ в отечественную аквакультуру. Уже проведен скрининг нескольких десятков отечественных и зарубежных комбикормов на предмет наличия/отсутствия ГМИ и показано, что более трети образцов контаминированы ГМИ. Исследование мышечной ткани, овулировавшей икры и овариальной жидкости

осетровых, получавших корма с генетически модифицированными источниками, показало отсутствие горизонтального переноса трансгенов [Микодина, 2008; Микодина, Ганжа, 2008; Микодина и др., 2009; Сытова и др., 2009]. Однако мировое сообщество указывает на негативный ответ объектов аквакультуры на кормление кормами с ГМИ как по морфологическим [Beaumont, Hoare, 1998], так и физиологическим показателям — ухудшение иммунологического статуса, гематологических показателей, снижение адаптационного потенциала и устойчивости к заболеваниям, развитие стресса [Hemre et al., 2005; Sagstad et al., 2007]. Мы движемся в русле генерального направления мировых исследований по этой теме.

Опыт научных достижений в различных сферах деятельности (космос, энергетика, информатизация) показывает, что инновационные разработки требуют много времени, коллективной работы, больших средств, грамотного менеджмента. Немаловажными условиями, на наш взгляд, являются также профессионализм и энтузиазм ученых. В полной мере это относится и к научным исследованиям в области аквакультуры.

ЛИТЕРАТУРА

Бурлаченко И.В. 2008а. Зарубежный опыт развития прибрежной, морской и океанической марикультуры и ее приоритетные задачи в Российской Федерации // Рыбное хозяйство. — № 1. — С. 52–56.

Бурлаченко И.В. 2008б. Актуальные вопросы безопасности комбикормов в аквакультуре рыб. — М.: Изд-во ВНИРО. — 183 с.

Котенев Б.Н., Дергалева Ж.Т., Бурлаченко И.В., Яхонтова И.В. 2005. Основные тенденции развития аквакультуры в мире и России // Материалы междунаро. науч.-практич. конф. «Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов Мирового океана». — М.: Изд. ВНИРО. — С. 125–126.

Котенев Б.Н., Дергалева Ж.Т., Бурлаченко И.В., Яхонтова И.В., Богерук А.К. 2006. Состояние и перспективы развития аквакультуры в Российской Федерации // Рыбное хозяйство. — № 5. — С. 25–29.

Котенев Б.Н., Богерук А.К., Бурлаченко И.В., Дергалева Ж.Т., Микодина Е.В., Николаев А.И., Смирнов Б.П., Яхонтова И.В. 2007. Стратегические направления развития аквакультуры России // Научно-технические и методические документы. Аквакультура. — Вып. 4. — М.: Изд-во ВНИРО. — 44 с.

Макоедов А.Н., Кожемяко О.Н. 2007. Основы рыбохозяйственной политики России. — М.: ФГУП «Национальные рыбные ресурсы». — С. 251–276.

Маслова О.Н., Микодина Е.В. 2006. Рациональная организация искусственного воспроизводства гидробионтов и их пастбищного выращивания // Финансовый эксперт. — № 1 (16). — С. 114–119.

Маслова О.Н., Разумеев Ю.В. 2008. Балтийский тюрбо: от эксперимента к опытно-промышленному комплексу // Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов. Мат-лы Второй Международной научно-практической конференции. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 200–202.

Микодина Е.В. 2008. Генетически модифицированные организмы (ГМО) и биологическая безопасность рыб в аквакультуре // Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов. Мат-лы Второй Международной научно-практической конференции. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 167–170.

Микодина Е.В. 2009. Российская аквакультура: горячие точки // Мат-лы Всероссийской конференции с международным участием «Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке». Красноярск, 8–12 декабря 2008 г. — С. 42–50.

Микодина Е.В., Ганжа Е.В. 2008. Генетически модифицированные источники в комбикормах для рыб // Рыбное хозяйство. — № 2. — С. 84–87.

Микодина Е.В., Маслова О.Н., Зайцева Ю.Б. 2006. Видовое разнообразие объектов марикультуры, проблемы их искусственного воспроизводства и товарного выращивания // Финансовый эксперт. — № 1 (16). — С. 102–112.

Микодина Е.В., Маслова О.Н., Тарасюк Е.В. 2007. Объекты искусственного воспроизводства и аквакультуры как национальное достояние России // Аквакультура — технологии будущего. Мат-лы рыбопромышленного конгресса. Южно-Сахалинск, ГДО, 19 сентября 2006 г. — С. 14–18.

Микодина Е.В., Бурлаченко И.В., Волков А.А., Ганжа Е.В., Банникова М.А. 2009. К вопросу о прослеживаемости ГМИ в продукции рыбоводства // Биотехнология: состояние и перспективы развития. Мат-лы Пятого Московского международного конгресса. Москва, 16–20 марта, 2009 г. — Ч. 2. — С. 112–114.

Николюкин Н.И., Тимофеева Н.А. 1953. Гибридизация белуги со стерлядью // Доклады АН СССР. — Т. 93. — № 5. — С. 899–902.

Николюкин Н.И., Тимофеева Н.А. 1954. Скрещивание белуги со стерлядью и выращивание гибридной молоди // Труды Саратовского отд. Каспийского филиала ВНИРО. — Т. 3. — С. 54–82.

Прохоров С.В. 2006. Продовольственная безопасность России и задачи управления аквакультурой // Финансовый эксперт. — № 1 (16). — С. 20–38.

Сытова М.В., Харенко Е.Н., Микодина Е.В., Ганжа Е.В., Дмитриева Е.А. 2009. Показатели безопасности и содержание генетически модифицированных источников овариальной жидкости осетровых рыб // Рыбная промышленность. — № 1. — С. 39–42.

Beaumont A.R., Hoare K. 1998. Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture. Oxford: Blackwell Science. — 158 p.

Hemre G.-I., Sanden M., Bakke-McKellep A.M., Sagstad A., Krogdahl E. 2005. Growth, feed utilization and health of Atlantic salmon *Salmo salar* L. fed genetically modified compared non-modified commercial hybrid soybeans // Aquaculture Nutrition. — V. 11. — № 3. — P. 157–167.

Kotenev B., Bourlatchenko I., Dergaleva J., Yakhontova I. 2006. Strategy of aquaculture development in Russia // Abstracts of «World Aquaculture 2006». May 9–13, Florence, Italy. — P. 480.

Sagstad A. et al. 2007. Evaluation of stress- and immune-responses biomarkers in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed different levels of genetically modified maize (BT maize), compared with its near-isogenic parental line and commercial suprex maize // J. Fish Dis. — V. 30 (4). — N 201. — P. 12.

УДК 574.5:574.625.

**ХРАНЯ ПАМЯТЬ
ОБ АЛЕКСАНДРЕ ФЁДОРОВНЕ КАРПЕВИЧ
(29.04.1907–19.07.1992)**

*И.А. Бурцев, Ж.Т. Дергалёва, О.Н. Маслова,
Е.В. Микодина, О.П. Филиппова*

ВНИРО, Москва, mikodina@vniro.ru

**CHERISHING MEMORY
OF KARPEVICH ALEXANDRA FEDOROVNA
(29.04.1907–19.07.1992)**

*I.A. Burtsev, G.T. Dergaleva, O.N. Maslova,
E.V. Mikodina, O.P. Filippova*

VNIRO, Moscow, mikodina@vniro.ru

«Никакие работы нельзя считать научным достижением, если им владеет один человек, и он не может передать свой метод другим исследователям, чтобы повторить опыт» — это высказывание Х.С. (Х.С. Коштоянц) стало программным в моей дальнейшей исследовательской работе.

*Воспоминания А. Карпевич,
10.01.1985 г.*

Александра Фёдоровна Карпевич — ученый мирового уровня, один из наиболее ярких представителей отечественной и мировой рыбохозяйственной науки, практически вся её научная деятельность связана с ВНИРО, где она проработала 60 лет.

Незаурядный талант учёного, умноженный на исключительное трудолюбие и богатый опыт экспериментальных исследований, быстро выдвинули А.Ф. Карпевич в число общепризнанных авторитетов в области сохранения и повышения рыбопродуктивности Аральского, Азовского, Каспийского и других морей СССР. Она создала свою научную школу, подготовила более 30 кандидатов наук, автор более 200 научных работ. Наряду с научными изысканиями, Александра Фёдоровна — доктор биологических наук, профессор, являясь членом многих международных и отечественных организаций, не была «свадебным генералом», а с присущими ей живым интересом и добросовестностью несла этот груз общественных обязанностей. Она участвовала в работе Всесоюзного гидробиологического общества, Московского общества испытателей

природы, редакционных коллегий нескольких научных журналов, Ученого и диссертационного советов ВНИРО и Института океанологии Академии наук, нескольких комитетов Международного совета по изучению морей (ИКЕС) и других организаций.

Вклад А.Ф. Карпевич в развитие науки отмечен государственными наградами: орденом Трудового Красного Знамени, двумя медалями «За доблестный труд», а также медалями «За трудовую доблесть», «30 лет Победы над Германией», «Ветеран труда» и Почетными грамотами Президиума Верховного Совета Каракалпакской АССР.

Трудно написать что-либо новое в память об этой великой женщине и ярком ученом. Основные вехи её научной карьеры приведены в вводных статьях двухтомника ее избранных трудов [Карпевич, 1998]. В 2007 г. была проведена научно-практическая конференция, посвященная 60-летию Центральной производственно-акклиматизационной станции и 100-летию со дня рождения первого директора ЦПАС — Александры Фёдоровны Карпевич. В опубликованные материалы этой конференции вошла статья одного из её учеников — В.К. Горелова [Горелов, 2008] — о своём учителе.

Александра Фёдоровна Карпевич получила блестящее образование в Московском государственном университете, который окончила в 1932 г. по специальности «ихтиология». На формирование ее научного мировоззрения и круг интересов особенное влияние оказали такие ее университетские учителя, как физиолог — академик АН Армянской ССР Х.С. Коштоянц, а также основатель эколого-физиологического направления в гидробиологии и рыбовод — доктор биологических наук профессор С.Н. Скадовский. Ученая степень кандидата биологических наук была присуждена Александре Фёдоровне Карпевич в 1938 г. без защиты диссертации за трудоемкие и оригинальные исследования в области физиологии питания морских промысловых рыб (1936–1937 гг.), а в 1953 г. она блестяще защитила в МГУ докторскую диссертацию по теме «Отношение двустворчатых моллюсков Северного Каспия и Арала к изменению солёности среды».

Актуальность этих исследований становится особенно очевидной, если принять во внимание, что середина XX века в СССР характеризовалась крупномасштабными работами по строительству гидроэлектростанций на наиболее крупных реках и, как следствие, зарегулированием их стока и изменением режимов морей — прежде всего наиболее продуктивных и важных для рыбного хозяйства — Азовского, Каспийского и Аральского. В связи с этим, внимание А.Ф. Карпевич сконцентрировано не только на разработке прогнозов ожидаемых изменений в составе биоты рыбохозяйственных водоемов, но и на поиске действенных методов, ориентированных на сохранение их продуктивности. Вместе с Л.А. Зенкевичем, Я.А. Бишштейном и другими ведущими учеными страны она начала первые планомерные работы по акклиматизации водных организмов. В частности, под её руководством и при непосредственном участии осуществлена первая перевозка (1939 г.) нереис из Азово-Черноморского бассейна в Каспийское море, которая впоследствии стала одной из массовых форм бентоса и важным кормовым объектом для рыб этого моря. В настоящее время вселенные в Северный Каспий кормовые организмы (многощетинковый червь нереис и двустворчатый моллюск синдесмия) составляют до 60 % в питании молоди осетровых.

Удачные опыты по переселению в Каспийское море азово-черноморских беспозвоночных и рыб ознаменовали начало нового этапа в развитии прикладной гидробиологии и ихтиологии. На этом этапе советские ученые активно вмешиваются в жизнь морей, способствуя улучшению естественных условий воспроизводства рыбных запасов и развитию промышленного рыбозаводства.

На общественных началах А.Ф. Карпевич была первым директором (1947–1948 гг.) ЦПАС. Под её руководством осуществлены многочисленные переселения беспозвоночных и рыб, пополнивших кормовую базу и ихтиофауну южных морей, озера Балхаш и ряда других водоёмов СССР. В 1949 г. при Ихтиологической комиссии Минрыбхоза СССР и Академии наук был создан Консультативный совет по акклиматизации водных организмов, в задачи которого входило рассмотрение планов намечаемых рыбоводно-акклиматизационных работ, подведение итогов экспериментальных интродукций. Александра Фёдоровна была его бессменным председателем вплоть до 1992 г. Благодаря её активному участию обрели новую «прописку» кефаль в Каспии, горбуша в Белом море, белый амур и толстолобик на юге России и в водоёмах Средней Азии, пелядь в Северо-Западных регионах России и многие другие виды. Это обеспечивает в целом около 100 тыс. т дополнительного вылова рыбы ежегодно.

Во ВНИРО Александра Фёдоровна прошла путь от младшего научного сотрудника до заведующей лабораторией акклиматизации, которой руководила с 1956 по 1971 г. По собственной настоятельной просьбе она ушла с занимаемой должности, передав бразды правления молодым, и продолжила работу в лаборатории в ранге научного консультанта. В 1975 г. вышла в свет монография А.Ф. Карпевич «Теория и практика акклиматизации водных организмов». В этой книге она сформулировала основные положения созданной ею теории, рассматривая акклиматизацию водных организмов как весьма сложный процесс их адаптации к новым условиям среды обитания.

Под руководством А.Ф. Карпевич специалисты лаборатории акклиматизации ВНИРО осуществляли исследования по подбору перспективных объектов интродукции в целях повышения продуктивности рыбохозяйственных водоёмов. Был проведен комплекс работ по акклиматизации таких быстрорастущих рыб, как американский полосатый окунь, китайский каменный окунь, стальноголовый лосось, американский канальный сомик, веслонос и многие другие. Ряд из них успешно натурализовались у нас в стране и в настоящее время являются ценными объектами товарной аквакультуры. При выборе объектов и водоёмов вселения мы всегда руководствуемся теорией акклиматизации, основоположником которой является А.Ф. Карпевич.

А.Ф. Карпевич входила в число инициаторов развития марикультуры в нашей стране; ее теоретические разработки в этой области получили свое продолжение в последующих исследованиях ВНИРО по созданию технологий разведения морских видов гидробионтов, а также по разработке рациональной схемы управляемого рыбного хозяйства в зонах прибрежного рыболовства.

Она была строгим, требовательным, часто жестким руководителем, но и одновременно очень человечной и спокойной в отношении творчества и судьбы своих сотрудников. Уникальное качество Александры Фёдоровны — способность видеть в любой работе достоинства и недостатки. Лабораторные коллоквиумы протекали жарче, чем защиты диссертаций. Она всегда подводила итог дискуссии и так выступала, что после ее речи — «ни убавить, ни прибавить».

В лаборатории ежегодно отмечали день рождения Александры Фёдоровны. Она считала, что праздновать его следует не весной, собственно в день рождения, а осенью — после завершения полевых работ. Как она говорила, «весной все наши мысли заняты подготовкой к экспедициям — не до веселья, а после завершения экспериментального сезона, подготовки и сдачи годовых отчетов — самое время расслабиться». Все сотрудники прекрасно знали, где она живет, собирались на ее квартире, расположенной в так называемом «Кошкином доме» на Малой Калужской улице. В этом доме жили (и живут сейчас) многие ученые, работавшие во ВНИРО. Как правило, эти сборы лаборатории в полном составе совпадали с ноябрьскими праздниками.

Приходя на работу, Александра Фёдоровна регулярно приносила в лабораторию конфеты, не по какому-то поводу, а просто так, к чаю. В советское время простые научные сотрудники практически не ездили на международные конференции и симпозиумы, но не ученый такого ранга, как Александра Фёдоровна. Часто попадая на различные приемы за границей, она была знакома с особенностями их организации и этикетом и вводила их в обиход; например, она первая объяснила сотрудникам лаборатории, что такое «фуршет». Интересно, что она всегда кушала на ночь, иногда вставая для этого ночью, хотя и понимала, что не положено и вредно. Но объясняла: «Зато с утра так хорошо работает голова!».

Всем памятна её прическа в стиле «директуар», она была модной в пору молодости Александры Фёдоровны и очень её красила.

Помнят, что во время застолий обожала спеть песню «Кукарача», устраивала с сотрудниками пикники и, как вспоминают, на одном из них запекали дикого кабана. В застольях, на банкетах, фуршетах она неизменно была объединяющим центром, создавая вокруг себя атмосферу дружелюбия и тепла, пользовалась успехом у мужчин, стремившихся потанцевать с нею.



Сотрудники ВНИРО и профессор А.Ф. Карпевич в лаборатории акклиматизации ВНИРО (слева направо): В.Д. Крылова, Ж.Т. Дергалёва, В.П. Зайцев, Н.И. Николоюкин, А.Ф. Карпевич, А.С. Богданов, П.А. Моисеев, В.К. Горелов, С.И. Дорошев, Н.Б. Маркевич

О.Г. Резниченко вспоминает: «Ярко стоит перед глазами одна из картин: очередной танцор — галантный, крепкий, красивый брюнет с небольшой серебринкой, стоя на колене, по всем правилам обводит вокруг себя, держа за руку, блестяще кареглазую, в новой прическе, привлекательно одетую, улыбающуюся и кокетливую Александру Фёдоровну; кавалеру тогда не было и 50, даме никак не дашь её 70 ...».

Обладая отменным чувством юмора, не боялась показаться смешной. Однажды на одном из заседаний диссертационного совета Александра Фёдоровна выступала в дискуссии. Она вышла на трибуну и начала свое выступление

со слов: «Видите, какая у меня щека? Не думайте, что это флюс, это просто конфетка, которую я не успела доестъ. Теперь о диссертации...».

Сотрудники ВНИРО бережно хранят память о своей бывшей заведующей, одном из своих учителей, ведущем ученом института и страны. До сих пор, когда нужно свериться с её теорией, слышишь: «А что там, в трудах у «старушки»? Ещё при жизни Александры Фёдоровны сотрудники лаборатории называли её «бабушкой русской акклиматизации», она знала об этом, и, похоже, это прозвище ей льстило.

После её кончины сотрудники ВНИРО — её ученики В.С. Агапов, В.К. Горелов, В.Д. Крылова, О.Г. Резниченко, Э.М. Сергиева, Т.П. Стребкова, собрали завещанное им ею творческое наследие: научные архивы и подготовленные к публикации труды, которые позднее были опубликованы: А.Ф. Карпевич «Избранные труды в двух томах» [1998].

Вспоминаем Александру Фёдоровну и сейчас, сверяемся с её теорией и посвящаем её памяти настоящий том трудов нынешних сотрудников ВНИРО.

ЛИТЕРАТУРА

Горелов В.К. 2008. Вклад профессора А.Ф. Карпевич в развитие науки // Результаты и перспективы акклиматизационных работ. Мат-лы научно-практической конф., Клязьма, 10–13 декабря 2007 г. М.: Изд-во ВНИРО. — С. 48–56.

Карпевич А.Ф. 1975. Теория и практика акклиматизации водных организмов. М.: Пищевая промышленность. — 432 с.

Карпевич А.Ф. 1998. Избранные труды в двух томах. Т. 1. М.: Изд-во ВНИРО. — 922 с.

Карпевич А.Ф. 1998. Избранные труды в двух томах. Т. 2. М.: Памятники исторической мысли. — 870 с.

УДК 639.3.006.3:639.371.12

НУЖНЫ ЛИ НАМ В РОССИИ ЛОСОСЕВЫЕ РЫБОЗАВОДЫ?¹

В.Г. Самарский

Сахалинрыбвод, г. Южно-Сахалинск, samarskiy@yahoo.com

DO WE NEED SALMON HATCHERIES IN RUSSIA?

V.G. Samarskiy

Sakhalinrybvod, Yuzhno-Sakhalinsk, samarskiy@yahoo.com

Сахалин в последние десятилетия активно осваивался человеком. Естественно, это негативно влияло на состояние рек. Увеличилась промысловая нагрузка на лососевых, всем нужна рыба — валюта, которая не подвержена девальвации. И понятно, чтобы не столкнуться с потерей или снижением количества этого ресурса, необходимо прилагать усилия как к восстановлению рек, охране нерестилищ и нереста, так и к развитию технологий заводского воспроизводства рыбы. Казалось бы — прописные истины. Однако в последнее время вновь, и причем предельно остро, возобновилась полемика вокруг работы заводов, занимающихся воспроизводством лососевых. Вновь заговорили о том, что рыболовные заводы нам не нужны, иначе нас ожидает кризис лососевых, как это происходит в США и Канаде, что надо отдавать приоритет естественным нерестилищам, которые помогут сохранить естественный генофонд лосося... Что ж, давайте разберемся.

Крах «американской мечты»

В отношении Сахалинской области надо говорить не об абстрактном «лососе», а о двух конкретных видах — горбуше и кете, так как воспроизводство других видов — кижуча, симы, нерки сопряжено с рядом трудностей, связанных с особенностями их биологии, а потому осуществляется в символических масштабах, для поддержания их численности в отдельных водоемах. Понятие «кризис лососевых» родилось в США, в штатах Вашингтон и Орегон. Там в результате зарегулирования рек строительством плотин, уменьшения лесов, развития систем ирригации и увеличения площадей пастбищ были уничтожены места воспроизводства и обитания молоди чавычи, кижуча, нерки, стальноголового лосося и кеты, нерестящихся в верховьях рек. Попытка компенсировать эти потери строительством лососевых рыболовных заводов не дала ожидаемого результата. Одна из причин неудачи связана с особенностями биологии

¹ Опубликовано в газете «Советский Сахалин» 21 марта 2009 г., печатается с разрешения редакции.

этих видов. В отличие от кеты и горбуши, у молоди лососей с длительным пресноводным периодом примерно через полгода со времени превращения из личинок в мальков появляется выраженное территориальное поведение. В природе они распределяются по реке и ревностно охраняют свой кусочек территории. Они достаточно легко переносят временные небольшие скопления своих собратьев, но массовые «собрания» связаны с затяжным стрессом. В результате снижается иммунитет, возникают заболевания. Однако так в США, в штатах Вашингтон и Орегон (об Аляске поговорим отдельно). На Сахалине же мы занимаемся воспроизводством кеты и горбуши. Молодь этих видов сразу же после выхода из грунта нерестилищ способна скатываться в море и при этом легко и безболезненно переносит высокую плотность посадки в бассейнах. Более того, чем выше (до определенных пределов) плотность посадки, тем охотнее и с большим аппетитом молодь питается. Именно отсутствие фазы длительного пресноводного периода обуславливает ее врожденную стайность. Это, а также некоторые другие биологические особенности делают горбушу и кету очень удобными объектами для заводского воспроизводства. Последние годы Сахалинская область стабильно демонстрирует высокие показатели вылова горбуши, а в последние два года демонстрирует исторические максимумы как по горбуше, так и по кете. Поэтому не вполне понятны толкования о каком-то «кризисе лососевых».

Лосось дикий и заводской

Сахалин имеет около 26 млн м² нерестилищ. Это более чем в десять раз меньше, чем на Камчатке. А уловы горбуши и кеты в наших регионах практически сопоставимы! Означает ли, что наши нерестилища более продуктивны и действительно стоит сосредоточиваться именно на них? Это и так, и не так. На уловы у нас работает в основном юго-восток области, залив Анива и Южные Курилы. Именно в этих районах сосредоточено и искусственное, и естественное воспроизводство горбуши и кеты. Напротив, северо-восток Сахалина, имея 33,5 % всего нерестового фонда области, обеспечивает лишь 4 % добычи горбуши. Основная причина — холодное Восточно-Сахалинское течение, молодь просто гибнет в холодной воде. Анализ добычи горбуши за последние 12 лет показывает, что северо-запад, юго-запад и северо-восток Сахалина, имея около 60 % всех нерестилищ области, обеспечивают в общем объеме добычи горбуши всего 5,6 %. В этих районах нет рыбоводных заводов, за исключением двух на юго-западе, причем один из них появился совсем недавно. Уловы в этих районах — это исключительно вклад естественных нерестилищ. Так вот, только р. Черная, где стоит рыбоводный завод, не имеет проблем с производителями. Наоборот, в прошлом году здесь чуть не произошел замор. Остальные реки остаются пустыми. Есть еще весьма показательный пример эффективности заводского воспроизводства горбуши — всем известная река Лютога. Она в последние два года заполняется горбушей на 25–27 %, при этом 50 % величины заполнения бассейна Лютоги обеспечивает ее приток, река Брянка. На Брянке работает Анивский лососевый рыбоводный завод. Эффективность его работы такова, что и нерестилища Брянки заполняются на 100 %, и завод всегда справляется с планом по сбору икры, и изъятие излишков производителей с забойки исчисляется сотнями, а иногда и тысячами тонн. Сейчас именно благодаря Анивскому лососевому рыбоводному заводу мы имеем более 50 % всей рыбы, заходящей в Лютогу. Важнейший момент — в районе впадения Брянки в Лютогу нет никаких заграждений, горбуша сама заворачивает в Брянку и не идет выше по течению Лютоги! Она сама своим поведением демонстрирует место, где она родилась! Как известно, наша область — это основной регион

пастбищного воспроизводства рыбы в России. В области действует 34 рыбозаводных завода (из 54 российских), которые обеспечивают выпуск более 380 млн молоди горбуши и более 350 млн молоди кеты. Какое соотношение в общем объеме молоди горбуши, уходящей для нагула в море, заводских и диких смолтов? Как уже отмечалось, в нашей области около 26 млн м² нерестилищ, в основном — горбуши. Выход молоди от одной самки горбуши составляет около 150 шт. (отмечалось и 400 шт.). При полном заполнении нерестилищ считается, что на один квадратный метр приходится одна самка. Но полное заполнение нерестилищ, по данным последних лет, было только на Южных Курилах (1,1 млн м²) и в заливе Анива (1,8 млн м²). На юго-востоке Сахалина 7,7 млн м² заполнения нерестилищ 90 %, на северо-востоке 8,9 млн м² — 70 %, юго-западе 5,8 млн м² — 23 %, северо-западе (1,2 млн м²) — 58 % заполнения нерестилищ. Исходя из этого (150 шт. молоди на 1 м²), легко подсчитать и общий выход дикой молоди — примерно 2,7 млрд шт. Но решающий вклад в промысел вносят юго-восток, залив Анива и Южные Курилы. В среднем за 12 лет с их нерестилищ ежегодно скатывалось 1,5 млрд шт. молоди горбуши. Очень высоки показатели ската молоди горбуши на Итуруп. Вот именно с этим объемом ската дикой молоди и надо проводить сравнение заводского вклада. В этом случае он составляет 20 %. При общем объеме добычи в 100 тыс. т доля заводской горбуши составляет 20 тыс. т. А если предположить, что браконьеры изымают из рек четверть производителей, то выходим на величину 25 тыс. т. Что касается производства кеты, то 95 % добываемых в области объемов — это «завод». А добывается ее 20 тыс. т. Итого 40–45 тыс. т заводского лосося. Кто скажет, что для нашей области это лишняя рыба? Не чрезмерно ли мы увлекаемся искусственным воспроизводством? Любой скептик может зайти на сайт НРАФС — Международной комиссии по анадромным рыбам северной части Тихого океана — и ознакомиться с данными статистики. Россия, несмотря на длину береговой полосы Дальневосточного региона, примерно равную длине береговой линии США и Канады, значительно отстает по объемам искусственного воспроизводства. Доля нашей страны в выпуске всех видов тихоокеанских лососей (по состоянию на 2006 г.) составляет около 15 %. Доля США и Канады — около 46 %, Японии — около 35 %. Суммарный вылов тихоокеанских лососей в США и Канаде примерно вдвое больше, чем в России. И это в том числе прямое следствие масштабного рыбозаводства. Сейчас на Сахалине развернулась кампания по сертификации лососевых промыслов Морским попечительским советом. Уже слышен ропот некоторых промышленников, отстаивающих идеи лососевого хозяйства без заводского воспроизводства кеты и горбуши, что якобы из-за наличия рыбозаводных заводов Сахалину не видать сертификатов. Здесь неуместна паника: Аляска выпускает с рыбозаводных заводов в среднем около 896 млн шт. горбуши, 496 млн шт. кеты и 64 млн шт. нерки и при этом успешно сертифицировала свои лососевые промыслы. Там никто не собирается сокращать число рыбозаводных заводов или снижать объемы выпуска молоди. Разговоры о неэффективности заводского воспроизводства горбуши на Аляске просто несостоятельны. Она добывает в среднем около 150 тыс. т горбуши в год, и прежде чем пропагандировать несостоятельность заводского воспроизводства горбуши на Сахалине, рекомендуем открыть на это глаза специалистам Аляски. Начались работы по сертификации промыслов кеты в Японии, выпуск которой составляет почти 2 млрд шт. Уместно напомнить, что Япония в период с 1905 по 1947 г. добывала на Хонсю, Хоккайдо и Курильских островах в среднем 20,4 тыс. т кеты, а после реализации программы развития рыбозаводства в 70-х годах — до 200 тыс. т. Становится непонятно, когда говорят о низкой эффективности заводского производства, о некупаемости инвестиций, и о том, что никто никогда не подсчитывал возврат завод-

ской рыбы, в то время когда эти данные имеются, зайдите в научную библиотеку или поройтесь в архивах. Кроме того, возврат горбуши и кеты заводского производства стал биологическим нормативом — для горбуши он равен 6 %, для кеты 1,5 %. При заводском разведении горбуши на заводах есть возможность регулировать температуру воды в бассейнах, а значит, контролировать время выхода молоди в море. Именно это позволяет держать молодь на заводах до наступления в прибрежье наиболее благоприятных условий. Именно на этом основана высокая эффективность воспроизводства горбуши. Жители Сахалина знают, что последние четыре года весна к нам на остров приходит с заметным опозданием. Ихтиологи отмечают, что дикая молодь скатывается из рек в холодное море, а то и просто под лед. И при этом мы продолжаем брать рекордные уловы горбуши. Типичные, средних размеров реки в продуктивном районе Сахалина, такие, как Найча или Таранай, обеспечивают скат с нерестилиц около 15 млн шт. молоди горбуши. Организовав на заводах воспроизводство 380 млн шт. молоди, мы создали эквивалент 25 рек. Завод по производству горбуши и кеты — это концентрированное нерестилище, где случайные факторы гибели икры сведены к минимуму, а окрепшая молодь выпускается в море в гарантированно оптимальные сроки. На нерестилицах теряется и гибнет около 90 % икры и личинок. На заводах, наоборот, 90 % выживает.

Генофонд и политика

Время от времени в статьях и речах противников лососевых заводов упоминается о подрыве генофонда «дикого лосося» деятельностью рыбозаводов. Здесь надо конкретизировать — у нас горбуша и кета, и обсуждать надо именно их. В большинстве все предоставляемые материалы о предполагаемом подрыве генофонда — о чавыче, стальноголовом лососе и т.д. При этом очень важно, как именно эти материалы толковать.

Сам взгляд на популяционную структуру горбуши различается у разных специалистов. Есть мнение, что хоминг (инстинкт, позволяющий вернуться в водоем рождения) у горбуши очень высокий и она всегда возвращается в родные реки. Есть мнение, что высоким хомингом обладает только горбуша из крупных рек, а горбуша из малых запоминает участки побережья и, вернувшись, произвольно выбирает себе подходящий водоток. Есть много случаев, когда горбуша массово заходит в реки, где она до этого не воспроизводилась. Хороший пример — река Гребянка Макаровского района. Воспроизводство здесь носит символический характер, поскольку в 220 м от побережья находится непреодолимый для рыбы водопад. Однако ежегодно на этот 200-метровый участок заходит до 100 т горбуши. В таком случае обмен генетическим материалом между горбушей из разных рек огромен, и планировать какие-то работы по «сохранению генофонда» бессмысленно, т.к. через несколько лет рыба все равно перемешается. Проводившиеся специальные генетические исследования это подтверждают. Они указывают на отсутствие достоверных генетических отличий между рыбой из различных рек на огромных участках побережий. На практике невозможно отличить ни малька, ни взрослую горбушу, воспроизведенную на заводе, от дикой. Ни генетически, ни тем более визуально.

С 2008 г. в Сахалинской области началась, а вернее, возобновилась работа по мечению отолитов у заводских рыб. На Аляске результаты такого мечения подтверждают эффективность работы горбушевых заводов и одновременно указывают на достаточно высокий уровень стрейнга (противоположность хомингу). Через несколько лет на основании данных мечения отолитов мы сможем точно сказать, сколько в наших уловах заводской горбуши.

Теперь о кете. На острове мало нерестилищ, пригодных для ее естественного воспроизводства, осенней кете нужны выходы грунтовых вод. Мест, где можно построить кетовый завод, не так уж много, поэтому их надо использовать в полной мере. Другого пути по увеличению вылова этой рыбы у нас нет. Но тут опять начинается критика со стороны оппонентов: кормовая база в океане ограничена, подавляющее количество рыбоводных заводов уже построено за пределами России, поэтому у нас заводы строить нецелесообразно, а надо эксплуатировать ресурсы естественного нереста. Вот здесь, собственно, и «зарыта собака». Вопрос об ограниченности ресурсов океана возник в связи с широкомасштабным заводским воспроизводством кеты Японией где, благодаря продуманной государственной политике, эксплуатируются ресурсы отдаленных морей и океана. И терять эти ресурсы не желают. Но почему должны терять мы?

Если кормовой базы действительно не хватает, этот вопрос надо поднимать и решать на межгосударственном уровне — делить между государствами северной части Тихого океана лимиты на выпуск тех или иных видов лососей, при этом учитывать длину береговой линии и иные параметры. Но сегодня мы наблюдаем активную работу по формированию негативного общественного мнения относительно рыбоводных заводов. Причем пропаганда довольно навязчивая и вызывает недоумение даже в среде настроенных «по-зеленому» коллег. Кому выгодно, чтобы Россия осталась со своими 15 % от общей доли выпуска молоди тихоокеанских лососей? Ясно, что не России и не россиянам. Проблема еще и в том, что в свое время без проведения конкурсов практически вся береговая линия области была поделена на промысловые участки. Еще и рыбоводы начинают отстаивать свои интересы, ведь в случае строительства завода его владелец начинает претендовать на право контролировать свой возврат, на свой урожай. И те, кто или не имеет средств, или просто не желает строить заводы, боятся потерять контроль за потоком заходящей на нерест в реку рыбы. А ведь это только плюс, что на Сахалине в течение последних лет развернуто масштабное строительство рыбоводных заводов, накоплен уникальный опыт привлечения частных инвестиций. Заводы вырастают в диких местах в тайге, в депрессивных районах, обеспечивают круглогодичное трудоустройство десятков людей.

В России нет подобных примеров! Мы наблюдаем, как на наших глазах происходит формирование нового типа ведения лососевого хозяйства — полносистемных комплексов, включающих воспроизводство, добычу и переработку. Конечно, никто не призывает строить заводы ради заводов, строительству должны предшествовать серьезные изыскания и исследования. Объемы воспроизводства должны соответствовать масштабам конкретных водоемов. Должны оставаться реки, где постройка лососевых рыбоводных заводов по воспроизводству осенней кеты и летней охотоморской горбуши исключена, тем не менее заниматься воспроизводством лососевых нужно обязательно. Сахалинская область находится в зоне оптимума для воспроизводства кеты и горбуши. Эксперты утверждают, что даже в условиях глобального изменения климата, Сахалин и Южные Курилы останутся лососевым «раем». Необходимо максимально использовать это наше преимущество, и увеличивать искусственный выпуск лососей, который является для нас ресурсом стратегическим. Причем ресурсом, за которым не надо уходить далеко в море, который при минимальных затратах дает максимальный эффект.

УДК 639.3/.6(26)

МОРСКАЯ АКВАКУЛЬТУРА: НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ПОТЕНЦИАЛ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ¹

О.Н. Маслова, Е.В. Микодина, Б.Н. Котенёв
ВНИРО, Москва, ktotam2@post.ru

MARICULTURE: UNUSED POTENTIAL IN THE CENTRAL AND EASTERN EUROPE

O.N. Maslova, E.V. Mikodina, B.N. Kotenev
VNIRO, Moscow, ktotam2@post.ru

Темп развития аквакультуры неизменно превышает самые смелые прогнозы. Так, в конце 1960-х годов на этапе становления этого направления П.А. Моисеев [1969] оценил, как он писал, «весьма приблизительно», потенциал мировой пресноводной аквакультуры в 20 млн т. На тот момент при производстве около 3 млн т (из них менее половины в пресных водах) такая цифра казалась фантастической. Однако данный рубеж был преодолен к началу XXI в., а в 2006 г. уже превышен в 1,5 раза (31,6 млн т). Для удвоения годовой продукции аква- и марикультуры относительно уровня 1985 г. (12,1 млн т, включая водоросли) потребовалось вместо 15 лет, как прогнозировали эксперты ФАО [Владовская и др., 1988], всего 9, а к контрольному сроку (2000 г.) продукция аквакультуры выросла почти в 3,5 раза (41,7 млн т). И наконец, предполагавшееся специалистами ФАО удвоение производства гидробионтов (без водорослей) к 2010 г. относительно уровня 1993 г. [Моисеев, 1996] также было достигнуто в более сжатые сроки — к 2002 г. (соответственно 17,8 и 36,8 млн т).

Аквакультура оценивается ФАО как самая быстрорастущая и опережающая рост населения отрасль по производству продуктов питания животного происхождения. В течение полувекового периода, исчисляемого с 1953 г., когда продукция мировой аквакультуры впервые превысила 1 млн т, ежегодный прирост производства составлял около 7 %. Если в 1950-е гг. аквакультура

¹ Статья подготовлена на основе дополненных материалов неопубликованных докладов авторов (Kotenev B.N., Mikodina E.V., Maslova O.N. Marine culture: unrealized potential in Central and Eastern Europe), представленных на специальной сессии международной неправительственной организации «Сеть центров по аквакультуре в Центральной и Восточной Европе» (НАСЕЕ) в рамках Международной конференции «Aqua 2006» (Флоренция, Италия, 11.05.2006) и на 3-м заседании НАСЕЕ (Дубровник, Хорватия, 28–30 сентября 2006 г.).

давала примерно 4 % общего объёма добычи рыбы, беспозвоночных и водных растений, в 1980 г. эта цифра выросла до 11 %, а в 2007 г. достигла 42 % [Атлас ..., 2009]. По данным ФАО [Состояние ..., 2009], в 2006 г. средний мировой показатель поставки рыбной продукции на душу населения (в эквиваленте живого веса) составил 16,7 кг, при этом почти половину (47 %) общего объёма поставки обеспечила аквакультура, которая произвела 51,7 млн т гидробионтов. В пресной воде пока выращивают больше гидробионтов (без водорослей), чем в морской — соответственно 31,6 и 20,1 млн т (2006 г.), однако если учитывать и водные растения (15,1 млн т), то соотношение изменяется в пользу марикультуры.

В текущем десятилетии на фоне замедления темпа роста производства пресноводных объектов наблюдается заметное увеличение масштабов марикультуры. Для целого ряда морских видов, таких как морской окунь (*Dicentrarchus labrax*), дорада (*Sparus aurata*), красный горбыль (*Sciaenops ocellatus*), ложный палтус (*Paralichthys olivaceus*), объёмы выращивания уже сейчас существенно превышают их максимальные когда-либо зарегистрированные уловы. Пока ещё рано говорить, что современный уровень получения продукции в пресной воде приблизился к полной реализации потенциала аквакультуры. Тем не менее, марикультура, бесспорно, в бóльшей степени обеспечена водными ресурсами, поэтому в перспективе увеличение продукции будет происходить главным образом за счёт развития именно этого направления. В частности, по расчётам ФАО, к 2050 г. глобальная продукция аквакультуры может достигнуть 80 млн т [Rana, 2007], при этом ожидается, что доля марикультуры будет существенно выше, чем на современном этапе (2006 г. — 42 %).

Следует отметить, что соотношение аква- и марикультуры как в разных регионах, так и в разных странах существенно различается. Практическая деятельность в каждой стране имеет специфический уклон с преобладанием в одних случаях культивирования пресноводных, в других — проходных и полупроходных, в третьих — морских видов. В целом в Европе доминирует продукция марикультуры, доля которой в течение текущего десятилетия (2001–2006 гг.) последовательно повышалась от 77 до 81 %. При этом, практически весь урожай морских видов получен в западной части региона, тогда как объёмы выращивания пресноводных объектов в странах Западной и Восточной Европы¹ приблизительно равны — в 2006 г. соответственно 198 и 224 тыс. т, или 47 и 53 %.

Цель данной работы — охарактеризовать текущее состояние марикультуры и основные факторы, препятствующие её развитию, в странах Центральной и Восточной Европы, а также имеющиеся предпосылки для реализации её потенциала в данном регионе.

Восточный и Западный регионы Европы формально близки по числу стран и численности населения, но отличаются по потреблению рыбы и морепродуктов на человека в год (табл. 1), а также по вкладу марикультуры в обеспечение этого показателя.

Практически всё европейское производство морских объектов: морской окунь (*Sparus aurata*), дорада (*Dicentrarchus labrax*), тюрбо (*Psetta maxima*), палтус (*Hippoglossus hippoglossus*), зубан (*Dentax dentax*), кефали (*Mugili-*

¹ Условное деление Европы на Западную, Центральную и Восточную учитывает не только географические, но и политические факторы. Некоторые страны, в зависимости от точки зрения, могут причисляться к различным группам государств [Всемирная география, 2008]. В данной работе к странам Центральной и Восточной Европы отнесены: Российская Федерация (европейская часть), Украина, Белоруссия, Молдавия, Литва, Латвия, Эстония, Польша, Чехия, Словакия, Румыния, Венгрия, Болгария, Хорватия, Босния и Герцеговина, Сербия, Черногория, Македония, Словения, Албания; к Западной Европе — все остальные государства.

Таблица 1

**Численность населения и потребление рыбы и морепродуктов
(в эквиваленте живого веса) в разных регионах Европы, 2003–2005 гг.
[FAO Yearbook, 2008]**

Регионы	Число стран	Население, млн чел.	Потребление рыбы, кг/чел. год	
			среднее	пределы
<i>Западная Европа</i>				
Европейский союз*	15	385,2	25,7	12,2–55,4
Другие страны	6	13,7	29,6	15,1–90,5
Всего	22	398,9		
<i>Центральная и Восточная Европа</i>				
Без стран СССР	13	119,6	6,9	4,0–14,2
Советские республики**	6	68,2	15,1	9,4–38,9
Российская Федерация	1	144,7	17,4	
Всего	20	332,5		

Примечания: * – только страны Западной Европы; ** – без Российской Федерации.

dae), угорь (*Anguilla anguilla*), мидии (*Mytilus* spp.), устрицы (*Ostreidae*) и др., а также выращивание лосося (*Salmo salar*) в морских садках сосредоточено в Западном регионе Европы. В Восточном регионе из 20 государств выход к морю имеют 13. Марикультура имеется лишь в 8 странах этого региона (рис. 1), а её продукция ничтожно мала: в 2006 г. она составила всего около 14 тыс. т (табл. 2) против 1,9 млн т в Западном.

Потенциал марикультуры определяется в первую очередь наличием прибрежных морских акваторий и благоприятных природно-климатических условий. Западноевропейские страны – основные производители продукции марикультуры (Норвегия, Испания, Франция, Великобритания, Италия) – как по протяжённости и изрезанности береговой линии, так и по климатическим

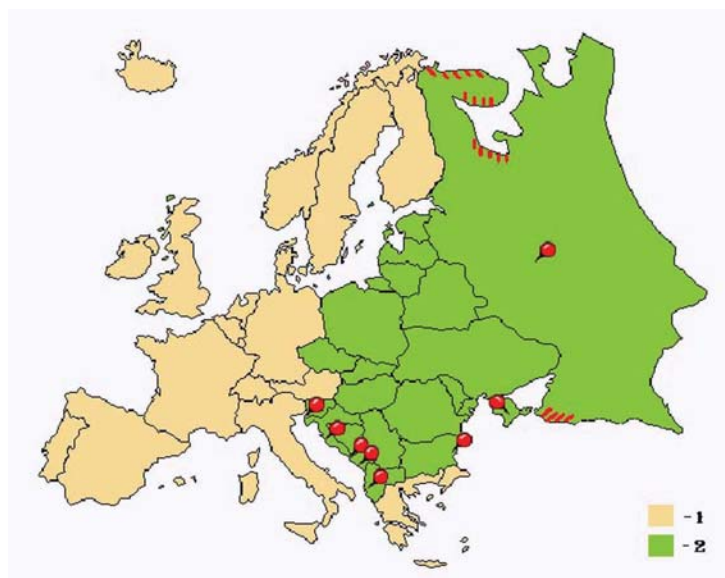


Рис. 1. Западный (1) и Восточный (2) регионы Европы. Маркёром отмечены страны Восточной Европы, где есть марикультура, штриховкой – районы выращивания морских гидробионтов в европейской части России

Таблица 2

**Продукция марикультуры (2006 г.) и потребление рыбы и морепродуктов
в странах Восточной Европы [2003–2005 гг.: FAO Yearbook, 2008]**

Страна	Продукция марикультуры		Потребление рыбы, кг/чел. год		
	т	% от аквакультуры	общее	в т.ч. продукции аквакультуры	
				пресноводная	морская
Албания	1730	87,8	4,5	0,1	0,6
Болгария	228	7,0	4,6	0,4	< 0,1
Босния и Герцеговина	265	3,5	6,5	1,9	0,1
Россия	1338	1,3	17,4	0,7	< 0,1
Черногория	2	< 0,1	4,1	0,5	< 0,1
Словения	193	14,1	9,2	0,6	0,1
Украина	432	10,7	13,9	0,1	< 0,1
Хорватия	9810	65,9	14,2	1,1	1,0

параметрам, находятся в необычайно выгодном положении по сравнению с большинством стран Восточной Европы.

В сравнении с Западноевропейскими странами территория, занимаемая государствами Центральной и Восточной Европы в 1,5 раза больше, а общая длина их береговой линии в 3,5 раза меньше (табл. 3).

На прибрежных акваториях стран Балтии (Латвия, Литва, Эстония), как и на значительной части Европейского севера России, из-за ледостава возможности для садкового товарного выращивания ограничены.

Таблица 3

**Длина береговой линии и площадь прибрежных морских вод
в странах Центральной, Восточной и Западной Европы [Всемирная география, 2008]**

Страна	Территория, тыс. км ²	Длина береговой линии, км	Страна	Территория, тыс. км ²	Длина береговой линии, км
<i>Центральная и Восточная Европа</i>			<i>Западная Европа</i>		
Албания	29	362	Великобритания	244	12429
Босния и Герцеговина	51	20	Германия	357	2389
Болгария	111	354	Греция	132	13676
Хорватия	57	5835	Дания	43	7314
Эстония	45	3794	Ирландия	70	1448
Латвия	65	531	Исландия	103	4988
Литва	65	99	Испания	505	4964
Польша	313	491	Италия	301	7600
Румыния	238	225	Нидерланды	42	451
Россия (европ. часть)	3447	~10000*	Норвегия	324	21925
Сербия	88	0	Португалия	92	1793
Словения	20	47	Финляндия	337	1126
Украина	604	2782	Франция	547	3427
Черногория	14	294	Швеция	450	3218
Прочие страны	488	0	Прочие страны	119	210
Всего	5635	24834	Всего	3707	86958

Примечание. * — расчётная величина.

По экспертным оценкам Карпевич и Моисеева [1977], исходя из природно-климатических условий и протяжённости морской береговой линии (62,9 тыс. км), потенциал стран СССР для развития промышленной марикультуры составлял 1–2 млн т, в т.ч. в европейской части — около 50 %. По мнению этих авторов, несмотря на то, что около 70 % побережья находится в Арктической и Субарктической зонах, площадь шельфа, пригодная для создания аквахозяйств, всё же довольно велика — 38–40 тыс. км². Для сравнения Карпевич [1998] привела аналогичные показатели для других регионов: «в США считается возможным использовать для марикультуры 40, а в Японии — 28 тыс. км² мелководий, причём, по оценке специалистов этих стран, продукция с этой площади может составить 8–9 млн т [с. 807]».

После распада СССР в европейской части России вследствие потери частей побережья Балтики (93 %), Азовского (8 %), Чёрного (38 %) и Каспийского морей (81 %), т.е. наиболее тёплых регионов, благоприятных для марикультуры, осталось около 40 % исходной береговой линии — ~10 тыс. км. Тем не менее, экспертная оценка потенциала прибрежных морских акваторий России, пригодных для организации марихозяйств, весьма высока и составляет 1500 тыс. т, в том числе в европейской части — 420 тыс. т, из них рыбы — 220, беспозвоночные — 120, водоросли — 80 тыс. т [Микодина и др., 2006]. При этом существенно возрастает роль Северного региона страны [Душкина, 1998].

В многочисленных заливах и губах Белого моря, защищённых от штормов, имеются возможности для размещения комплексов марикультуры на акватории не менее 1,6 тыс. га [Анохина, 2002]. По прогнозам [Данилов, 2002], здесь можно выращивать: 8 тыс. т лососевых, 3 тыс. т мидий, 4 тыс. т водорослей.

Для организации морских хозяйств в Баренцевом море, по оценке разных авторов, пригодно от 6 тыс. га [Данилов, 2002] до 15,5 тыс. га [Анохина, 2002] акватории. Потенциальная мощность садковых комплексов только в районе Западного Мурмана оценивается на уровне 280 тыс. т. За счёт развития всех форм марикультуры реально повысить продуктивность прибрежной зоны Кольского п-ова и получать до 300 тыс. т дополнительной пищевой продукции [Анохина, 2002].

На Балтике имеются условия для развития пастбищной марикультуры балтийского лосося, кумжи (*Salmo trutta trutta*) и угря (*Anguilla anguilla*). Потенциал приёмной ёмкости только заливов Калининградской области оценивается на уровне 600–800 т ежегодной продукции угря в промысловом возврате от выпуска молоди [Хрусталева, 2002; Хрусталева, Брюханов, 2009], что по стоимости сопоставимо с общим выловом рыбы в 26-м промысловом подрайоне Балтийского моря в настоящее время.

На Чёрном море, в отличие от Белого и Баренцева, практически нет закрытых бухт; выращивание продукции на открытых акваториях, подвергаемых воздействию штормов, создаёт дополнительные риски потери урожая и требует применения штормоустойчивых конструкций. Тем не менее, у Черноморского побережья России имеются достаточно обнадёживающие перспективы для развития всех форм марикультуры рыб и беспозвоночных. Объёмы культивирования моллюсков здесь могут достигать 20–25 тыс. т в год [Садыхова и др., 2000]; товарного выращивания ценных морских видов рыб — не менее 15–20 тыс. т. За счёт искусственного воспроизводства можно существенно расширить масштабы пастбищного выращивания кефалей — до 4–5 тыс. т, а также обеспечить стабильный ежегодный вылов 1 тыс. т камбалы-калкана (*Psetta maeutica* = *Scophthalmus maeuticus*) [Маслова, Разумеев, 2001].

В целом, в европейской части России в качестве наиболее эффективного направления рассматриваются искусственное воспроизводство и пастбищная марикультура как способ создания дополнительного запаса для промысло-

вой эксплуатации в зоне прибрежного рыболовства. Доля продукции пастбищной марикультуры, получаемой наименее затратным способом — за счёт использования естественной кормовой базы водоёмов, оценивается на уровне 260 тыс. т, или 62 % общего потенциала европейской части России [Микодина и др., 2006].

Страны Восточной Европы имеют выходы лишь на Балтийское, Средиземное и Чёрное моря, где есть условия для развития марикультуры. На Балтике марикультуры пока нет, но она имеется в Средиземноморье и Чёрном море. Общая протяжённость береговой линии стран, расположенных в наиболее благоприятных для развития марикультуры условиях — на побережье Адриатического моря (Албания, Босния и Герцеговина, Словения, Хорватия, Черногория), составляет более 6,5 тыс. км (см. табл. 3). Почти 90 % морского побережья принадлежит Хорватии, которая является бесспорным лидером производства продукции марикультуры среди Восточноевропейских стран. В то же время, у Хорватии относительный индекс марикультуры (объём продукции на 1 км береговой линии) существенно ниже, чем у Боснии и Герцеговины, имеющей самую короткую береговую линию (всего 20 км, или 0,3 %) — 1,68 против 13,25 т/км. В настоящее время это свидетельствует о более высокой реализации потенциала природных ресурсов в Боснии и Герцеговине, чем в Хорватии. По нашему мнению, возможности для марикультуры у стран Балканского п-ова на Адриатическом побережье сходны с таковыми в Италии, ежегодный объём продукции марикультуры которой в 2000-х гг. составляет 140–170 тыс. т. При оценке потенциала марикультуры этих стран на основе относительного индекса возможно увеличение их суммарной продукции, по сравнению с уровнем 2006 г., более чем в 10 раз — до 140–150 тыс. т.

Если при оценке потенциала Черноморских стран ориентироваться на значение относительного индекса Турции — единственной страны, интенсивно развивающей марикультуру в этом бассейне (9,82 т/км), — на имеющихся у Болгарии и Украины прибрежных акваториях можно получать не менее соответственно 3,5 и 30,0 тыс. т продукции. Однако, по оценкам болгарских специалистов, лишь около 500 га могут быть использованы для марикультуры. Эта низкая величина определяется приоритетом курортной индустрии. С аналогичной проблемой, вероятно, сталкиваются все Балканские страны.

Таким образом, по весьма приблизительным расчётам, суммарная продукция марикультуры Восточноевропейских стран, при условии приложения соответствующих усилий по развитию этого направления, может достигать не менее 600 тыс. т в год.

Успешному развитию марикультуры в странах Западной Европы, помимо природно-климатических условий, способствовало государственное признание её значимой областью экономики и реальная и мощная поддержка на этапе становления в виде национальных Программ развития, банковских и налоговых льгот. В настоящее время в большинстве западных стран проведение научных исследований и производство большей доли посадочного материала обеспечивает государственный сектор, а товарное выращивание — частные фермы. Наблюдаемое отставание стран Восточной Европы в значительной степени обусловлено тем, что предусмотренное их плановой экономикой создание предприятий марикультуры не было реализовано, так как совпало с экономико-политическими преобразованиями в конце 1980-х — начале 1990-х гг.

В большинстве бывших соцстран некоторый подъём производства марикультуры (в первую очередь традиционных направлений) после экономического кризиса начался лишь во второй половине 1990-х гг. [Bekh, 2005; Piria, 2005; Cobani, 2006; Hubenova, 2007; Sljivancanin, 2009]. Общую динамику развития этого направления в регионе определяет рост продукции Хорватии, в то время

как суммарный объём выращивания морских объектов в остальных странах Восточной Европы не достиг предкризисного показателя (рис. 2).

Так, например, в России, после значительного спада производства товарной рыбы (с минимумом в 1996 г. — 53,3 тыс. т) в последние годы прослеживается чёткая тенденция увеличения объёмов выращивания: в 2006 г. в аквакультуре в целом получено 106,3 тыс. т. Среднегодовой прирост производства за 10-летний период составил 7,2 %, что даже превышает среднеевропейскую скорость развития аквакультуры — 3,1 % [Состояние ..., 2008].

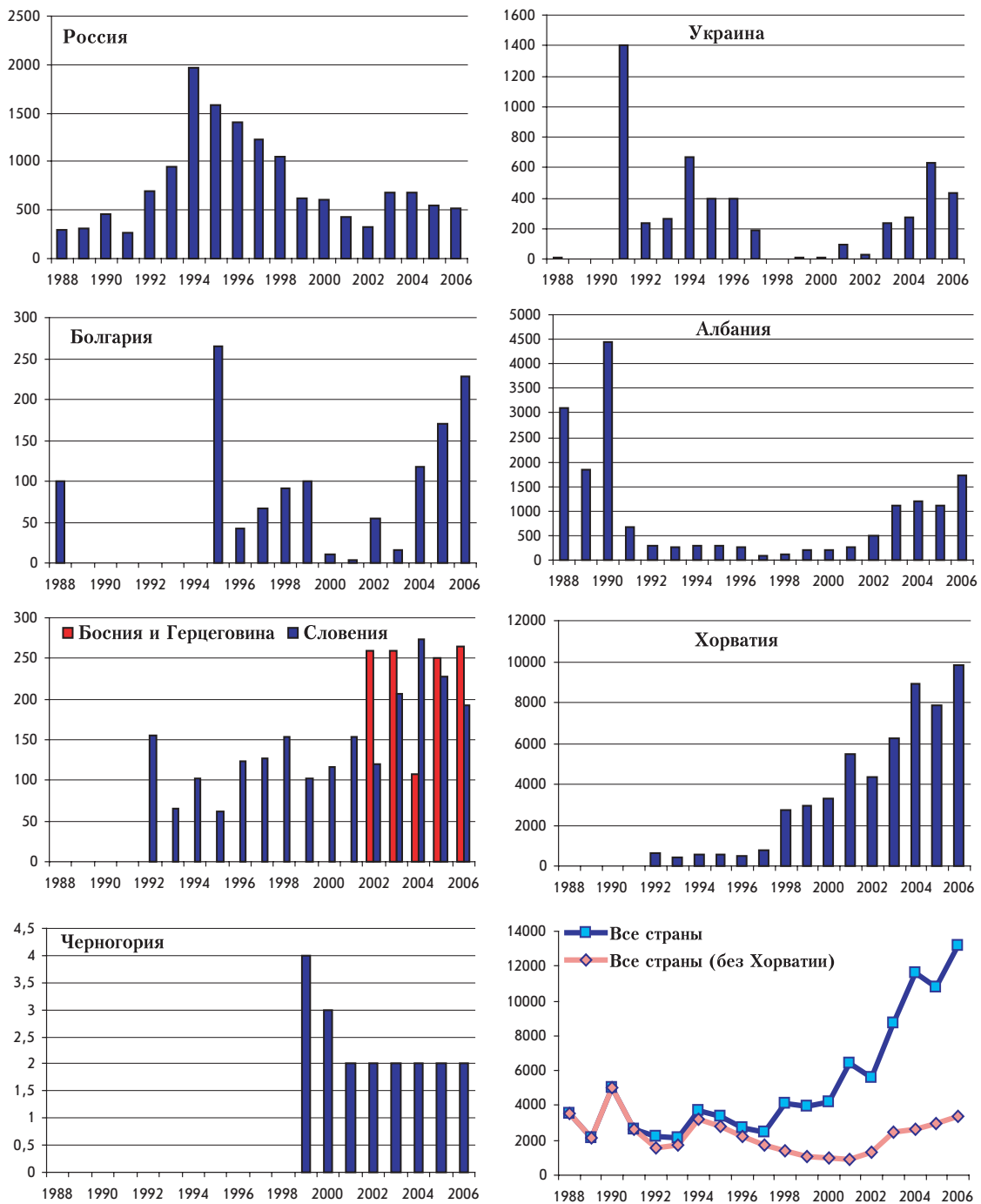


Рис. 2. Продукция марикультуры в странах Восточной Европы в 1988–2006 гг. [Атлас ... ФАО, 2009]. (Россия — суммарная с Дальним Востоком)

Однако доля выращиваемой рыбы по отношению к промыслу по-прежнему низка — 3,1 % от вылова. Основу продукции (78,8 %) составляют карповые и растительноядные рыбы; вклад марикультуры (включая/исключая водоросли) составляет всего 1,3/0,5 % (рис. 3). На фоне общего роста продукции аквакультуры объёмы выращивания в морской воде за этот период существенно снизились (1338 против 1816 т), за исключением водорослей, продукция которых увеличилась вдвое (818 против 410 т), сократилось и видовое разнообразие. Практически вся продукция марикультуры в 2006 г. выращена в Дальневосточном регионе.

Вместе с тем следует отметить, что российская официальная статистика не учитывает вклад старейшего направления отечественной аквакультуры — искусственного воспроизводства проходных и полупроходных видов рыб (пастбищной аква- и марикультуры) в общий объём вылова этих объектов как продукцию аквакультуры. Хотя по экспертной оценке, в 2000-х гг. его объём достиг почти 50 тыс. т в год, из которого доля марикультуры составляет более 80 %.

Кроме того, особо следует подчеркнуть вклад специфического направления марикультуры — акклиматизации, в формирование промысловых запасов. Примерами успешной акклиматизации из российской практики может служить вселение дальневосточной кефали пиленгаса (*Liza haematocheilus* = *Mugil soiuy*) в Азово-Черноморский бассейн и камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в Баренцево море. Эти работы привели к созданию новых промысловых популяций. В настоящее время рекомендованный (общий России и Украины) объём вылова пиленгаса в новом ареале составляет 5 тыс. т, камчатского краба (Россией и Норвегией) — по 12 тыс. т в год.

В европейской части России в связи с отсутствием специализированных предприятий получение посадочного материала морских видов рыб и беспозвоночных для товарного и пастбищного выращивания (искусственное воспроизводство) до настоящего времени в промышленных масштабах не осуществляется¹. Поэтому товарное выращивание морских гидробионтов базируется исключительно на отлове молоди в море и его масштабы невелики. В последние годы на Баренцевом море начато товарное выращивание трески, камчатского краба. Предполагается увеличение объёмов производства сёмги в морских садках при импорте посадочного материала из Норвегии. На Чёрном море ведутся подготовительные работы по организации товарного выращивания морских рыб — морского окуня и дорады, в садках на основе импорта посадочного материала [Муравьев, 2008]. Помимо этого, получение продукции кефалей (как черноморских — лобана (*Mugil cephalus*), сингиля (*Liza aurata*) и остроноса (*L. saliens*), так и натурализовавшегося пиленгаса) в Черноморских лиманах² обеспечивается традиционным для данного региона России направлением марикультуры — пастбищным выращиванием этих видов на основе захода в лиманы естественной молоди [Микодина и др., 2003].

В общей продукции марикультуры, выращиваемой Восточноевропейскими странами у побережья Адриатики, среди морских видов рыб доминируют морской окунь и дорада. Наибольшее число морских видов культивируют в Хорва-

¹ Первый реальный шаг к развитию марикультуры сделан в Южном Приморье, где в 2003 г. завершено строительство завода модульного типа по производству молоди беспозвоночных. Получены первые партии молоди трепанга *Apostichopus japonicus*, которых расселили на подводных плантациях; планируется организовать получение посадочного материала и других ценных видов беспозвоночных, в частности морских ежей (Echinoidea) и приморского гребешка *Patinopecten yessoensis*, как для пастбищного, так и для интенсивного товарного выращивания. Кроме того, рассматривается вопрос о создании первого государственного комплекса на Камчатке для искусственного воспроизводства камчатского краба мощностью 1 млн экз. молоди.

² По официальной статистике проходит как промысловый улов, а не марикультура.

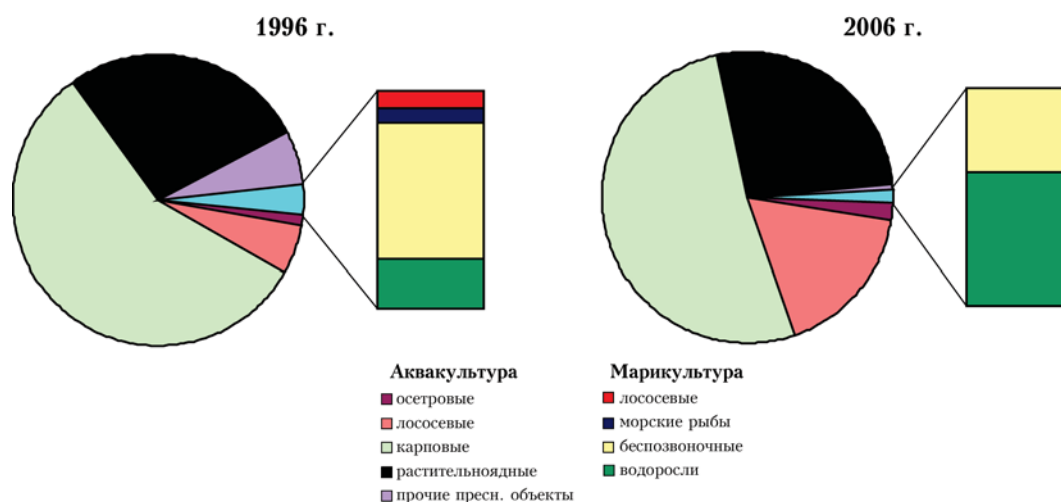


Рис. 3. Видовой состав продукции аква- и марикультуры России в 1996 и 2006 гг.

тии: помимо окуня и дорады, в садках выращивают, хотя и в незначительных количествах, зубарика (*Diplodus puntazzo*), красного пагра (*Pagrus major*) и зубана [Pirgia, 2005]; планируется освоение новых объектов, в частности, грушперов (*Epinephelus* spp.) Быстрым темпом развивается выращивание тунца (*Thunnus thynnus*) в садках (отлов молоди в море) — в 2006 г. получено 2310 т товарной продукции. Информация о производстве собственного посадочного материала морских видов рыб в доступных источниках имеется только о Хорватии. Так, после успешного завершения исследований по разведению морского окуня и дорады, начатых ещё в конце 1960-х гг., здесь были созданы коммерческие компании для обеспечения товарного выращивания этих видов. В конце 1990-х гг. в Хорватии функционировало 6 питомников [Pirgia, 2005]; планируется строительство новых питомников, а также из-за отсутствия свободных площадей для ферм ведутся работы по организации товарного выращивания гидробионтов в замкнутых системах. В Боснии и Герцеговине товарную продукцию морского окуня и дорады выращивают в садках 2 норвежские фермы; прилагаются также усилия по освоению нового объекта — зубана [Pieroni, Gentile, 2009]. В Албании, Словении и Черногории¹ почти 100 % молоди морского окуня и дорады для товарного выращивания импортируется из других стран — главным образом из Италии, Франции и Испании, поэтому себестоимость продукции высокая [FAO/NACEE, 2007].

Более ощутимые результаты во всех странах Восточной Европы, по сравнению с марикультурой рыб, получены в области культивирования беспозвоночных — в первую очередь, мидии (*Mytilus galloprovincialis*), главным образом за счёт вовлечения в эту сферу малого и среднего бизнеса. Первые морские фермы в России были организованы на основе объединения усилий науки и частных инвестиций. В частности, на Чёрном море построен опытно-промышленный модуль, в 2004 г. собран первый урожай мидий (около 20 т) и получено свыше 2 т готовой продукции (мясо варёно-мороженное). В 2006 г. после выхода этой плантации на проектную мощность — около 100 т мидии-сырца — её работа была приостановлена в связи с окончанием срока аренды прибрежного участка. Помимо этой плантации, у побережья Краснодарского края про-

¹ По официальной статистике ФАО, продукция морских рыб Черногории не учитывается, однако имеется информация [Sljivancanin, 2009], что в этой стране функционируют 2 небольшие частные фермы по выращиванию морского окуня и дорады в садках; их суммарный объём продукции в 2007 г. составил 77 т.

должают функционировать несколько мелких ферм, не имеющих легального статуса¹.

В Болгарии и Украине в 2000-х гг. объёмы выращивания мидий варьируют от 15 до 200 т в год. Албания возрождает производство мидий в Ионическом море, ежегодная продукция которых в 1980-х гг. составляла 2 тыс. т с максимумом 5 тыс. т в 1990 г. (в 2006 г. выращено 1360 т). Первые мидийные плантации в этой стране были заложены ещё в 1960-х гг., в настоящее время при участии коммерческих фирм Италии осуществляется их реконструкция и переоснащение части занимаемой акватории для культивирования креветок (*Penaeus japonicus*) [Cobani, 2006]. В Черногории исследования и практическая деятельность в области культивирования мидий и устриц (*Ostrea edulis*) развиваются также при сотрудничестве с Италией [Sljivancanin, 2009]. Наибольшую продукцию мидий в 2006 г. получили в Хорватии — 3500 т; значительно меньше в Словении (163 т), в Боснии и Герцеговине (48 т), Черногории (2 т). В Хорватии предполагается также в перспективе начать культивировать гребешка, морских ежей, а также увеличить объёмы выращивания устриц на основе посадочного материала, полученного в питомнике, строительство которого планируется.

Культивирование водорослей ведётся только в России (на Белом море и Дальнем Востоке): в середине 1990-х гг. суммарный объём достигал свыше 6,5 тыс. т. В настоящее время привлечение инвестиций в развитие этого направления сдерживается, с одной стороны, невысокой стоимостью водорослей по сравнению с беспозвоночными: в 2006 г. выращено всего 818 т, с другой — их большими естественными запасами.

Таким образом, масштабы получаемой продукции марикультуры, даже в Хорватии (9,8 тыс. т, или 68 % общего объёма стран Восточной Европы) не идут ни в какое сравнение с показателями её ближайших соседей: на Адриатике — Италии (140 тыс. т) и Греции (109 тыс. т), а на Чёрном море — Турции (71 тыс. т) (рис. 4). Успехи Италии, Греции и Турции свидетельствуют о высоком потенциале марикультуры в прибрежных зонах этих морей.

Вместе с тем, Восточная Европа — это развивающийся регион с далеко не насыщенным рыбной продукцией внутренним рынком и имеющимися для развития марикультуры климатическими условиями. То есть, здесь есть предпосылки для существенного расширения её масштабов. В странах региона накоплен большой научный потенциал в области разведения и товарного выращивания морских объектов. В частности, в России исследования были начаты в 1970-х гг. Несмотря на то, что в то время Россия была ведущей мировой державой по добыче рыбы и морепродуктов на одного человека, государство сочло развитие работ по марикультуре одним из стратегических направлений. Первые экспериментальные работы касались тресковых и камбаловых видов рыб — наваги (*Eleginus navaga*), сайки (*Boreogadus saida*), трески (*Gadus morhua*), полярной камбалы (*Liopsetta glacialis*) Белого моря [Doroshev, Aronovich, 1974; Аронович, Шатуновский, 1975] и черноморской камбалы-калкана [Спекторова и др., 1975]. Они послужили методической основой проведения дальнейших исследований по созданию российских технологий разведения морских рыб. В последующем опыт их проведения творчески развивался на других объектах марикультуры. Итоги 20-летнего этапа развития биологических основ марикультуры в России подведены в коллективной монографии под редакцией

¹ Наиболее ощутимые результаты получены в Приморье, где в настоящее время зарегистрированы и функционируют 36 предприятий, занимающихся культивированием беспозвоночных, главным образом гребешка [Стратегия ..., 2008]; в 2006 г. собранный с плантаций урожай мидий и гребешка составил соответственно 41 и 479 т.

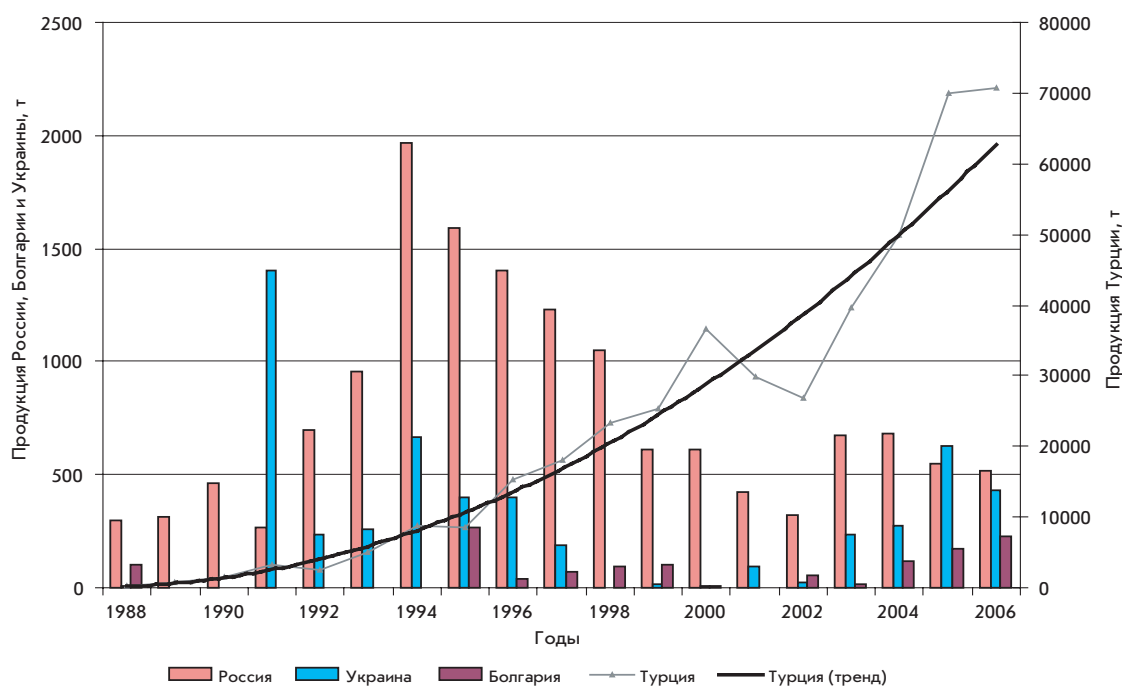


Рис. 4. Производство марикультуры стран Черноморского региона в 1988–2006 гг. [Атлас ..., 2009] (Россия — суммарная с Дальним Востоком)

Л.А. Душкиной [1998]. Созданные методы являются результатом комплексных работ, включающих такие направления, как формирование маточных стад и управление сроками созревания производителей; разработка методов стимуляции созревания (гормональной и экологической) производителей; разработка режимов выращивания, обеспечивающих реализацию потенциала скорости роста на каждом этапе онтогенеза объектов культивирования; разработка эффективных способов массового культивирования живых кормов, рецептур искусственных кормов и режима кормления; создание методов профилактики и лечения заболеваний объектов марикультуры; разработка технических средств марикультуры; и многое, многое другое.

Разрабатываемые, в частности на Чёрном море, технологии апробировались в экспериментальных и опытно-промышленных масштабах в рамках проведения научных исследований. Так, в 1980-х гг. были разработаны технологии разведения черноморских кефалей [Аронович и др., 1986], включая методы формирования и эксплуатации маточных стад [Маслова, Бурлаченко, 1993]. От производителей ремонтно-маточного стада, сформированного в процессе проведения исследований, в течение ряда лет ежегодно получали более 70 млн икры; объём выпуска молоди в Чёрное море составлял от 5 до 15 тыс. экз. в год. Разработка метода разведения и товарного выращивания полосатого окуня (*Roccus = Morone saxatilis*) [Стребкова и др., 1983] сопровождалась большим объёмом практических работ. Маточные стада этого ценного североамериканского вида были сформированы и успешно эксплуатировались в ряде регионов (Ростовская область, Краснодарский край, Дагестан); результаты товарного выращивания в разных экологических условиях подтвердили предположение о возможности организации высокорентабельного производства товарной продукции как в пресной, так и в морской воде. Планировалось также возобновить работы по интродукции полосатого окуня в Азово-Черноморский бассейн на основе выпуска молоди, полученной от собственных маточных стад. До начала 1990-х гг. в небольших объёмах получали молодь черноморской и тихо-

океанской устриц [Монин, 1986; Мони́на, 1987]. Во второй половине 1990-х гг. был создан опытно-промышленный модуль для разведения черноморского калкана, ежегодно выпускавший по 50 тыс. экз. молоди в море [Маслова и др., 2000]. Однако после успешных производственных проверок вышеупомянутых и других разработанных технологий разведения эти исследования были исключены из планов финансирования науки. В настоящее время в европейской части России финансирование экспериментальных исследований в области искусственного разведения морских видов рыб как объектов, не имеющих производственной базы для их культивирования, прекращено, и эти работы не проводятся. В России в целом для промышленного освоения подготовлены технологии получения посадочного материала и товарного выращивания свыше 20 наиболее ценных видов морских гидробионтов. Помимо упомянутых выше, в их число входят такие, как балтийский тюрбо [Маслова, Разумеев, 2008], камчатский краб [Ковачева, 2003; Kovatcheva et al., 2006], а также ряд беспозвоночных разных таксонов [Кучерявенко и др., 2002] и водоросли [Блинова, 2007]. Разработаны критерии выбора объектов марикультуры для разных регионов, определены основные принципы рациональной схемы организации искусственного воспроизводства и товарного выращивания ценных видов морских гидробионтов [Маслова и др., 2004; Маслова, Микодина, 2006; Микодина и др., 2006].

Оценивая потенциал Восточного региона Европы для развития марикультуры не следует сбрасывать со счетов также и огромные знания и опыт Восточноевропейских стран в практической деятельности по производству пресноводных объектов. По расчётам специалистов ФАО и НАСИ [FAO/NACEE, 2007], относительный показатель использования доступных возобновляемых водных ресурсов (ARWR) для пресноводной аквакультуры в западных и восточных странах Европы имеет сходные значения (табл. 4).

Таблица 4

**Сравнение некоторых относительных показателей продуктивности аквакультуры
в странах Западной и Центрально-Восточной Европы в 2003 г.
[интродукция из: FAO/NACEE, 2007]**

Показатели	Западная Европа	Центральная и Восточная Европа
Поставка продукции на душу населения, кг/чел. в год		
– марикультура	4,35	0,019
– аквакультура	0,59	0,71
Продукция марикультуры на единицу длины береговой линии, т/км	17,9	0,371*
Продукция пресноводной аквакультуры на единицу ARWR, т/км ³	112,3	112,4*

Примечание. * – без России; ARWR – годовой объём возобновляемых водных ресурсов (annual renewable water resources).

В связи с этим предполагается, что при условии приложения Восточноевропейскими странами соответствующих усилий по развитию марикультуры наблюдаемое на данном этапе существенное отставание от Западноевропейских стран по относительному индексу использования береговой линии (0,37 против 17,9 т/км) будет сокращено. Более того, принимая во внимание высокую степень освоения побережья, достигнутую к настоящему времени в Западном регионе, мы пришли к заключению, что потенциал для развития марикультуры в будущем в Восточном регионе больше, чем в Западном, даже учитывая различия в географическом положении и климатических условиях. Это заключение,

сообщенное авторами в 2006 г. в докладах во Флоренции и в Дубровнике [Kotenev et al., 2006, неопуб. данные], впоследствии было учтено экспертами ФАО и НАСИ при подготовке к изданию регионального обзора по развитию аквакультуры в Центральной и Восточной Европе [ФАО/НАСЭЕ, 2007].

Однако имеются серьёзные факторы, в первую очередь — финансовые и инфраструктурные, которые препятствуют реализации имеющегося природного и накопленного научного потенциала. В России, как и в других странах региона, прилагающих усилия по развитию марикультуры, её рассматривают в настоящее время как фермерское направление, обеспечивающее занятость населения и удовлетворение спроса на внутреннем рынке. Это подразумевает, что в условиях рыночных отношений нет необходимости в специальных мерах со стороны государства по поддержке развития этого сектора, поскольку объёмы производства будут увеличиваться пропорционально росту спроса. Такое понимание, вероятно, было бы оправданным по отношению к традиционным отраслям, сложившимся в предшествующий период плановой экономики, в то время как марикультура в Восточноевропейских странах в число таковых не входит. Этап становления марикультуры невозможен без участия государства, роль которого, наряду с осуществлением благоприятной законодательной, инвестиционной, налоговой политики, заключается в создании исходной материально-технической базы для производства молоди морских объектов. Именно наличие посадочного материала на начальном этапе является ключевым моментом в схеме «запуска» марикультуры. В противном случае или масштабы выращивания товарной продукции в абсолютном выражении будут оставаться на низком уровне, несмотря на высокий прирост в относительном выражении, как это наблюдается в странах Балканского п-ова, или результаты исследований после получения опытных партий останутся невостребованными, как это произошло в России в отношении большинства готовых разработок.

В заключение можно лишь констатировать, что Восточноевропейским странам предстоит пройти немалый путь, прежде чем удастся ликвидировать существующее отставание от Западноевропейских стран в сфере марикультуры. Как долго будет этот путь, зависит только от того, насколько быстро национальные правительства осознают свою роль в развитии этого важного направления.

ЛИТЕРАТУРА

- Анохина В.С.* 2002. Марикультура XXI века и ее ведущая роль в рыбохозяйственном освоении побережья Кольского полуострова // Аналит. и реферат. инф. Сер. Марикультура. Вып. 4. — М.: ВНИЭРХ. — С. 7–18.
- Аронович Т.М., Маслова О.Н., Лапина Н.М.* 1986. Инструкция по разведению кефали лобана. — М.: ВНИРО. — 54 с.
- Аронович Т.М., Шатуновский М.И.* 1975. Эколого-морфологические и биохимические особенности тресковых рыб (наваги, сайки и трески) Белого моря в раннем онтогенезе. — М.: ВНИРО. — 27 с.
- Атлас мирового рыболовства и аквакультуры.* 2009. 5-е изд. CD.
- Блинова Е.И.* 2007. Водоросли-макрофиты и травы морей европейской части России (флора, распространение, биология, запасы, марикультура). — М.: Изд-во ВНИРО. — 114 с.
- Владовская С.А., Леонова Е.М., Федорова З.В.* 1988. Современное состояние и организация марикультуры в некоторых зарубежных странах // Обзор. инф. Сер. Марикультура. Вып. 2. — М.: ЦНИИТЭИРХ. — 80 с.
- Всемирная география.* 2008. <http://worldgeo.ru>.
- Данилов В.М.* 2002. Проблемы развития марикультуры в России // Аналит. и реферат. инф. Сер. Марикультура. Вып. 4. — М.: ВНИЭРХ. — С. 1–7.
- Душкина Л.А.* (ред.). 1998. Биологические основы марикультуры. — М.: Изд-во ВНИРО. — 320 с.
- Карпевич А.Ф.* 1998. Научные основы аквакультуры // Избранные труды: В 2-х т. Т. 2. Акклиматизация гидробионтов и научные основы аквакультуры. — М.: Памятники истории мысли. — С. 799–841.

- Каревич А.Ф., Мусеев П.А.* 1977. Перспективы и основные направления развития ма­рикультуры в Советском Союзе // Тез. докл. VI сов.-японск. симп. — М.: ВНИРО. — С. 12–24.
- Ковачева Н.П.* 2003. Способ воспроизводства ракообразных (камчатский краб). Патент РФ № 2200386, 22.03.2003 г.
- Кучерявенко А.В., Гаврилова Г.С., Бирюлина М.Г.* 2002. Справочник по культивированию беспозвоночных в южном Приморье. — Владивосток: ТИПРО-центр. — 83 с.
- Маслова О.Н., Бурлаченко И.В.* 1993. Способ искусственного воспроизводства кефалей. Патент РФ на изобретение № 2000695, 20.10.1993 г.
- Маслова О.Н., Микодина Е.В.* 2006. Рациональная организация искусственного воспроизводства гидробионтов и их пастбищного выращивания // Финансовый эксперт. № 1 (16). — С. 114–119.
- Маслова О.Н., Разумеев Ю.В.* 2001. Морское рыбоводство — эффективный элемент формирования промысловых запасов // Мат-лы междунар. науч. конф. Проблемы сохранения экосистем и рационального использования биоресурсов Азово-Черноморского бассейна. — Ростов н/Д.: АЗНИИРХ. — С. 138–139.
- Маслова О.Н., Разумеев Ю.В.* 2008. Балтийский тюрбо: от эксперимента к опытно-промышленному комплексу // Мат-лы Второй междунар. научно-практ. конф. Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов. Москва, ВВЦ, 26–27 ноября 2008 г. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 200–202.
- Маслова О.Н., Микодина Е.В., Зайцева Ю.Б.* 2004. Роль искусственного воспроизводства ценных видов промысловых гидробионтов в формировании сырьевой базы рыболовства: отечественный и зарубежный опыт // Обзор. инф. Сер. Прибрежное рыболовство и аквакультура. Вып. 2. — М.: ВНИЭРХ. — 70 с.
- Маслова О.Н., Разумеев Ю.В., Бурлаченко И.В.* 2000. Инструкция по опытно-промышленному разведению и выращиванию посадочного материала камбалы-калкана. — М.: Изд-во ВНИРО. — 43 с.
- Микодина Е.В., Карбач В.А., Карбач Е.А.* 2003. Пастбищное выращивание морских промысловых рыб в условиях Кизилташских лиманов Черного моря: полувековой опыт и перспективы деятельности кефалевого хозяйства // Аналит. и реферат. инф. Рыб. хоз-во. Сер. Воспроизводство и пастбищное выращивание гидробионтов. Вып. 4. — М.: ВНИЭРХ. — С. 1–13.
- Микодина Е.В., Маслова О.Н., Зайцева Ю.Б.* 2006. Видовое разнообразие объектов ма­рикультуры, проблемы их искусственного воспроизводства и товарного выращивания // Финансовый эксперт. № 1 (16). — С. 102–112.
- Микодина Е.В., Маслова О.Н., Тарасюк Е.В.* 2006. Объекты искусственного воспроизводства и аквакультуры как национальное достояние России // Мат-лы рыбопромышлен. конгр.: Аквакультура — технологии будущего. — Южно-Сахалинск, ГДО, 19 сентября 2006 г. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 14–18.
- Мусеев П.А.* 1969. Биологические ресурсы Мирового океана. — М.: Пищ. пром-сть, 340 с.
- Мусеев П.А.* 1996. Состояние и тенденции развития мировой ма­рикультуры // Обзор. инф. Сер. Аквакультура. Вып. 2. — М.: ВНИЭРХ. — С. 49–73.
- Монин В.Л.* 1986. Опыт получения молоди устриц в бассейновых условиях // Probleme de maricultura. Constanta. — С. 69–77.
- Монина О.Б.* 1987. Рост и кондиционные показатели тихоокеанской устрицы в Черном море // Сб. науч. тр. ВНИРО: Биология и культивирование моллюсков. — С. 39–49.
- Муравьев* 2008. Подводная технология в рыбоводстве и воспроизводстве (Черное море) // Мат-лы Второй междунар. научно-практ. конф. Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов. Москва, ВВЦ, 26–27 ноября 2008 г. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 146–147.
- Садыхова И.А., Дергалёва Ж.Т., Хребтова Т.В.* 2000. Культивирование моллюсков в России и пути их использования // Аналит. и реферат. инф. Сер. Ма­рикультура. — М.: ВНИЭРХ. Вып. 4. — С. 1–13.
- Состояние мирового рыболовства и аквакультуры* — 2008. 2009. — Рим: ФАО. — 196 с.
- Спекторова Л.В., Дорошев С.И., Маслова О.Н.* 1975. Закономерности питания и роста личинок и молоди черноморского калкана в условиях бассейнового выращивания. — М.: ВНИРО. — 20 с.
- Стратегия развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 года.* 2008. Рыбоводство и рыб. хоз-во. № 6. — С. 2–16.
- Стребкова Т.П., Дергалёва Ж.Т., Шабалина В.А.* 1983. Инструкция по разведению полосатого окуня. — М.: ВНИРО. — 46 с.
- Хрусталев Е.И.* 2002. О развитии угреводства в Калининградской области // Тез. докл. научно-практ. конф.: Перспективы развития рыбохозяйственного комплекса России — XXI век. — М.: ВНИРО. — С. 53.

Хрусталеv Е.И., Брюханов В.В. (ред.). 2009. Биотехнический и производственный потенциал пастбищной аквакультуры на трансграничных водоемах России и Литвы. — Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина И.В.». — 198 с.

Bekh V. 2005. National aquaculture sector overview of Ukraine. — FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Updated 05.10.2005. — http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_ukraine/en#tcNA0076/en

Cobani M. 2006. National aquaculture sector overview of Albania. — FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Updated 14.03.2006. — http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_albania/en

Doroshev S.I., Aronovich T.M. 1974. The effects of salinity on embryonic and larval development of *Eleginus navaga* (Pallas), *Boreogadus saida* (Lepechin) and *Liopsetta glacialis* (Pallas) // Aquaculture. V. 4. — P. 353–362.

Kovatcheva N., Epelbaum A., Kalinin A., Borisov R., Lebedev R. 2006. Early life history stages of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815): biology and culture. — Moscow: VNIRO Publ. — 116 p.

FAO/NACEE. 2007. Regional review on aquaculture development. 5. Central and Eastern European region — 2005. FAO Fisheries Circular. № 1017/5. Rome: FAO. — 84 p. www.fao.org/docrep/010/a1356e/a1356e00.htm.

FAO yearbook. 2008. Fishery statistics 2006. — Rome: FAO. — 59 p.

Hubenova T. 2007. National aquaculture sector overview of Bulgaria. — FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Updated 03.09.2007. — http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_bulgaria/en#tcNA0076/en

Pieronì I., Gentile A. 2009. National aquaculture sector overview (NASO) study report of Bosnia and Herzegovina. — FAO Fisheries and Aquaculture Dept. [online]. Updated 23.04.2009. — http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_bosnia/en#tcNA0158/en

Piria M. 2005. National aquaculture sector overview of Croatia. — FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Updated 01.02.2005. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_croatia/en#tcNA0076/en

Rana K.J. 2007. Regional review on aquaculture development. 6. Western-European region — 2005. FAO Fisheries Circular № 1017/6. — Rome: FAO, 56 p.

Sljivancanin M. 2009. National aquaculture sector overview of Montenegro. — FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Updated 10.03.2009. — http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_montenegro/en#tcNA0076/en

УДК 639.371.14:639.3.03:(639.3:061.3)

**ИТОГИ 75-ЛЕТНЕГО ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА
БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ *COREGONUS AUTUMNALIS*
НА БОЛЬШЕРЕЧЕНСКОМ РЫБОВОДНОМ ЗАВОДЕ**
(по материалам Всероссийской научно-практической
конференции 2008 г.)

Ж.А. Черняев

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, admin@sevin.ru

**RESULTS OF THE 75-YEAR ARTIFICIAL REPRODUCTION
OF THE LAKE BAIKAL CISCO *COREGONUS AUTUMNALIS*
AT THE BOLSHERECHENSKY HATCHERY**
(based on the materials of the All-Russian Scientific
and Practical Conference, 2008)

Zh.A. Tshernyaev

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Moscow,
admin@sevin.ru

С 10 по 12 июля 2008 г. в столице Бурятии г. Улан-Удэ, в помещении ОАО «Востсибрыбцентр» состоялась Всероссийская научно-практическая конференция «Состояние и проблемы искусственного воспроизводства рыбных запасов Байкальского региона», посвященная 75-летию Большереченского рыбного завода. С 13-ю докладами выступили 16 участников, представлявших Лимнологический институт Сибирского отделения РАН (г. Иркутск), «Востсибрыбцентр» (г. Улан-Удэ), «Байкалрыбвод» (г. Улан-Удэ), Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (г. Москва), Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН (г. Улан-Удэ), Иркутский государственный университет (г. Иркутск), Калининградский государственный технический университет (г. Калининград), Научно-исследовательское предприятие «Рыборазведение» (г. Братск), ООО «Промгидроакустика» (г. Петрозаводск), Байкальский музей СО РАН (Иркутская обл., пос. Листвянка). 16 работ участников конференции были представлены стендовыми докладами.

Исторические аспекты сиговодства в России. История отечественного рыбоводства восходит к опытам Владимира Павловича Врасского по искусственному оплодотворению икры рыб (в том числе сиговых) так называемым «русским, сухим методом», общепринятым в настоящее время в международной рыбоводной практике. Разработанный им метод явился продолжением

24-летних исследований немецкого ученого С.Л. Якоби, доказавшего, что оплодотворение у рыб и лягушек происходит во внешней среде, в воде, а не внутриутробно, как представлялось научной общественности 2-й половины XVIII века. Это открытие позволило предложить метод искусственного разведения форелей, правда, с низким процентом оплодотворения, так как, имитируя естественный нерест форелей *Salmo trutta* L. в природе, сначала в емкость с водой выдавливалась сперма, а потом их икра. Но за время между этими операциями инактивировались сперматозоиды, а яйцеклетка начинала набухать, не будучи оплодотворенной. Эти данные были опубликованы в 1863 г. в «Ганноверском журнале» в Германии [Скаткин, 1962].

Следующим исследователем, проведшим в 1853 г. опыты по искусственному оплодотворению икры речного окуня *Perca fluviatilis* L., а в 1860 г. по стимулированию икрометания осетровых рыб, был академик РАН Карл Максимович Бэр. Этот учёный в 1854 г. совместно с профессорами К.Ф. Кесслером и К.Ф. Рулье посетил основанный В.П. Врасским в собственном имении Никольском на реке Пестовка, впадающей в озеро Велье, на Валдае, первый в России рыболовный завод. На этом предприятии в то время уже проводилось инкубирование икры и подращивание молоди лососей (1,15 млн икринок), форелей (50 тыс.) и сигов (5 млн). Кроме того, проводились эксперименты по искусственному разведению палии *Salvelinus lepechini* Gmelin, налима *Lota lota* L., сига *Coregonus lavaretus lavaretus* L., ряпушки *C. albula* L., стерляди *Acipenser ruthenus* L. и золотого карася *Carassius carassius* (L.).

Главной заслугой В.П. Врасского, окончившего Дерптский (ныне Тартуский) университет по специальности юриспруденция, перед рыбохозяйственной наукой стала синхронизация процесса оплодотворения зрелой яйцеклетки рыбы спермой самцов в момент попадания в водную среду, до начала набухания оболочек и образования перивителлинового пространства. Он первый понял, что необходимо сократить до минимума время и расстояние между сперматозоидами и микропилем яйцеклетки. В.П. Врасский установил, что процент оплодотворения икры обратно пропорционален времени между процессом оводнения икры и добавлением спермы к икре. Для устранения причин низкой оплодотворяемости икры рыб он стал без воды перемешивать плавающую в овариальной жидкости зрелую икру рыб со спермой самцов, после чего добавлял воду для активации подвижности сперматозоидов и запуска процесса набухания оболочек яйцеклеток. Эти исследования были осуществлены при содействии приглашенного из Санкт-Петербурга зоолога доктора Ю.О. Кноха, применившего для наблюдения за подвижностью спермы, процессом набухания оболочек икры и развитием зародышей «детский» микроскоп с увеличением до $\times 500$ и широким полем обзора. Так, в 1856 г. был создан «сухой, русский» метод искусственного оплодотворения икры рыб. Он стал продолжением экспериментов по разведению сёмги *Salmo salar* L. и форели французских рыбодоводов Ж. Реми, А. Жезна и Ж.В. Коста, при содействии натуралиста Д. Аксо, которые с 1840 по 1859 гг. воспроизводили в искусственных условиях естественный процесс икрометания, без учёта фактора времени. Проверая и совершенствуя открытый им способ, В.П. Врасский провел опыты на икре налима, плотвы *Rutilus rutilus* L., щуки *Esox lucius* L., ерша *Gymnocephalus cernuus* (L.), уклей *Alburnus alburnus* (L.), снетка *Osmerus eperlanus* (L.) — всего 15 видов рыб [Скаткин, 1962]. Неудачей В.П. Врасского стала невозможность получения полностью зрелых половых продуктов и высокого процента оплодотворения икры леща *Abramis brama* (L.) и карася *Carassius carassius* (L.). Но кто в те времена мог знать о порционном икрометании у рыб?

Крайне ценно для рыбодоводства открытие В.П. Врасским факта достаточно длительного сохранения оплодотворяемости икры после её овуляции, но оста-

ющейся в теле самки. Так, им было осуществлено оплодотворение икры снулых самок и самцов невского лосося *Salmo salar* L. через 27 часов! Им также установлено регулирующее воздействие температуры воды на скорость развития икры и доказана возможность ускорения или замедления эмбриогенеза и вылупления личинок, приурочивая их выпуск в естественные водоемы к моменту появления в них кормовых объектов. В.П. Врасским также было открыто явление асфиксии развивающихся зародышей при скученности и недостаточном водообмене в инкубационном аппарате Коста. Он провел оплодотворение икры ершей и окуней спермой, собранной за 6 сут. до оплодотворения и сохранявшейся в пробирке при температуре порядка 0 °С [Скаткин, 1962]. Умер этот естествоиспытатель в 33 года, в 1868 г., простудившись при рыбоводных мероприятиях на озере Пестово Новгородской губернии.

Первый отечественный Никольский рыбоводный завод был оснащён песчаными фильтрами для очистки воды, чанами — распределителями для регулирования её подачи, лотками, в которых размещались плоские с развивающейся икрой. В цехе были расположены чаны, в которых выдерживались производители форели и лосося. Завод располагал прудами для подращивания молоди и собственным маточным стадом форелей. Степень оплодотворения икры оценивалась 90 % [Федюкин, 1970].

Параллельно работам В.П. Врасского, на Урале крестьянин господ Демидовых (владельцев Нижне-Тагильских металлургических заводов), лекарский ученик Пётр Малышев занимался искусственным разведением налимов. Его статья в Трудах Вольного экономического общества была опубликована в 1856 г. На следующий год П.И. Малышев на реке Маке (бассейн реки Тобол) приступил к строительству рыбоводного завода собственной конструкции с тремя прочными бассейнами. Там же он создал предприятие по разведению пиявок, и с 1847 по 1959 г. госпиталям и частной врачебной практике более продано 25 тыс. пиявок [Скаткин, 1962]. После кончины В.П. Врасского завод принял и расширил его торгово-хозяйственную деятельность, юрист М.К. Репинский. В период с 1871 по 1879 г. заводом было продано более 100 тыс. икринок и около 30 тыс. мальков форели и волховского сига. В прудах выращивали сига и стерлядь, а с 1870 по 1899 г. продавалось ежегодно 600—700 пудов товарной рыбы [Скаткин, 1962].

В 1879 г. после М.К. Репинского Никольский завод возглавил профессор зоологии Петербургского лесного института Оскар Андреевич Grimm, добившийся в Министерстве земледелия создания при Никольском заводе лабораторий ихтиологии, гидробиологии, гидрохимии и других смежных специальностей, в которых стажировались студенты и рыбоводы-заводчики, сделав рыбоводный завод научным центром искусственного разведения рыб. В 1869 г. с разрешения Департамента земледелия О.А. Grimm открыл в Петербурге «Музей искусственного разведения рыб», где проводилось искусственное разведение лососей, озёрной форели, сига, хариусов *Thymallus thymallus* (L.), нельмы *Stenodus leucichthys* (Guel.) , стерлядей, ершей, окуней, щук, а также корюшки *Osmerus eperlanus* L. для «прокормления ею разводимых хищных видов» [Скаткин, 1962]. А в 1896 г. Министерство земледелия разрешило открыть 3 новых отделения Никольского рыбоводного завода: Юрьевское (г. Тарту) для зарыбления Чудского озера и бассейна Балтийского моря, Лужское — на реке Луге и Куринское на Кавказе, на реке Куре для разведения куринского лосося *Salmo trutta caspicus* Kessler и выпуска его в Каспийское море [Федюкин, 1970].

Сиговодство на Байкале. Следующим шагом развития рыбоводства в России в начале XX в. стала разработка в 1920 г. Константином Николаевичем Пантелеевым биотехники искусственного воспроизводства сиговой рыбы —

байкальского омуля *Coregonus autumnalis* Pall.. В то время господствовало мнение (по аналогии со способом размножения лососей), что сиговые рыбы, в том числе байкальский омуль, во время нереста закапывают свою икру в грунт нерестилищ. Воздействие же света на развитие икры сиговых рыб так же губительно, как и для икры лососевых рыб. Исследования К.Н. Пантелеева были востребованы, т.к. в 90-е гг. XIX в. произошло резкое сокращение численности байкальского омуля. Для выяснения причин в 1900 г. на Байкал был приглашен профессор Харьковского университета Александр Коротнев. Ознакомившись с записями ежегодных уловов Посольского монастыря за более чем столетний период, он выявил факт перелова омуля, идущего на нерест в Селенгу, и дал рекомендации по выходу из создавшегося положения, в том числе и по искусственному воспроизводству [Кожов, 1962]. Бывший «Лесной кондуктор», заведующий Селенгинским промысловым районом К.Н. Пантелеев и жители села Жилино, Кударинской волости, на берегу Селенги оборудовали в рубленной крестьянской избе рыбоводный пункт, оснастив его четвертными стеклянными бутылками в качестве аппаратов Вейса. Из заложенных осенью 1920 г. 70 тыс. икринок омуля, весной в Селенгу было выпущено 50 тыс. личинок. Осенью 1924 г. в г. Улан-Удэ вновь была оборудована опытная рыбоводная станция и проинкубировано более 100 тыс. икринок омуля [Стариков, Максимова, 1958; Стариков, 1973]. Скончался К.Н. Пантелеев осенью 1927 г. при закладке оплодотворенной икры омуля в грунт р. Большая. В том же году на р. Большая близ железнодорожной станции «Посольск» начато строительство рыбоводного завода, которое было закончено в 1933 г. Одноэтажное деревянное здание было оснащено шестиярусными стойками, в которых установили 375 аппаратов Вейса вместимостью 120 млн икринок омуля. Первая закладка икры составила 44,5 млн икринок. Отход икры оказался 100 % из-за перебоев подачи воды и низкой квалификации рыбоводов. Оптимальный расход воды на один аппарат, как и в настоящее время, был определен в среднем 2 л/мин. Большереченский рыбоводный завод — первенец сиговодства в Сибири, «переболел» всеми «детскими» болезнями первых лет освоения. Отказывались насосы, плохо регулировалась подача воды в баки-распределители, забивало листом и грязью во время ледостава реки верхние лотки и аппараты, что приводило к гибели икры. Неумение отбирать погибшую икру вызывало массовое поражение сапролегнией. Но рыбоводы набирались опыта, совершенствовали биотехнику отлова и выдерживания производителей, повышали качество собираемой икры и методы ее инкубации. Трижды пытались закрыть завод как нерентабельный, но наведение порядка в подаче воды в цеха новым директором Д.С. Норенко (учеником Б.И. Черфаса) и модернизация стоек и инкубационных аппаратов старшими рыбоводами П.С. Стариковым и В.А. Ключниковым значительно улучшили биотехнику искусственного воспроизводства омуля. Исследования К.И. Мишарина [1953] показали, что промысловый возврат от икры на естественных нерестилищах составляет 0,05–0,07 %, а при заводском разведении и отсутствии естественного нереста он возрастает до 0,22 %. Рассчитанный коэффициент промыслового возврата от выпущенных личинок оказался выше 1 %, и завод был сохранен. В период с 1933 по 1939 гг. ежегодно закладывалось на инкубацию 138,1 млн икры омуля со средней выживаемостью 50,1 %. С 1940 по 1945 гг. — 164,1 млн икры с выживаемостью 67 %. С 1946 по 1950 гг. — 174,0 млн с выживаемостью икры уже была 75 %. С 1951 по 1955 гг. из заложенных в среднем 269,9 млн икринок омуля выживаемость составила 70 %. Увеличение мощности завода за счет уплотнения загрузки икры в аппаратах несколько снизило рыбоводные показатели. В 1956 г. пущен новый кирпичный корпус инкубационного цеха. С шестиярусных стоек в цехах старого завода перешли на двухъярусные, а затем, в целях экономии

воды, на трехъярусные стойки, повысив мощность завода со 150–200 до 250–300 млн икринок омуля [Стариков, 1973]. С 1956 по 1960 г. закладывали (с учетом того, что был пущен еще один цех) 433,2 млн икринок омуля. Выживаемость составила 77,3 %. С 1961 по 1965 г. из-за общего падения численности омуля в Байкале было проинкубировано 400,0 млн икры, а с 1966 по 1970 гг. — 526,0 млн. В 1980-е годы закладывался 1 млрд икринок.

Параллельно происходил рост нерестового стада посольской расы омуля. Если в 1932–1933 гг. в речках, впадающих в зал. Посольский сор, с большим напряжением вылавливалось 100–200 ц омуля в год, то в 1934–1943 гг. его вылавливали уже до 700 ц. К 1950 г. вылов производителей увеличился до 1500 ц. С 1951 по 1962 г. уловы превысили 2500 ц в год, а в 1972 г. было выловлено более 5000 ц производителей. До 1969 г. общий улов искусственно разводимого омуля в реках и в Байкале достигал 10 тыс. ц. Стоимость общего улова, в пересчете на рыбную продукцию, во много раз превышала средства, затрачиваемые на рыборазведение. В течение 50 лет с момента основания завода происходил устойчивый рост объемов сбора икры: с 37 млн штук в 1934 г. до 1,8 млрд в 1984 г. С 1970-х годов Большереченский рыболовный завод (БРРЗ) оснащен крытым садковым хозяйством для нереста производителей, где внедрен экологический метод сбора икры [Дзюменко, 1984]. Это улучшило условия труда рыболовов и качество икры [Майстренко, Кильдюшкин, 2001].

Толчком к созданию сети рыболовных заводов в послереволюционный период в России стал процесс реализации проекта ГОЭЛРО по электрификации СССР, по которому в 1930-е годы были построены электростанции на реках Волхов, Свирь, Днепр, Волга и Кура, перекрывших нерестовые пути промысловых рыб. В целях компенсации (только для воспроизводства сиговых рыб) были построены: в 1927 г. — Волховский сиговый завод, в 1932 г. — Большереченский омулёвый, в 1933 г. — Онежский рыболовный завод [Черняев, 1980]. После Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. был восстановлен Никольский рыболовный завод. В 1945 г. запущен Приозерский, а в 1948 г. Шицулинский цех Псковрыбпрома мощностью 50 млн икры пеляди и сига. В 1953 г. на Урале был пущен Аракульский рыболовный завод мощностью в 150–2000 млн икры для выращивания сига, пеляди и чира. Для воспроизводства белорыбицы в 1955 г. на Волге был создан Кизанский рыболовный завод с расчетной мощностью 4,7 млн икры, а в 1961 г. — Волгоградский мощностью 147 млн икринок белорыбицы. В 1970 г. был пущен Александровский завод проектной мощностью 1,2 млн икринок [Летичевский, 1983].

В Байкальском регионе, опираясь на опыт Большереченского завода, на берегу Малого моря Байкала был построен Сарминский омулёво-сиговый рыболовный завод мощностью в 150 млн икринок (1960–1973). Это предприятие, созданное в неблагоприятном месте (во время инкубации икры в осенне-зимний период ветер «сарма» достигает ураганной силы 35 м/с при отрицательных значениях температуры минус 25–40 °С), решением Байкалрыбпрома было ликвидировано. Чивыркуйский завод (1972) мощностью в 280 млн икринок омуля был также в дальнейшем закрыт [Черняев, 1980].

На р. Белой, впадающей в Братское водохранилище в 1969 г. был пущен Бельский рыболовный завод мощностью 150 млн икринок омуля и цехом для инкубации икры сибирского осетра. На берегу Ангары в Иркутском водохранилище Бурдугузский рыбцех (1967) мощностью в 150 млн икринок совместно с Бельским заводом осуществляют зарыбление Братского водохранилища.

В конце 1970-х началось строительство экспериментального Селенгинского омулёво-осетрового рыболовного завода на р. Селенге мощностью 1 млрд икринок омуля. Водоснабжение пущенного в 1982 г. Селенгинского рыболовно-

го завода принудительное, за счет оснащенной фильтрами насосной станции [Дзюменко, Шемякин, Палубис, 1986].

В Байкальском регионе, в Бурятии в 1980 г. был также запущен Баргузинский рыбоводный завод на р. Ина мощностью 200 млн икринок омуля. Эти заводы оснащены экологическими лотками Дзюменко-Семенченко (1987), обеспечивающими естественный нерест производителей омуля в искусственных условиях рыбоводного предприятия и увеличение процента оплодотворения икры с 70 % до 92,3 %, а также снижение гибели икры в процессе инкубации с 54–55 % до 12–16 %, по сравнению с искусственно оплодотворенной икрой. Эти результаты получены вопреки высокому содержанию в поступающей на завод воде железа и CO_2 (0,21 и 5,2 мг/л соответственно) [Семенченко и др., 2001].

Рыбоводство на Байкале столкнулось с необычной проблемой — значительным превышением мощности Большереченского рыбоводного завода по сравнению с ограниченной кормовой базой Посольского сора, в который впадает р. Большая. Для выпускаемых с завода личинок в данной акватории Байкала, учитывая олиготрофность данного водоёма, не хватает корма. Это подтверждает тот факт, что, несмотря на постоянное увеличение количества выпускаемой продукции рыбоводного завода, уловы производителей, заходящих на нерест, мало варьируют в сторону роста и колеблются в пределах 5–7 тыс. ц. В порядке эксперимента М. Тумановым личинки омуля вывозились и выпускались в зал. Посольский сор и прибрежную, свободную ото льда, зону мелководий Байкала, чем избегалось выедание личинок гольяном и гибели в заросших травой полях р. Большой. Из-за задержки развития более чем на месяц и недостаточной освещенности в условиях искусственного воспроизводства личинки, выпущенные с рыбоводного завода, лишены запасов питательных веществ, которые они израсходовали за время передерживания в оболочках [Черняев, Довгий, 1969; Черняев, 1982]. К концу мая — началу июня они уже не встречают концентрированный зоопланктон под нижней кромкой льда, так как к этому времени лед тает, и ветровая деятельность приводит к рассредоточению планктона по всей толще мелководий. Сам зоопланктон качественно меняется: коловратки и науплиусы копепоид уступают место значительно более крупным по размерам копеподам и кладоцерам. Кроме того, личинки сиговых в этот момент сталкиваются с конкуренцией личинок щук, окуней, плотвы, которые тоже начинают питаться зоопланктоном [Мазепова, 1957; Кожов, 1972; Тугарина, Купчинская, 1977; Черняев, 1982; Сорокин, Сорокина, 1988]. Для разрешения этих узких мест, рыбводам желательно построить от завода до Посольского сора канал, тогда отпадет необходимость вывоза личинок в сор, и оптимизируются условия захода и созревания производителей искусственно воспроизводимой популяции омуля.

Исследования эколого-физиологических особенностей эмбрионально-личиночного развития сиговых рыб [Черняев, 1968, 1971, 1982, 1984, 1990, 1997, 2004, 2007; Богданов, 1983, 1984, 1997; Зюсько и др., 1992; Русанов и др., 2003] показали, что икра сиговых обладает особенностями, заставляющими пересмотреть некоторые нормативы и биотехнические приемы инкубации икры и подращивания молоди. Была выявлена факультативная способность оплодотворенной икры к нормальному развитию при вмораживании в лёд в момент нереста (в состоянии «пагона»), что объясняет низкий уровень дыхательной активности в процессе эмбриогенеза. Оплодотворенная икра сиговых рыб чрезвычайно чувствительна к механическим воздействиям до этапа органогенеза, и перемешивание икры с водой в аппарате Вейса первые 27–30 сут развития (для сига и омуля) должно быть минимальным. Низкая дыхательная активность икры допускает нормальное развитие при слабом водообмене до этапа

образования эмбриональной системы кровообращения (до стадии «глазка», т.е. до 55–60 сут развития), после чего следует постепенно увеличивать подачу воды в инкубационный аппарат.

Условием успешного завершения инкубационного процесса является достижение темпа развития зародышей, обеспечивающего вылупление и скат личинок в естественно обусловленные сроки — ранней весной, когда поверхность озера еще покрыта льдом. Ведущим, регулирующим темп развития фактором развития икры сиговых рыб, особенно при отрицательных значениях температуры льда, внутри которого развивается икра сигов, является частота, продолжительность и интенсивность солнечного сияния [Рубенян, Мурадян, Рубенян, 1990; Черняев, 1993, 2004]. Установлено [Черняев, 1993, 2007], что солнечный свет начинает воздействовать на развивающуюся икру сига, начиная с этапа органогенеза, т.е. после 30 сут развития. Окрашенная каротиноидными пигментами и цитохромом, а на поздних этапах развития и меланином в пигментных клетках, и гемоглобином в эритроцитах крови, икра сиговых рыб, находясь в инкубационном аппарате в количестве порядка 250 тыс., поглощает незначительную часть необходимой световой энергии. При перемешивания икры в аппарате каждая икринка только на 2–4 мин появляется на освещенной дневным светом поверхности остальной массы икры каждые 30 мин, что совершенно недостаточно для физиологического воздействия светового фактора. На поверхности нерестилищ икра омуля получает световой энергии почти в 300 раз больше, чем в инкубационном аппарате Вейса [Черняев, Довгий, 1969]. Для выпуска личинок в естественные сроки, необходимо освещать икру в аппаратах Вейса с определенной периодичностью мощными лампами, либо подогревать воду до необходимых для вылупления температур. Возможно, в дальнейшем физиологи смогут найти дешевые и эффективные препараты, стимулирующие физиологические процессы вылупления эмбрионов из оболочек.

Проектирование и строительство Верхнеангарского омулёво-осетрового рыбоводного завода должно увеличить и стабилизировать численность северобайкальской популяции омуля, охватывающей своими миграциями 2/3 акватории Байкала. Выращивание личинок омуля и других сиговых рыб до стойких этапов развития и выпуск в выростные водоемы требует затрат корма. По данным польских рыбодоводов [Зелинский, 1974], площадь приозерных прудов для подращивания личинок сиговых рыб должна составлять 1 % поверхности зарыбляемых озер. Плотность посадки 100–200 тыс. личинок на гектар. Глубина озер должна составлять не менее 15 м, прозрачность воды свыше 2 м, в 1 л воды должно находиться не менее 10 планктонных организмов. Андрле [1970] сообщает, что в Чехии при плотности посадки личинок сиговых рыб 1500–2000 шт/га осенью получают 400–500 шт/га сеголеток длиной 10–12 см. Весной годовиков помещают в нагульные пруды с плотностью 50–60 шт/га и к осени вылавливают рыбу массой 500–600 г. Для гидроклиматических условий Германии [Пулина, 1977] суточная доза живого корма (науплии) на одну личинку сига должна составлять в первую неделю 40, во вторую — 80, в третью — 150 штук.

Таким образом, путь интенсивного выращивания сиговых рыб очень перспективен, однако требует значительных материальных затрат.

Анализ современной ситуации на Большереченском заводе. Перед началом заседаний была организована поездка ее участников за 130 км от г. Улан-Удэ на Большереченский рыбоводный завод для знакомства с его технической базой и проблемами. Основанный К.Н. Пантелеевым в 1932 г. завод инкубирует в настоящее время 1,5 млрд икринок омуля (общим весом около 24 т). Переоборудованное по нашим рекомендациям в 1971 г., это предприятие рас-

полагает крытой садковой базой, пропускающей через себя часть стока р. Большой. Для обеспечения естественного нереста производителей омуля в контролируемых условиях садковая база оснащена «экологическим лотком» конструкции Н.Ф. Дзюменко. Этот биотехнический прием привел к почти 100 % оплодотворению омулевой икры и выживаемости почти 90 % развивающихся в 8-литровых аппаратах Вейса эмбрионов. В настоящее время этот рыболовный завод нуждается в капитальном ремонте и переоснащении. Представляется несправедливым существующее на данный момент положение, при котором продукция рыболовных предприятий реализуется сторонними рыбодобывающими организациями, без отчисления части доходов от реализации рыбы в пользу рыболовов для поощрения их труда, а также для обновления и ремонта производственной базы предприятия, что делает рыболовов мало заинтересованными в усовершенствовании воспроизводства омуля. По причине недостаточного финансирования рыболовного предприятия большая часть его оборудования изношена и морально устарела. На современных рыболовных предприятиях для водоподающих систем применяют трубы из ударопрочной пластмассы. На БРРЗ аппараты Вейса изготавливают из непрозрачного пластика. При этом не учитывается, что темпы эмбрионального развития омуля напрямую зависят от количества световой энергии, полученной в процессе эмбриогенеза, и время вылупления зародышей из икры зависит от освещенности.

Под давлением браконьеров после ликвидации рыбоохраны «Байкалрыбвода», пункт отлова производителей омуля был перебазирован в низовья р. Большой на урочище Бельская грива. Производители омуля на этом отрезке реки находятся еще на IV стадии зрелости гонад и не готовы к икрометанию, а их перевозка на рыболовный завод и выпуск в нерестовый цех травмирует производителей.

Сообщения, представленные на конференции. Опубликован сборник «Состояние и проблемы искусственного воспроизводства рыбных запасов Байкальского региона», Изд. Дом «ЭКОС», Улан-Удэ, 2008, 112 с. Доклады делятся на следующие темы:

1. Условия воспроизводства, как на естественных нерестилищах, так и на рыболовных заводах (Дзюменко, Базов, Базова, Ханаев).

2. Определение биомассы и состояние запасов омуля (Варнавский, Калягин, Петров, Смирнова-Залуми, Мельник, Дегтев, Соколов и др., Смирнов, Аверин, Орлов).

3. Совершенствование биотехники искусственного воспроизводства сиговых рыб (Черняев, Дзюменко, Неронов, Мамонтов, Павлов).

4. Существенным, как с биологической, так и с практической точки зрения вопросам биологии рыб, были посвящены следующие работы: «Молекулярно-генетическая идентификация микрофлоры рыб» (Белькова, Дзюба, Суханова), «Биологически активные вещества черного байкальского хариуса» (Глызина, Федорова и др.), «Уровни накопления полихлорированных бифенилов в байкальском омуле» (Никонова, Горшков и др.), «Особенности состава и структуры клеток крови омулей...» (Яхненко, Клименков, Пастухова) и ряд других тем, включая строение плавательного пузыря и отолитов.

В сообщении Н.Ф. Дзюменко «Новая биотехнология искусственного разведения байкальского омуля...» приведены результаты исследований дыхательной активности эмбрионов байкальского омуля при различных режимах водообмена в инкубационных аппаратах и даже в случае временной остановки водоподачки. Они направлены на сокращение расхода воды, подаваемой в цеха за весь период инкубации в целях экономии электроэнергии. С точки зрения физиологических особенностей развития икры сиговых рыб, данное исследование

заслуживает пристального внимания. Но предлагаемые выводы из результатов этих опытов вызывают сомнение. Некоторые положения статьи Н.Ф. Дзюменко можно принять во внимание только в случаях аварийных остановок водоснабжения рыбоводных предприятий, учитывая, что главным условием нормальной инкубации икры является бесперебойное обеспечение водой. Недаром Д.С. Норенко (директор Большереченского завода с 1954 по 1967 г.) в основу своей деятельности ставил энерго- и водообеспечение предприятия, оставив всю биотехнологию старшему рыбоводу П.С. Старикову. Протекающая через инкубационные аппараты вода выполняет несколько важнейших функций. Закачиваемая непосредственно с нерестилищ, она обеспечивает естественный температурный режим инкубации, доставляет к поверхности оболочек икринок кислород, удаляет углекислый газ и другие продукты обмена, перемешивает массу икры, вымывая споры грибка сапролегнии, начинающего паразитировать на погибшей икре. Подаваемая в аппарат вода за счет гидравлического удара может разорвать цитоплазматическую оболочку желтка зародыша, находящегося в процессе обрастания. Опытные рыбоводы, зная о низкой дыхательной активности икры сиговых рыб на ранних этапах развития и повышенной чувствительности зародышей к механическому воздействию струи воды, снижают подачу воды в 8-литровый аппарат Вейса до 2 л/мин. При этом процесс «самоотбора» (т.е. всплывания и скапливания в верхней части емкости) погибшей икры за счет разной плотности живой и погибшей икры продолжается. Предлагаемые Н.Ф. Дзюменко инкубационные аппараты большой вместимости (40 л) нами уже тестировались в середине 60-х годов. Было установлено, что в массе икры омуля, инкубируемой в аппарате емкостью свыше 8 л, из-за неполного перемешивания и образуются «мертвые» зоны, в которых икра застаивается. Они были выявлены при помощи забора проб воды трубками — зондами внутри массы икры. Эти зоны повышенного содержания углекислого газа и низкой концентрации кислорода располагались цилиндрически вдоль стенок сосуда, а поступающая вода создавала центральный восходящий поток из икринок, которые после выдавливания к периферии инкубационного аппарата опускались вниз по его стенкам. На естественных нерестилищах развивающаяся икра омуля получает порядка 2812,3 Дж/см² световой энергии за весь период развития, в то время как в 8-литровых аппаратах Вейса — только 251,4 Дж/см² [Черняев, 1982]. Предлагаемые рыбоводные аппараты повышенной вместимости без дополнительной подсветки (а это дополнительная трата электроэнергии), из-за неполного перемешивания на фоне недостаточной освещенности будут производить на свет одних уродливых и нежизнеспособных личинок. Существующие аппараты Вейса из-за недостаточного поступления световой энергии к развивающейся икре задерживают вылупление личинок на полтора—два месяца [Черняев, 1982, 1990], что снижает их шансы на выживание. Так в естественных условиях скат личинок омуля с нерестилищ происходит в начале апреля, при низком уровне реки. Они быстро сплывают в мелководную зону, где мелкий зоопланктон сконцентрирован под нижней кромкой ледяного покрова, и переходят на активное питание. Личинки, выпускаемые в мае—начале июня, оказываются в менее благоприятных условиях, т.к. в это время происходит нерест голяна и затопление заросшей прошлогодней травой поймы, в которой и гибнет большинство личинок. Наши предыдущие исследования показали, что за световой день один голян потребляет 120—150 личинок омуля. Таким образом, нерестовое стадо голяна наносит существенный ущерб воспроизводству байкальского омуля. В Посольском соре зоопланктон к тому времени становится крупней и не образует существенных скоплений, что уменьшает возможность перехода личинок омуля на внешнее питание. Проведенные бывшим директором БРРЗ М. Тумановым пробные выпуски ли-

чинок омуля непосредственно в Посольский сор, минуя заросшие травой лопи и скопление голяна, не были проанализированы научными коллективами.

Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С., Аверин А.И., Синюкович В.Н., Орлов С.И. в докладе «Динамика численности поколений посольской популяции байкальского омуля в связи с уровневным режимом Байкала» провели сравнение количества отловленных искусственно воспроизводимых производителей байкальского омуля с численностью выпущенных с рыбоводного завода личинок за 50-летний период (с 1950 по 2000 гг.). Авторами выявлено несоответствие нарастания мощности рыбоводного завода (до 1,5 млрд икринок) с крайне низким количеством возвращающихся производителей и полным отсутствием коррелятивных связей между численностью поколений и количеством выпускаемых личинок омуля. Исследователи приходят к выводу, что численность поколений байкальского омуля более тесно связана с водным балансом Байкала, чем с рыбоводными усилиями.

Результаты исследований численности омуля, проведенные группой авторов из Иркутска, Листвянки, Петрозаводска, Калининграда и Улан-Удэ (всего 15 ученых во главе с Н.Г. Мельник) обнародованы под названием: «Гидроакустическая оценка распределения омуля в озере Байкал в мае–июне 2007 г. для определения его запаса». Данные, полученные в 2007 г. по разработанной авторами методике, подтвердили результаты 2000–2004 гг. Рассчитано, что биомасса байкальского омуля колеблется в пределах 20,8 тыс. т. В то же время существуют расчеты [Мамонтов и др., 2004], оценивающие запасы байкальского омуля в 50 и даже 85 тыс. т! Авторы считают, что столь высокие оценки подлежат перерасчету по методике экстраполяции данных отдельных галсов эхолотирования на прилегающие акватории. К сожалению, вниманием организаторов конференции были обойдены такие центры исследований сиговых рыб как г. Екатеринбург (В.Д. Богданов), г. Магадан (А.В. Шестаков), г. Вологда (Н.Л. Болотова), г. Псков (О.А. Лебедева), г. Петрозаводск (О.П. Стерлигова) и многие другие.

ЛИТЕРАТУРА

- Богданов В.Д. 1983. Выклев и скат личинок сиговых рыб уральских притоков Нижней Оби // В кн.: Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби. — Свердловск. УНЦ АН СССР. — С. 55–79.
- Богданов В.Д. 1984. О динамике численности сиговых рыб, нерестящихся в р. Сев. Сосьва // Тезисы 4-го Всесоюз. совещ. Вид и его продуктивность в ареале. Ч. 3. Рыбы. Эколого-физиологические адаптации человека и животных к условиям Севера. — Свердловск. — С. 6–7.
- Богданов В.Д. 1997. Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби // Автореф. дисс. д-ра биол. наук. — М.: ИПЭЭ РАН. — 16 с.
- Дзюменко Н.Ф. 1984. Новая технология сбора икры байкальского омуля. — М.: Рыбное хозяйство. № 10. — С. 26–27.
- Дзюменко Н.Ф., Семенченко С.М. 1987. Сбор икры сиговых рыб в речных условиях. — М.: Рыбное хозяйство. № 6. — С. 44–46.
- Дзюменко Н.Ф., Шемякин В.П., Палубис С.Э. 1986. Сбор икры байкальского омуля на Селенгинском рыбоводном заводе. — М.: Рыбное хозяйство. № 6. — С. 33–35.
- Зюсько А.Я., Русанов В.В., Черняев Ж.А. 1992. Особенности биологии валька реки Чара // Вопр. ихтиол. Т. 33. Вып. 5. — С. 63–73.
- Кожов М.М. 1972. Очерки по байкаловедению. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во. — 254 с.
- Мазепова Г.Ф. 1957. К познанию вертикальных миграций *Cyclops colensis* Lill. Озера Байкал // Изв. Вост.-Сиб. фил. АН СССР. № 4–5. — С. 213–225.
- Майстренко С.Г., Кильдюшкин В.А. 2001. Большереченский рыбоводный завод // Состояние и проблемы искусственного воспроизводства байкальского омуля. — С-Пб.: ГосНИИ-ОХР. — С. 34–54.
- Мишарин К.И. 1953. Естественное размножение и искусственное разведение посольского омуля в Байкале // Изв. БГИ при ИГУ. Т. XIV. Вып. 1–4. — Иркутск. — С. 3–132.
- Мишарин К.И. 1958. Байкальский омуль // Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал. — Иркутск: Иркутское книжн. изд. С. 130–287.

Пулина Г.А. 1977. Опыт выращивания сиговых за рубежом // Тезисы докл. Всес. Совещ. по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб (Тюмень). — М.: ЦНИИТЕЭИРХ. — С. 87–90.

Рубенян А.Р., Мурадян В.М., Рубенян Т.Г. 1990. Влияние интенсивности освещения на икру сига озера Севан // Тезисы IV Всес. Сов. по биол. и биотехн. развед. сиговых рыб. — Ленинград. — С. 63–64.

Русанов В.В., Зюсько А.Я., Липатова Т.В., Черняев Ж.А. 2003. Валёк (*Prosopium cylindraceum*) — новый объект рыбоводства // Современное состояние рыбоводства и перспективы его развития. Междунар. научно-практич. конф. Екатеринбург. — С. 43–51.

Семенченко С.М., Палубис С.Э., Неронов Ю.В. 2001. Экспериментальный Селенгинский рыболовный завод // Состояние и проблемы искусственного воспроизводства байкальского омуля. — С-Пб.: Востсибрыбцентр. — С. 56–63.

Скаткин П.Н. 1962. Биологические основы искусственного рыборазведения. (Исторический очерк). — М.: Изд. АН СССР. — 244 с.

Сорокин В.Н., Сорокина А.А. 1988. Биология молоди промысловых рыб Байкала. — Новосибирск: Наука. — 214 с.

Стариков П.С. 1973. Опыт учета выживаемости икры омуля на естественных нерестилищах реки Большой // Изв. БГИ при ИГУ. Т. 14, Вып. 1–4. — Иркутск. — С. 133–148.

Стариков П.С., Максимова Ф.И. 1963. Искусственное разведение байкальского омуля. — Улан-Удэ: Бурятское книжное изд-во. — 28 с.

Тугарина П.Я., Купчинская Е.С. 1977. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Байкало-Ангарского бассейна. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд. — 104 с.

Федюкин К.Ф. 1970. Владимир Павлович Врасский. — Ленинград: Изд-во Наука. — 106 с.

Черняев Ж.А. 1969. О принципах размещения рыболовных заводов на Байкале в связи проблемой перемещения промысла омуля в реки // Вопросы рыбного хозяйства Восточной Сибири. СО АН СССР. — Иркутск. — С. 34–37.

Черняев Ж.А. 1973. Размножение и развитие байкальского озерного сига (*Coregonus lavaretus baicalensis*) в связи с вопросом его искусственного разведения // Вопросы ихтиологии. Т. 13. Вып. 2 (79). — С. 259–274.

Черняев Ж.А. 1980. Развитие сигового рыбоводства в нашей стране // Лососевидные рыбы. — Ленинград: Изд-во Наука. — С. 290–301.

Черняев Ж.А. 1982. Воспроизводство байкальского омуля. — М.: Легкая и пищевая промышленность. — 128 с.

Черняев Ж.А. 1985. К вопросу о целесообразности строительства омулёвого рыболовного завода на реке Верхняя Ангара на Северном Байкале // Тезисы докл. Третьего всесоюзн. Совещания по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. Тюмень. — Минрыбхоз СССР. — С. 368–370.

Черняев Ж.А. 1990. Эколого-физиологические особенности размножения и развития сиговых рыб // Автореф. докторской диссерт. — М.: Изд-во ВНИРО. — 20 с.

Черняев Ж.А. 1993. Воздействие светового фактора на эмбриональное развитие сиговых рыб // Известия АН. Сер. биол. — М. — С. 64–73.

Черняев Ж.А. 1997. Эколого-физиологические особенности размножения и развития сиговых рыб // Тез. Конгресса Ихтиол. России. Астрахань. — С. 179.

Черняев Ж.А. 2004. Эколого-физиологические особенности эмбриогенеза сиговых рыб (*Coregonidae*) как представителей «пагофильной» группы размножения // Труды каф. зоол. позвоночных ИГУ. Т. 2. — С. 132–147.

Черняев Ж.А. 2007. Факторы и возможные механизмы, вызывающие изменения темпов эмбрионального развития костистых рыб (на примере сиговых *Coregonidae*) // Вопр. ихтиол. Т. 47. № 4. — С. 475–485.

Черняев Ж.А., Довгий Т.Н. 1969. О воздействии световой радиации на развитие икры сиговых рыб // Вопросы рыбного хозяйства Восточной Сибири. — Иркутск. — С. 50–52.

Andrle V. 1970. Nektare zkusenosti z umelego odchowu ciha voreny v oblasti reditunsvi Statniho rybarstvi v Velkem Mesirici // Vertebrat zpravu. № 2. S. 81–82.

Zelinski I.O. 1974. O zapobieganiu stratum podczas zarybiania jezor wylejciem sielawy // «Gospodarsk rybna». № 4. S. 6–8.

УДК 597.553.2:597-146.531:597.1/.5

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЯИЧНИКОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ЛОСОСЕЙ И ВОПРОСЫ ИХ ЭВОЛЮЦИИ

А.Е. Микулин¹, В.Я. Любаев²

¹ Московский государственный университет технологии
и управления, Москва, mikodina@vniro.ru

² ООО «Салмо», Южно-Сахалинск

STRUCTURE PECULIARITIES OF PACIFIC SALMON OVARIES AND PROBLEMS OF THEIR EVOLUTION

A.E. Mikulin¹, V.Ya. Lyubaeu²

¹ Moscow State University of Technology and Management, Moscow,
mikodina@vniro.ru

² Salmo, Ltd, Yuzhno-Sakhalinsk

Введение

Целью данного исследования являлось выяснение причин наличия у представителей подотряда Лососевидных яичников открытого типа и функциональной роли такого их строения. Это вызвано тем, что оставалось неясным, почему именно у этой группы рыб и только у самок возникли гонады такого строения, в то время как у всех остальных костистых рыб, за редким исключением, яичники закрытого типа.

В процессе эволюции рыб гонады открытого типа, которые характерны всем древним рыбам до костистых, были преобразованы в гонады закрытого типа. Принято считать, что у лососевых рыб остатки яйцеводов в виде коротких воронок сохраняются лишь около половой поры (рис. 1).

Оболочка яичника у лосося представляет собой мешок, открытый в каудальной части, из которого яйцеклетки попадают в полость тела и далее в короткие яйцеводы, открывающиеся наружу из полости тела [Ромер, Парсонс, 1992].

По мнению других авторов, яйцеводы лососевых парные, короткие, воронкообразные, открывающиеся наружу одной общей генитальной порой, или яйцеводы зачаточные или вообще отсутствуют [Моисеев и др., 1981; Савваитова, Медников, 1983]. Есть указания также, что у лососей есть единая воронка, открывающаяся одной половой порой [Держинский, 1992].

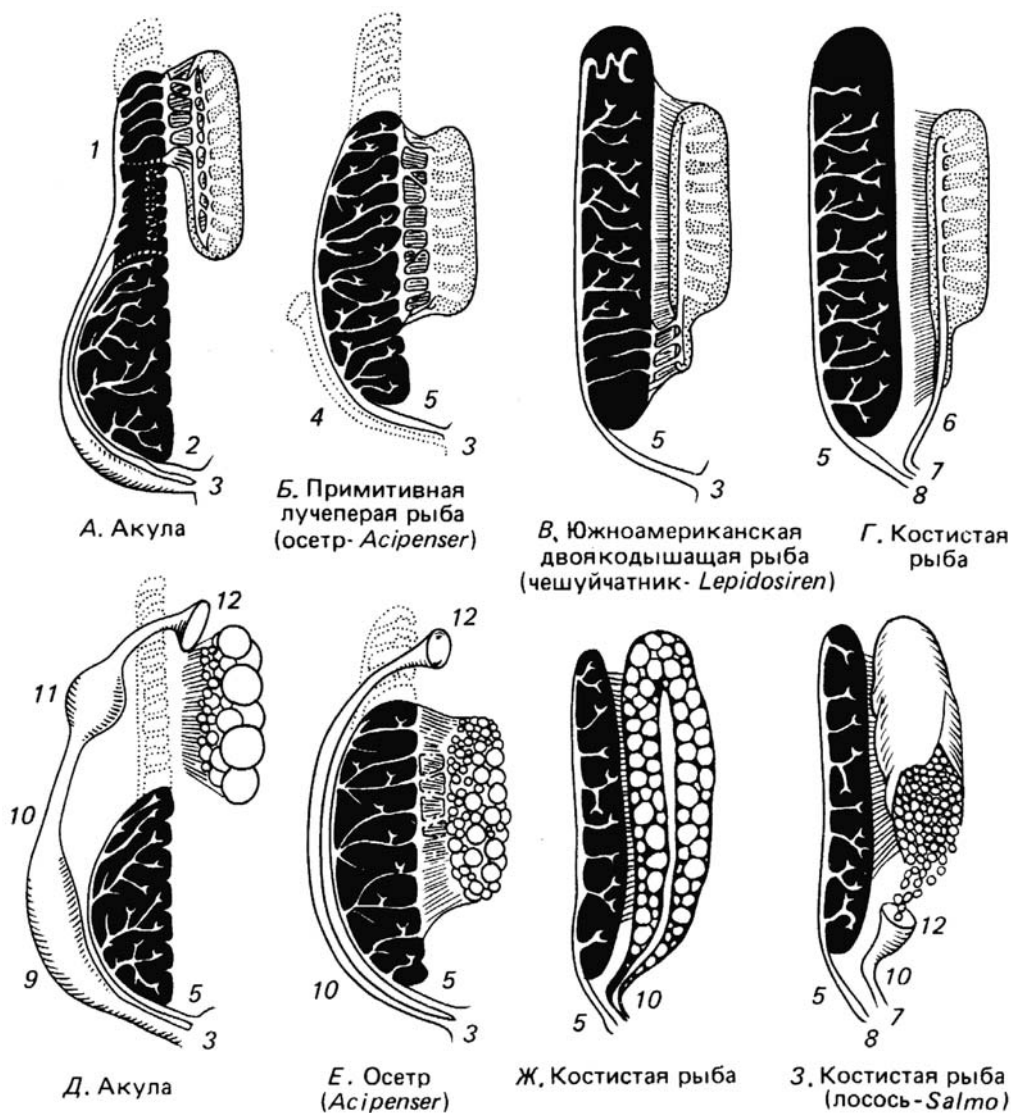


Рис. 1. Характерные типы строения мочеполовой системы рыб: верхний ряд – самцы, нижний – самки [по Ромеру, Парсонсу, 1992]

Результаты

Строение гонад у производителей проходных лососей Дальнего Востока.

Гонады самок кеты (*Ocorhynchus keta*) на IV стадии зрелости (рис. 2) имеют оболочку (как и у других костистых рыб), но не замкнутую, т.е. покрывающую не всю поверхность яичника.

Щель, не покрытая оболочкой, проходит у каждой гонады вдоль ее сверху, чуть сбоку и снаружи от брыжейки. Брыжейка раздваивается и на каждой ее части висит по гонаде (рис. 2). Таким образом, яичники кеты открытого типа.

Во время нереста у самок кеты овулировавшие ооциты попадают в полость тела, а из нее выходят во внешнюю среду через половое отверстие по одной в виде струи. Половое отверстие (половая пора) одно (рис. 3), каких-либо парных остатков яйцеводов в виде воронки нами не обнаружено.

В отличие от самок, у самцов кеты и других исследованных видов лососевых рыб семенники закрытого типа, задняя часть которых превращена в семяпроводы. Оба семяпровода объединяются и открываются одним половым отверстием.



Рис. 2. Гонада кеты развернута открытой частью вперед

У сима (*O. masou*) яичники на III стадии зрелости имеют треугольную форму в разрезе, при этом верхняя часть гонады, также как и у самок кеты, открыта.

У самок горбуши (*O. gorbuscha*) IV стадии зрелости каждая гонада покрыта оболочкой только с нижней и внутренней стороны (рис. 4), т.е. открыта не только верхняя, но и боковая часть гонады.

Такое строение яичников горбуши, видимо, является оптимальным для освобождения гонад от ооцитов в полость тела при овуляции.

Строение гонад у зрелых самок кижуча (*O. kisutch*) аналогично сима. Однако изредка встречаются особи у которых задняя часть гонады имела, как и у других лососей, открытую плоскость, не покрытую оболочкой, а в центральной части наружная стенка гонады была вывернута.

Таким образом у самок исследованных видов дальневосточных лососей имеются различия в строении гонад. Выявлено, что наиболее широко распространенное строение гонад, а, следовательно, и близкое к исходному наблюдается у самок сима, сахалинского тайменя (*Parahucho perryi*) и кижуча, у которых открытая часть яичника выглядит в виде плоскости и располагается в верхней части гонады. Такое же строение яичников наблюдается у кеты в начале IV стадии зрелости гонад, но к концу V стадии зрелости гонады увеличиваются в размерах и открытая часть гонады начинает располагаться сбоку в верхней ее части. Яичники кижуча по строению занимают промежуточное положение между сима и горбушей.



Рис. 3. Непарное половое отверстие без остатков яйцеводов в полости тела самки кеты, через которое продета палочка

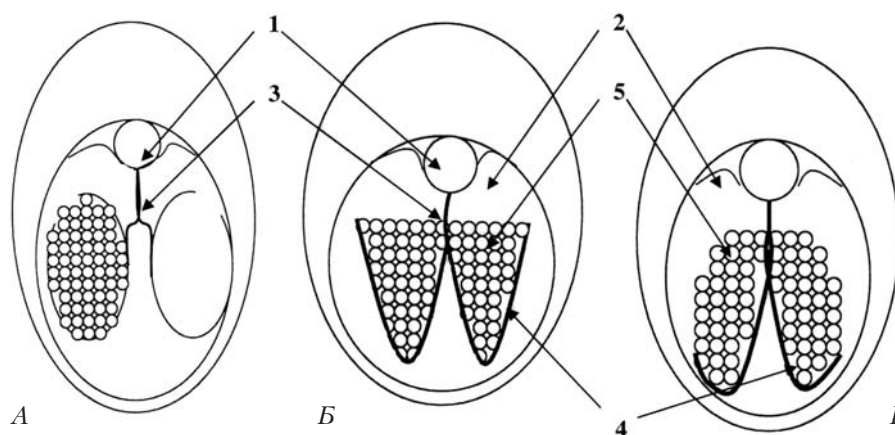


Рис. 4. Схема строения яичников: А — кета; Б — сима, кижуч, таймень, голец (американская паляя), сиг; Б' — горбуша; 1 — плавательный пузырь; 2 — полость тела; 3 — брыжейка; 4 — оболочка яичника; 5 — ооциты

Нами не обнаружено каких-либо следов яйцеводов у исследованных видов тихоокеанских лососей. У всех этих рыб полость тела открывается наружу непарной половой порой. Наличие остатков яйцеводов, видимо, нереально для тихоокеанских лососей с крупной икрой, поскольку они бы препятствовали очередному выходу икринок из полости тела наружу.

Исследование строения гонад у некоторых пресноводных групп лососевидных рыб показало, что у самок тайменя гонады также открытого типа и аналогичны по строению симае. Такое строение яичников является типичным и для голецов, причем не только для кунджи (*Salvelinus leucomaenis*) Дальнего Востока, но и *S. fontinalis* из рек Чехии, а также сиговых рыб.

Филогенетические отношения внутри рода *Oncorhynchus*. Тихоокеанские лососи по количеству хромосом могут быть разделены на две независимые филогенетические ветви развития, берущие свое начало от сима [Черненко, 1969, 1978; Васильев, 1985; Фролов, 2000]. В первой группе хромосомы уменьшаются в ряду: сима, кижуч, нерка, горбуша, во второй — увеличиваются в ряду: сима, чавыча, кета (таблица). В исследованиях морфологии одноплечих хромосом у представителей рода *Ocorhynchus* отмечено наличие в кариотипах у чавычи (*O. tshawytscha*) и симае более 20 субтелоцентрических хромосом в противоположность нерке (*O. nerka*) и горбуше, у которых обнаружено 2–4 таких хромосомы [Muramoto et al., 1974; Горшков, Горшкова, 1981].

В обеих филогенетических ветвях рода *Ocorhynchus* наблюдается тенденция к освоению более северных регионов. Сима является наиболее теплолюбивым видом и распространена только на Азиатском побережье Тихого океана.

Представители обеих ветвей, такие как кижуч, нерка и чавыча, распространились в более северные широты Северной Пацифики, а горбуша и кета вышли в воды Ледовитого океана (рис. 5). В обеих ветвях, как размеры рыб, так и их продолжительность жизни сначала увеличиваются (чавыча, кижуч), а затем сокращаются (кета, горбуша). В связи с освоением более северных вод в обеих ветвях наблюдается тенденция к сокращению продолжительности жизни молоди в пресных водах и уменьшения размера поклатников, исчезновение жилых и карликовых форм. В пределах каждой из этих ветвей наблюдается тенденции к увеличению размеров икры, продолжительности сроков ее инкубации и снижению содержания каротиноидов в ней.

Экологические особенности дальневосточных лососей

Виды	Кариотип		Размер: длина, см; масса, кг	Диапазон возраста созревания: общий средний	Наличие жилых или карликовых форм	Продолжительность жизни в пресной воде, лет	Размеры покатников, см	Диаметр икры, мм	Содержание каротиноидов: мг/% цвет икры	Продолжительность инкубации: дни градусо-дни
	Количество хромосом	NF								
Горбуша	52	100	$\frac{32-64}{1,4-2,3}$	2	Нет	—	3-3,5	5,5-8,0	$\frac{0,96/1,23}{\text{бледно-желтая}}$	$\frac{110-150}{300-740}$
Нерка	56	102	$\frac{52-71}{1,5-4,1}$	$\frac{4-8}{5-6}$	Есть	0-3	7-15	4,7-6,6	$\frac{8,9/10,4}{\text{ярко-красная}}$	$\frac{50-150}{545-783}$
Кижуч	60	104	$\frac{40-80}{1,2-6,8}$	$\frac{3-6}{3-4}$	Есть	1-3	12-15	4,5-6,0	$\frac{6,3/9,2}{\text{ярко-красная}}$	$\frac{45-135}{445-486}$
Сима	66	100-104	$\frac{40-67}{1,3-3,0}$	$\frac{3-7}{3-5}$	Есть	2-3	11-14	4,5-7,7	$\frac{-}{\text{малиново-красная}}$	$\frac{35-83}{423-550}$
Чавыча	68	104	$\frac{78-103}{5,5-17,0}$	$\frac{4-10}{4-7}$	Есть	0-2	10	5,0-10	$\frac{-}{\text{оранжево-красная}}$	$\frac{50-190}{397-563}$
Кета	74	102	$\frac{42-96}{1,0-9,8}$	$\frac{3-10}{3-5}$	Нет	—	3-5	6,5-9,5	$\frac{1,6-1,76}{\text{оранжевая}}$	$\frac{103-120}{223-610}$

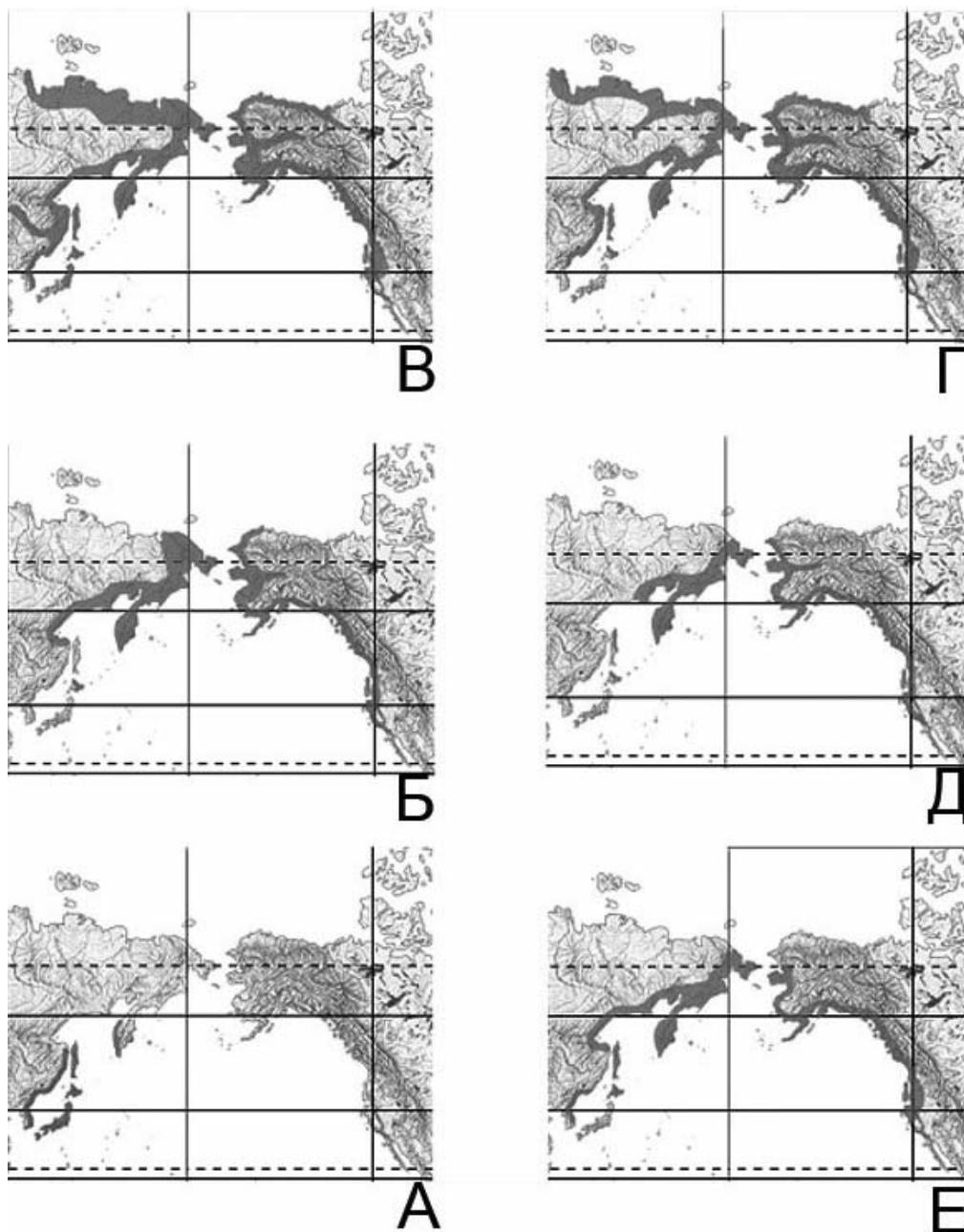


Рис. 5. Распространение видов рода *Oncorhynchus*: А — сима; Б — чавыча; В — кета; Г — кижуч; Д — нерка; Е — горбуша

Роль гонад открытого типа в выведении жидкости у тихоокеанских лососей. Нами было показано на примере горбуши, что в процессе перемещения рыб из моря в реку наблюдается достоверное увеличение их массы за счет оводнения тканей [Микулин, Любаев, 2005]. При этом у самцов для предотвращения этого процесса значительно утолщается кожа и в определенной степени редуцируется пищеварительная система, что, видимо, препятствует проникновению через нее воды в тело, поскольку в морской период жизни лососевые рыбы пьют воду. У самок значительно в меньшей степени редуцируется пищеварительная система и весьма слабо утолщается кожа.

Установлено, что при задержке подхода производителей к нерестилищам или к заводу за счет концентрации их ловушками на путях миграции, а также в конце нерестового хода у самок резко возрастает в яичниках количество ано-

мальной икры типа «горох», сопровождающееся резким увеличением овариальной жидкости [Гриценко и др., 2001; Mikulin, Lyubaeva, 2003]. Эти явления мы связываем с нарушениями у них водно-солевого обмена. Мы полагаем, что такое строение яичников лососевых рыб может быть связано со способностью удалять из них и организма рыбы лишнюю воду.

Проведена оценка возможности удаления жидкости непосредственно из гонады. В связи с этим, самкам кеты с гонадами IV стадии зрелости сквозь стенку брюшной полости шприцом с иглой в левую гонаду по 5 мл в переднюю, среднюю и заднюю части введен физиологический раствор (7 %) с добавлением в него метиленовой сини. Практически моментально весь раствор вышел в полость тела. Из полости тела излишняя окрашенная жидкость удаляется менее чем за 10 мин. Однако в течение 1,5 ч сосуды гонады, внутренняя выстилка полости тела остаются прокрашенными. При этом пищевод и желудок остались не прокрашенными, однако сильно прокрашивался кишечник. Ооциты при этом не прокрасились.

Таким образом, открытый тип яичников обеспечивает две функции:

1) облегчение удаления из гонад через полость тела во внешнюю среду при нересте этих рыб необычайно крупной икры;

2) удаление излишней жидкости из гонад, которая может в них накапливаться в силу примитивности осморегуляции этих рыб при переходе из морской среды обитания в пресную.

Причем возможны два варианта удаления избыточной жидкости из полости тела: или непосредственно через половое отверстие, или путем реабсорбции ее через кишечник. При нарушении возможности удаления жидкости из гонад, что наблюдается в конце нерестового сезона, в них наблюдается массовое образование аномальной икры типа «горох» с большим количеством овариальной жидкости, что отмечалось нами ранее. Наличие яичников открытого типа у представителей Лососевидных рыб, обитающих исключительно в пресных водах, видимо, явление вторичное, унаследованное от проходных форм и сохранившееся в силу наличия у большинства Лососевидных достаточно крупной икры.

Взгляды на эволюцию лососевых рыб с позиций особенностей их осморегуляции и строения яичников. Тетраплоидных лососевых рыб (Хариусовых Thymallidae, Сиговых Coregonidae и собственно Лососевых Salmonidae) включают в подотряд Salmonoidei отряда Лососеобразных Salmoniformes наряду с подотрядами Корюшковидных Osmeroidei, Галаксиевидных Galaxioidei, Серебрянковидных Argentinoidei и других.

По поводу возникновения лососей существует две взаимно противоположные точки зрения. По мнению одних авторов проходные лососи имеют пресноводное происхождение [Garstang, 1931; Дорофеева, 1985], по мнению других — морское [Gregory, 1933; Линдберг, 1948; Никольский, 1971]. Представления о пресноводном происхождении лососей обычно базируются на том факте, что все они размножаются в пресных водах, независимо от мест их нагула: в море или в пресных водах. Из этого делается вывод, что поскольку эмбриональные и постэмбриональные стадии развития, отражающие наиболее древние этапы филогенеза этой группы рыб, приурочены к пресным водам, то и происхождение лососей — пресноводное.

Викторовский [1978] считал на основании анализа структуры кариотипов современных лососевых рыб, что наиболее вероятным числом хромосомных плеч в предковом кариотипе Salmonidae было 104, что соответствует близкородственным к семе. Представители *Oncorhynchus* весьма близки по числу хромосомных плеч к тихоокеанским форелям *Parasalmo* и сахалинскому тай-

мену (*Parahucho perryi*), причем все три группы этих рыб возникли в северо-западной части Тихого океана [Gold, 1977; Loudenslager, Thorgaard, 1979; Горшкова, 1978; Анбиндер и др., 1982; Фролов, 2000].

Кариотипы подавляющего большинства видов семейств Coregonidae и Thymallidae содержат гораздо большее число хромосом и близкое к 100 число хромосомных плеч [Дорофеева, 1977; Викторовский, 1978; Васильев, 1985; Hartley, 1987].

Сравнительно небольшое число хромосом (обычно менее 78) у представителей рода вальки *Prosopium* по сравнению с сига́ми *Coregonus* (обычно более 80) при наличии большого числа субтелоцентрических хромосом в кариотипах позволяет рассматривать род вальки как наиболее рано дивергировавшая ветвь семейства Coregonidae [Norden, 1961; Решетников, 1980]. Дивергенция семейства Coregonidae от общего ствола лососевых рыб произошла почти одновременно или даже ранее дивергенции хариусовых [Norden, 1961; Kendall, Behnke, 1984; Sanford, 1990; Stearly, Smith, 1993]. В своих ареалах как вальки (рис. 6,б), так и хариусы (рис. 6,в), распространялись от Тихого океана.

По поводу филогенетического происхождения лососевидных рыб существуют различные взгляды. Так в качестве предшественников рассматриваются представители семейств Корюшковые Osmeridae и Айювые Plecoglossidae. Все они характеризуются близкими кариотипами: у *Hypomesus transpacificus* $2n = 56$, $NF = 86$ [Kitada et al., 1980]; у *Hypomesus olidus* $2n = 56$, $NF = 78$ и *Hypo-*

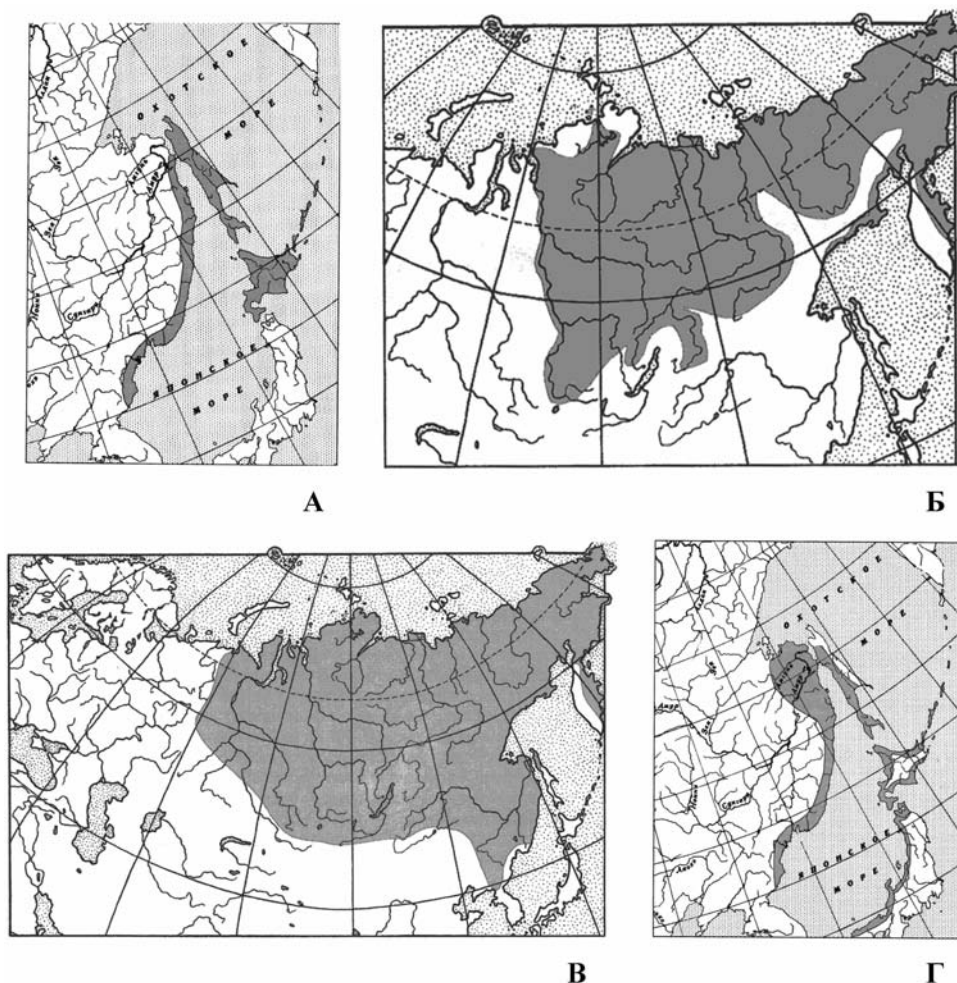


Рис. 6. Распространение: А — сахалинского тайменя *Parahucho perryi*; Б — обыкновенного валька *Prosopium cylindraceum*; В — сибирского хариуса *Thymallus arcticus*; Г — японской малоротой корюшки *Hypomesus nipponensis*

mesus nipponensis $2n = 56$, $NF = 82$ [Васильев, 1985]; у *Plecoglossus altivelis* $2n = 56$, $NF = 68$ [Yamazaki, 1971; Taniguchi et al., 1986]. Следует отметить, что удвоенный кариотип корюшек рода *Hypomesus* ($2n \sim 112$, $NF \sim 144-156$), оказывается чрезвычайно близок кариотипу современных хариусов, отличаясь от него только числом хромосом. Как и в кариотипах хариусов, в нем имеется большая группа субмета-субтелоцентрических хромосом. Распространена, наиболее близкая по кариотипу к исходной форме, японская малоротая корюшка в Японском море Тихого океана (см. рис. 6,з).

Другие авторы в качестве возможного диплоидного предка тетраплоидных лососевых рассматривают форму близкую к анчоусу (*Engraulis mordax*), кариотип которого $2n = 48$, $NF = 48$ состоит исключительно из акроцентрических хромосом без заметных вторых коротких плеч [Оно, 1973; Nelson, 1984].

Особенности строения яичников у предполагаемых предшественников лососевых рыб. Мы проанализировали строение гонад у возможных филогенетических предшественников Лососевидных рыб. К таким предшественникам, по нашему мнению, можно отнести Сельдеобразных и Корюшковидных рыб. Исследования строения гонад тихоокеанской сельди показало, что как у самцов, так и у самок этого вида, гонады закрытого типа. Дистальные части оболочек гонад у самцов сельди представляют собой семяпроводы, у самок — яйцеводы. Сложность рассмотрения Сельдеобразных в качестве предков Лососевидных заключается в том, что если у Корюшковидных и Лососевидных плавательный пузырь находится вне пределов полости тела, то у тихоокеанской сельди, как у карповых, он располагается в полости тела. Таким образом, более вероятно предположение что в качестве непосредственных предшественников Лососеобразных, являются Корюшковидные.

У зубастой корюшки (*Osmerus mordax*) оба яичника открытого типа, но разной формы, длины и массы, при этом правый (меньший по размеру) располагается позади левого (рис. 7). Половое отверстие одно, яйцеводы не обнаружены.

У самцов зубастой корюшки также левый, более крупный, семенник располагается впереди правого, меньшего по размеру. От каждого из них идет



Рис. 7. Строение яичников зубастой корюшки. Вид со спины, левая гонада отклонена вверх, через половое отверстие продета палочка



Рис. 8. Расположение органов в полости тела самца зубастой корюшки

семяпровод к половому отверстию (рис. 8). Плавательный пузырь находится вверху снаружи пленки брыжейки, т.е. находится вне полости тела, как у дальневосточных лососей.

Полученные результаты позволяют полагать, что открытость яичников самок проходных тихоокеанских лососей возникла как следствие их происхождение от проходных Корюшковидных, у которых возникла асимметрия гонад, приведшая к необходимости возникновения открытости яичников. Последнее обстоятельство оказалось полезным для тихоокеанских лососей и используется для удаления излишней жидкости из яичников, а также для более легкого выведения из полости тела более крупной икры.

Заключение

При современном симметричном расположении гонад у производителей тихоокеанских лососей, унаследованная ими от корюшковидных асимметрия внутренних органов, проявилась в возникновении так называемых «фенодевиантов» среди них [Микодина, Пукова, 2002], в основном, в процессе созревания гонад самцов. Рост более плотных яичников в процессе их созревания приводит к вытеснению остальных органов. У части самок возникает асимметрия гонад, вплоть до наличия только одной, что крайне редко. Напротив, у самцов асимметрия в строения гонад — явления частое. Рост менее плотных по консистенции семенников, в процессе их созревания, приводит к тому, что на их поверхности, особенно на левой гонаде, отпечатываются внутренние органы, приводя к искажению формы гонады.

ЛИТЕРАТУРА

- Анбиндер Е.М., Глубоковский М.К., Покозий Н.В. 1982. Кариотип сахалинского тайменя // Биология моря. № 4. — С. 59–60.
- Васильев В.П. 1985. Эволюционная кариология рыб. — М.: Наука. — 301 с.
- Викторовский Р.М. 1978. Механизмы видообразования у гольцов Кроноцкого озера. — М.: Наука. — 110 с.
- Горшков С.А., Горшкова Г.В. 1981. Анализ родственных отношений видов тихоокеанских лососей родов *Oncorhynchus* и *Salmo* (Salmoniformes, Salmonidae) // Зоол. журн. Т. 60. № 1. — С. 84–96.
- Горшкова Г.В. 1978. Некоторые особенности кариотипов тихоокеанских лососей // Цитология. Т. 20. № 12. — С. 1431–1435.
- Гриценко О.Ф., Микулин А.Е., Любаев В.Я., Пукова Н.В., Новиков А.В. 2001. Аномальные икринки в яичниках зрелой кеты // Рыбное хозяйство. Аналитическая и рефератив-

- ная информация. Серия: Воспроизводство и пастбищное выращивание гидробионтов. Вып. 1. — С. 37–51.
- Дзержинский Ф.Я. 1992. Сравнительная анатомия позвоночных. М.: Изд-во Московского ун-та. — 208 с.
- Дорофеева Е.А. 1977. Использование данных кариологии для решения вопросов систематики и филогении лососевых рыб // Основы классификации и филогении лососевидных рыб. — Л.: Зоол. ин-т АН СССР. — С. 86–95.
- Дорофеева Е.А. 1985. Некоторые принципы классификации лососевых рыб (Salmonidae, Salmoninae) // Морфология и систематика лососевых рыб. — Л.: Зоол. ин-т АН СССР. — С. 4–12.
- Линдберг Г.У. 1948. О влиянии смены фаз трансгрессий и регрессий на эволюцию рыб и рыбообразных // Докл. АН СССР. Т. LXIII. № 1.
- Микодина Е.В., Пукова Н.В. 2002. Методические рекомендации по изучению фенотипов семенников у дальневосточных лососей. — М.: ВНИРО. — 94 с.
- Микулин А.Е., Любаев В.Я., Любаева Т.Н. 2005. Особенности осморегуляции производителей горбуши при переходе их из морской среды в пресную // Актуальные проблемы экологическ. физиологии и биохимии и генетики животных Мат-лы межд. научн. конф. — Саранск.: Изд-во Морд.ГУ. — С. 156–157.
- Моисеев П.А., Азизова Н.А., Куранова И.И. 1981. Ихтиология. — М.: Легкая и пищевая пром-ть. — 384 с.
- Никольский Г.В. 1971. Частная ихтиология. — М.: Высшая школа. — 471 с.
- Оно С. 1973. Генетические механизмы прогрессивной эволюции. — М.: Мир. — 227 с.
- Решетников Ю.С. 1980. Экология и систематика сиговых рыб. — М.: Наука. — 301 с.
- Ромер А., Парсонс Т. 1992. Анатомия позвоночных. — М.: Мир. Т. 2. — 406 с.
- Савваитова К.А., Медников Б.М. 1983. Подотряд Лососевидные (Salmonoidei) // Жизнь животных. — М.: Просвещение. Т. 4. — С. 135–158.
- Фролов С.В. 2000. Изменчивость и эволюция кариотипов лососевых рыб. — Владивосток: Дальнаука. — 230 с.
- Черненко Е.В. 1969. Об эволюции и цитотаксономии лососевых рыб семейства Salmonidae // Вопросы ихтиологии. Т. 9. Вып. 6 (59). — С. 971–980.
- Черненко Е.В. 1978. Изменчивость кариотипа нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) озера Дальнего. — М.: МГУ. — 16 с.
- Gold J.R. 1977. Systematics of Western North American trout (*Salmo*), with notes on the redband trout of Shepheaven Creek, California // Can. J. Zool. V. 55. № 11. — P. 1858–1873.
- Garstang W. 1931. The phyletic classification of the Teleostei // Proc. Philos. and Lit. Soc. Scient. Sect. II. Part 5.
- Gregory W.K. 1933. Fish skulls // Trans. Amer. Phil. Soc. V. XXIII. Pt. 2.
- Hartley S.E. 1987. The chromosomes of salmonid fishes // Biol. Rev. V. 62. № 3. — P. 197–214.
- Kendall A.W., Behnke R.J. 1984. Salmonidae: development and relationships // Ontogeny and systematics of fishes // Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Publ. №. 1. — P. 142–149.
- Kitada J., Tatewaki R., Tagawa M. 1980. Chromosomes of the pond smelt *Hypomesus transpacificus nipponensis* M. // Chrom. Inform. Serv. № 28. — P. 8–9.
- Loudenslager E.J., Thorgaard G.H. 1979. Karyotypic and evolutionary relationships of the Yellowstone (*Salmo clarki bouvieri*) and West-slope (*S. c. lewisi*) cutthroat trout // J. Fish. Res. Board Can. V. 36. №. 6. — P. 630–635.
- Mikulin A.E., Lyubaeva T.N. 2003. Problems of artificial rearing of pacific salmon associated with the occurrence of abnormal oocytes in mature ovaries of females // Realising the Potential: Responsible Aquaculture for a Secure Future. Books of Abstract of World Aquaculture 2003, Salvador, Brasil. V. 1. May 19–23. Bahia Convention Center, Salvador, Brasil. — P. 486.
- Muramoto J., Azumi J., Fukuoka H. 1974. Karyotypes of 9 species of the Salmonidae // Chromos. Inform. Serv. № 17. — P. 20–23.
- Nelson J.S. 1984. Fishes of the World. N.-Y. etc.: John Wiley & Sons. — 524 p.
- Norden C.R. 1961. Comparative osteology of representative salmonid fishes, with particular references to the grayling (*Thymallus arcticus*) and its phylogeny // J. Fish. Res. Board Can. V. 18. № 5. — P. 679–791.
- Sanford C.P.J. 1990. The phylogenetic relationships of salmonoid fishes // Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. (Zool.). V. 2. — P. 145–153.
- Stearly R.F., Smith G.R. 1993. Phylogeny of the Pacific trout and salmon (*Oncorhynchus*) and genera of the family Salmonidae // Trans. Amer. Fish. Soc. V. 122. № 1. — P. 1–33.
- Taniguchi N., Kijima A., Fukai J., Inada Y. 1986. Conditions to induce triploid and gynogenetic diploid in ayu *Plecoglossus altivelis* // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. V. 52. №. 1. — P. 49–53.
- Yamazaki F. 1971. A chromosome study of the ayu, a salmonid fish // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. V. 37. №. 8. — P. 707–710.

УДК 597.442:597–116:597–11

СТРОЕНИЕ ООЦИТОВ САХАЛИНСКОГО (ЗЕЛЁНОГО) ОСЕТРА *ACIPENSER MIKADOI* В ПРОЦЕССЕ ЗАВЕРШАЮЩИХ ЭТАПОВ СОЗРЕВАНИЯ ЯИЧНИКОВ

М.А. Седова, А.В. Пресняков

ВНИРО, г. Москва, sedova@vniro.ru

OOCYTE STRUCTURE OF SAKHALIN (GREEN) STURGEON *ACIPENSER MIKADOI* AT THE FINAL STAGES OF OVARY MATURATION

M.A. Sedova, A.V. Presnyakov

VNIRO, Moscow, sedova@vniro.ru

В начале XXI века в России к объекту Красной книги — сахалинскому (зелёному) осетру *Acipenser mikadoi* вновь усилился интерес как перспективному объекту искусственного воспроизводства и аквакультуры. Создание биотехники разведения этого вида даст возможность получать молодь искусственным путем и выпускать ее в реки природного ареала с целью поддержания исторически очень низкой численности его популяции, а также позволит увеличить число объектов товарного осетроводства.

Начиная с 2004 г., с участием сотрудников ВНИРО возобновлено изучение биологии сахалинского осетра, как в природе, так и в заводских условиях. Проводятся ежегодные экспедиции с целью изучения его экологии на р. Тумнин, где он обитает. На трех рыбоводных предприятиях России созданы ремонтно-маточные стада сахалинского осетра: 1) на Охотском ЛРЗ (Сахалинская область) с 1991 г., 2) на осетровом участке Анюйского ЛРЗ (Хабаровский край) с 2005 г., 3) в цехе по воспроизводству ценных видов осетровых рыб Алексинского химического комбината с 2005 г., и отрабатываются биологические основы разведения и товарного выращивания этого вида [Любаев, 2004; Микодина, Хрисанфов, 2008; www.aleksin.tula.ru/ecology.htm].

Сведения по биологии сахалинского (зелёного) осетра, документированные поимки которого известны только из р. Тумнин Хабаровского края, до недавнего времени можно было найти лишь в работах Артюхина и Андропова [1989, 1990], а также в монографии Артюхина [2008], вышедшей в свет после кончины автора благодаря усилиям его коллег и друзей. Только эти работы известны и зарубежным исследователям.

Строение половых клеток сахалинского осетра в литературе практически не описано. Имеется лишь одно краткое упоминание о строении семенника од-

ного самца в нерестовый период и микрофотографии его гистологических срезов [Артюхин, Андронов, 1990]. Трудность получения репрезентативного материала для различных исследований сахалинского осетра объяснима и состоит в том, что данный вид является объектом охраны. Он внесен в Красные книги МСОП, Российской Федерации, Хабаровского края и Сахалинской области. На этом основании уполномоченные органы выдают разрешение на ежегодный вылов нескольких экземпляров сахалинского осетра без изъятия, т.е. после проведения биологического анализа, взятия щуповых проб, гормональной стимуляции, получения половых продуктов живых особей возвращают обратно в естественную среду обитания.

В 2005–2008 гг. по прошествии 14 лет после последнего получения потомства сахалинского осетра вновь получена и выращивается его молодь [Микодина, Хрисанфов, 2008]. Например, в 2005 г. в условиях Охотского ЛРЗ для получения новой генерации использовали икру от дикой самки и сперму заводских самцов [Пресняков и др., 2006], что расширило возможности для сбора материала и получения новых данных.

Цель настоящего исследования описание строения ооцитов диких и заводских самок сахалинского осетра на завершающих этапах их созревания.

Материал и методика

Объектом исследования стали 4 самки сахалинского (зелёного) осетра. Две из них были выловлены в 2005 г. в р. Тумнин Хабаровского края и доставлены на Охотский рыболовный завод. В статье использованы также некоторые показатели еще одной дикой самки, выловленной в р. Тумнин в 2008 г. Возраст этих рыб неизвестен. Одна самка в возрасте 14+ выбрана по экстерьерным показателям из маточного стада Охотского лососевого рыболовного завода.

Перед рыболовными манипуляциями самки были взвешены, измерены и рассчитаны некоторые морфофизиологические индексы [Правдин, 1966]. Для гистологического изучения использованы самки № 1–3, у которых в 2005 г. перед началом их гормональной стимуляции взяты щуповые (биопсийные) пробы. Материалом для гистологического исследования послужили ооциты из этих проб, зафиксированные в 4%-ном формальдегиде. Гистологическую проводку материала проводили через автомат карусельного типа модели STP-120. Заливку материала в парафин осуществляли на заливочной станции ЕС-350. Срезы толщиной 5–7 мк получали на санном микротоме НМ 440Е с автоматической ретракцией [Микодина и др., 2009]. Готовые срезы окрашивали квасцовым гематоксилином по Эрлиху [Ромейс, 1953] с докраской эозином. Для фотографирования микропрепаратов использовали микроскоп Olympus с автоматической видеокамерой Leica DC-100 с помощью программ DC Viewer и Photoshop CS2. Фотографии получали при увеличении окуляра 10× и объективов 5, 10, 20 и 40×. Микрофотографии анализировали с помощью системы анализа изображения Image-J.

Результаты и обсуждение

Биологические показатели самок. Биологические показатели самок, от которых получены ооциты, представлены в табл. 1. Масса тумнинских самок сахалинского осетра, включенных в наше исследование, варьировала между 18,32 и 29,0 кг, причем все дикие самки оказались крупнее заводской, а коэффициент зрелости самки № 1 был почти в два раза выше, чем у заводской самки № 3. По нашим данным, рабочая плодовитость сахалинского осетра различается: у самки № 3 она составила — 143 тыс. шт. (2005 г.), у № 4 — около 96 тыс. шт. (2008 г.)

Биологические показатели самок сахалинского (зелёного) осетра

№ самки	Происхождение самок, год поимки	Масса, кг	Масса без внутренностей, кг	Длина, см		Масса гонад, г		КЭ, %
				ав (TL)	ас	левая	правая	
1	р. Тумнин (2005)	18,320	15,810	148	137	1300	960	14,3
2	р. Тумнин (2005)	25,650	—	165	152	2860		11,2
3	Охотский ЛРЗ* (2005)	13,360	11,260	123	115	240	740	7,3
4	р. Тумнин (2008)	29,000	—	170	—	2941		10,4

* Самка погибла после рыболовных манипуляций.

По нашим данным (см. табл. 1), масса правого и левого яичников у сахалинского осетра неодинакова: у самки № 1 левая гонада в 1,4 раза больше, а у самки № 3 правая гонада больше в 3 раза. Мы пока затрудняемся в интерпретации этого факта.

Морфология ооцитов. Овулировавшие икринки диких самок сахалинского осетра имеют чёрную окраску (рис. 1). Судя по щуповым пробам 2005 г., у заводских самок они окрашены менее интенсивно и имеют серый цвет. Активированные яйца сахалинского осетра имеют слабую клейкость. Средняя масса одной икринки сахалинского осетра, по нашим данным, составляет 30,3 мг, диаметр неоплодотворенных яиц — 3,2–3,5 мм. Артюхин и Андронов [1990] указывали диаметр яиц 3,3–3,7, рабочую плодовитость — 60 и 140 тыс. икринок. Для сравнения отметим, что у зелёного осетра *Acipenser medirostris* Американского побережья икринки не только крупнее (в среднем 4,34 мм), но и выше рабочая плодовитость — 151 тыс. шт. [Van Eenennaam, Doroshov, 2002].

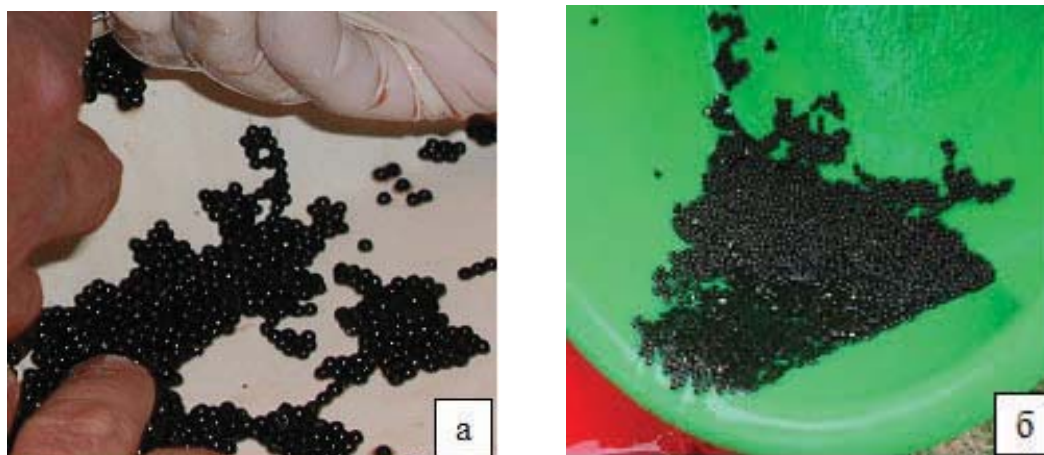


Рис. 1. Черная окраска овулировавших икринок диких самок сахалинского осетра: а — 2005 г.; б — 2008 г.

Тонкое строение ооцитов. Гистологическое исследование показало, что яйцевая оболочка всех ооцитов сахалинского осетра из исследованных нами 3-х яичников IV стадии зрелости состоит из нескольких слоев: студенистой

(бесструктурная, или хорион) и двухслойной желточной (sin радиальная, лучистая, *zona radiata*) — наружной и внутренней. Все ооциты на этой стадии зрелости поверх яйцевых оболочек покрыты слоем фолликулярных клеток — плоских на анимальном полюсе и разнокачественных (плоских и столбчатых) — на вегетативном. Поверх него расположена очень тонкая, бесструктурная *tesa folliculi*. Все оболочки и собственно яйцо образуют фолликул. С внутренней стороны ооцита непосредственно к внутренней желточной оболочке примыкает собственно яйцо, одетое желточной мембраной. Под ней у икринок сахалинского осетра виден слой мелких пигментных гранул (рис. 2, *а, б*), заполненных меланином. Этот пигмент и определяет интенсивно чёрный цвет икры у всех осетровых. На срезах ооцитов сахалинского осетра видно, что пигментный слой у ооцитов заводской самки выражен крайне слабо (рис. 2, *в*) по сравнению с ооцитами диких особей. Очевидно, этим можно объяснить бледную (серую) окраску икры заводских самок в отличие от ярко чёрной — у диких. Считаю важным отметить, что в ооцитах всех самок нами не обнаружен слой кортикальных альвеол (гранул). В ооцитах сахалинского осетра из яичников IV стадии зрелости желток структурирован по-разному: на анимальном полюсе яйца желток мелкозернистый (см. рис. 2, *а*), на вегетативном — крупнозернистый (см. рис. 2, *б, в*).

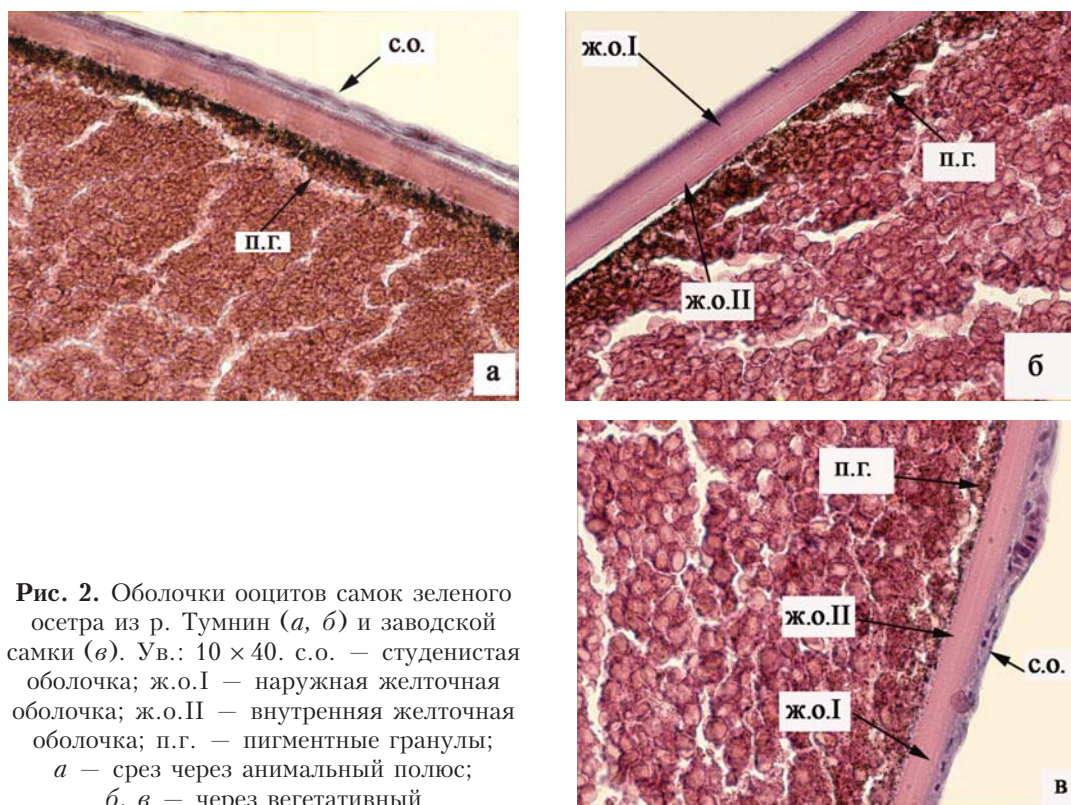


Рис. 2. Оболочки ооцитов самок зеленого осетра из р. Тумнин (*а, б*) и заводской самки (*в*). Ув.: 10 × 40. с.о. — студенистая оболочка; ж.о.І — наружная желточная оболочка; ж.о.ІІ — внутренняя желточная оболочка; п.г. — пигментные гранулы; *а* — срез через анимальный полюс; *б, в* — через вегетативный

Икра сахалинского осетра, как и у всех осетровых крупная, в связи с чем в поле зрения объектива при увеличении 10 × 40 не может попасть весь ооцит, а уместается лишь его небольшой сектор. На фрагменте анимального полюса ооцитов сахалинского осетра хорошо видны 1–3 микропиларных канала (рис. 3, *а–в*). Студенистая оболочка является продуктом секреции клеток фолликулярного эпителия и на более ранней стадии еще непосредственно связана с ним [Детлаф, Гинзбург, Шмальгаузен, 1981]. На рис. 3, *в* видно, что каналы микропиле в яйцевой оболочке в период до овуляции заняты выростами фолликулярных клеток — макроворсинками.

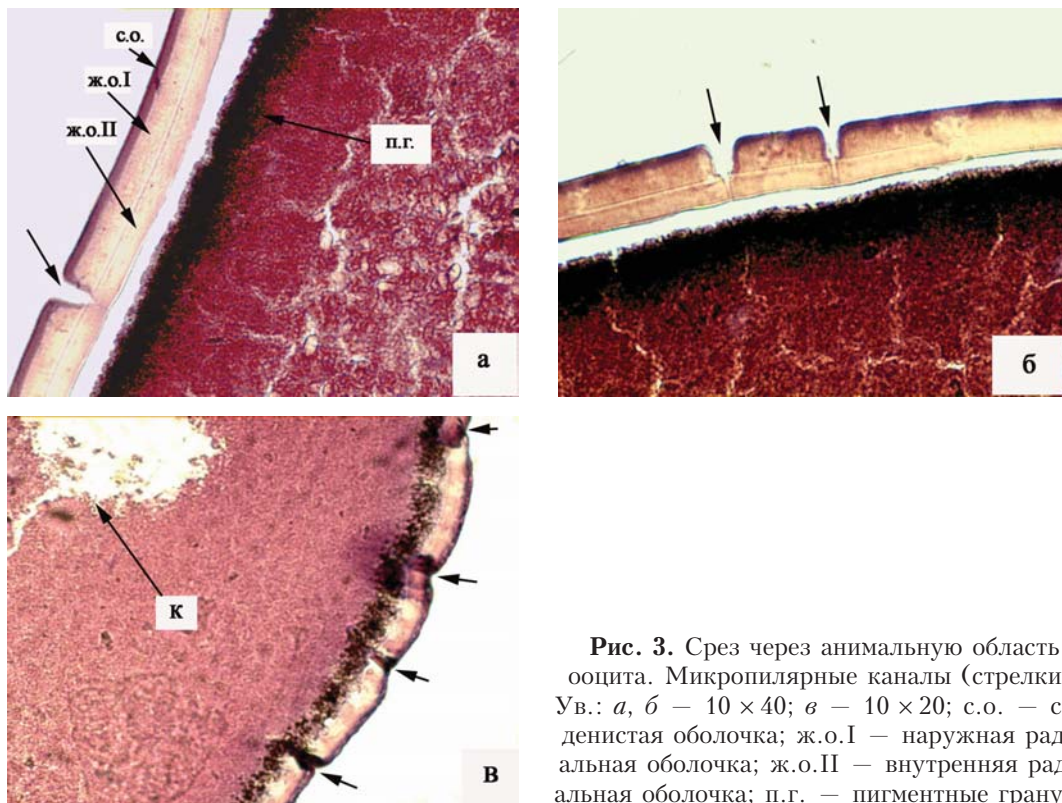


Рис. 3. Срез через анимальную область ооцита. Микропиллярные каналы (стрелки). Ув.: *а, б* — 10 × 40; *в* — 10 × 20; с.о. — ступенчатая оболочка; ж.о.І — наружная радиальная оболочка; ж.о.ІІ — внутренняя радиальная оболочка; п.г. — пигментные гранулы

Дикая самка из р. Тумнин № 1. В ооцитах самки сахалинского осетра, выловленной в природе, ядро (или «зародышевый пузырек») оказалось смещено в анимальную область. Его положение позволяет судить о том, достигли ли гонады IV завершающей стадии зрелости, на которой фолликулы приобретают способность реагировать на воздействие экзогенных гормонов созреванием. Этот процесс у сахалинского осетра сходен с другими видами осетровых. Хорошо известно, что при переходе гонад от IV незавершенной к IV завершённой стадии зрелости ядро в ооцитах смещается в направлении анимального полюса и оказывается полностью или почти полностью окруженным мелкозернистым желтком анимальной области [Трусов, 1964а,б, 1975; Казанский и др., 1978].

Ядро («зародышевый пузырек») заполнено ядерным соком (кариоплазмой), в котором расположено небольшое плотное образование, заключающее хромосомы, — кариосфера. На этой стадии ооцит содержит двойное (диплоидное) число хромосом, объединенных в тетрады, состоящие из двух временно соединившихся гомологичных хромосом отцовского и материнского геномов, каждая из которых, в свою очередь, подразделяется на две сестринские хроматиды. В таком виде хромосомный аппарат сохраняется до перехода ооцита к созреванию.

У сахалинского осетра в кариоплазме имеются многочисленные интенсивно окрашенные ядрышки (рис. 4,б). Они располагаются ближе к ядерной оболочке в той части ядра, которая обращена к вегетативному полюсу, как это описывали и у русского осетра Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург и О.И. Шмальгаузен [1981].

Ядерная оболочка образует множество выпячиваний, в этой области в цитоплазму проникает небольшое количество кариоплазмы, которая не растекается и не смешивается с желтком, а выглядит на срезах ооцита как прилегающая к ядру серповидная лагуна, заполненная лишенным желточных включений материалом (см. рис. 4).

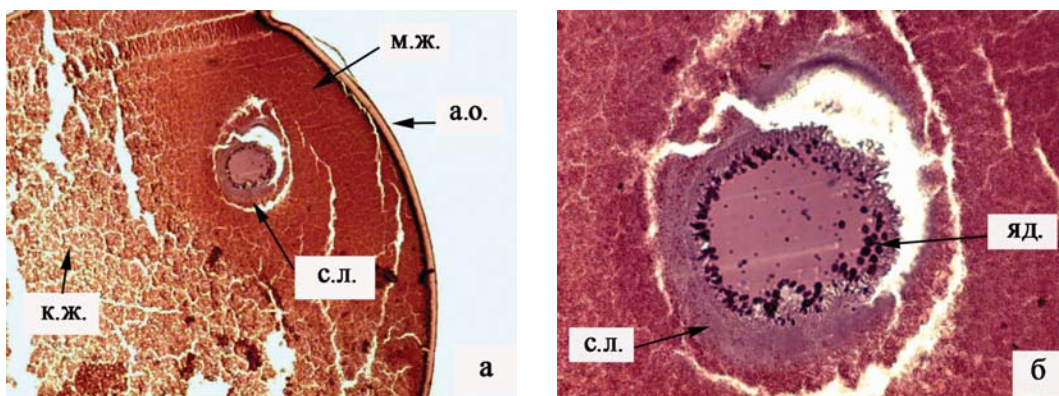


Рис. 4. Ооциты дикой самки сахалинского осетра № 1 из р. Тумнин. Ядро смещено к анимальному полюсу. Кариоплазма в виде сердцевидной лакуны. Ув.: *a* – 10×5 ; *б* – 10×20 ; а.о. – анимальная область; яд.- ядрышки; с.л. – серповидная лакуна; м.ж. – мелкозернистый желток; к.ж. – крупнозернистый желток

При переходе к IV завершающей стадии зрелости оболочка ядра ооцита разрушается, ядрышки исчезают и все содержимое кариоплазмы перетекает в цитоплазму (рис. 5, 6).

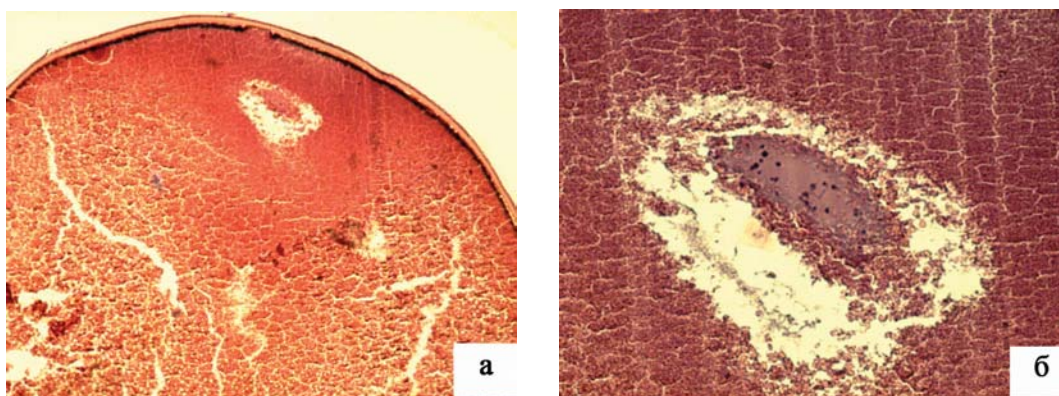


Рис. 5. Анимальная область ооцита с дезинтегрированной оболочкой ядра. Ув.: *a* – 10×5 ; *б* – 10×20

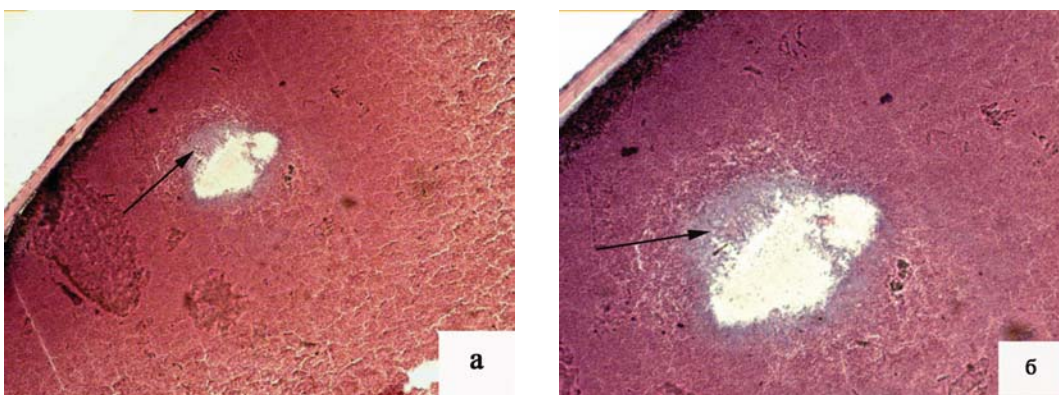


Рис. 6. Разрушение «зародышевого пузырька». Кариоплазма, выходящая в цитоплазму (стрелка). Дикая самка № 1. Ув.: *a* – 10×10 ; *б* – 10×20

Заводская самка сахалинского осетра. Аналогичные структурные особенности выявлены и у заводской самки. Ядро её ооцита расположено в мелкозернистой части анимального полюса. Ядрышки сконцентрированы в сторону вегетативного полюса. Кариоплазма имеет вид серповидной лакуны (рис. 7). На рис. 8 видно, что ядро полностью разрушено, но серповидная лакуна пока ещё сохраняется.

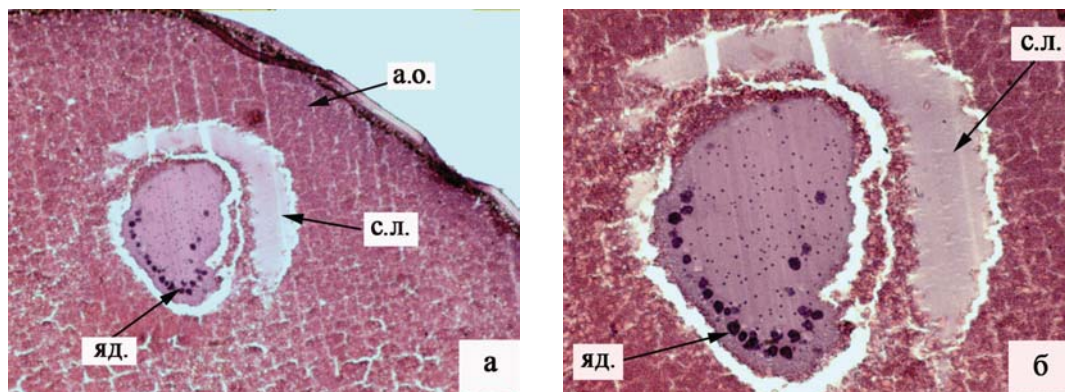


Рис. 7. Ооцит заводской самки № 3. Ядро ооцита, смещено к анимальному полюсу.
Ув.: а — 10 × 10; б — 10 × 20; а.о. — анимальная область; яд. — ядрышки;
с.л. — серповидная лакуна

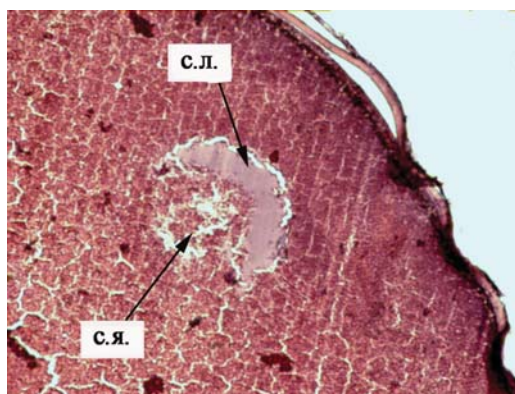


Рис. 8. Ооцит заводской самки с остатками ядра. Ув.: а — 10 × 10; с.я. — «следы» ядра;
с.л. — серповидная лакуна

Дикая самка из р. Тумнин № 2. На гистологических препаратах в ооцитах дикой самки сахалинского осетра № 2 нами не было найдено ни одного четко сформированного ядра. По-видимому, по мере разрушения «зародышевого пузырька» кариоплазма постепенно распределяется в цитоплазме анимальной области ооцита и образует в ней густую сеть лакун (рис. 9), окрашивающихся гематоксилин-эозином в голубой цвет.

В литературе уже отмечали наличие в ооцитах осетровых таких полостей, заполненных веществом невыясненной природы [Атлас нарушений в гаметогенезе..., 2004]. Их рассматривали как нарушение в структуре ооцита и считали аномальным явлением. Мы же полагаем, что это вполне может быть характерной особенностью строения ооцитов не только сахалинского осетра, но и других видов осетровых рыб. О ней также упоминается и в широко известной книге «Развитие осетровых рыб» [Детлаф, Гинзбург, Шмальгаузен, 1981]. Основываясь на наших данных, мы заключаем, что голубые лакуны между гранулами мелкозернистого желтка анимального полюса не аномалия, а остатки кариоплазмы. Это представляется правдоподобным также в связи с отсутствием на

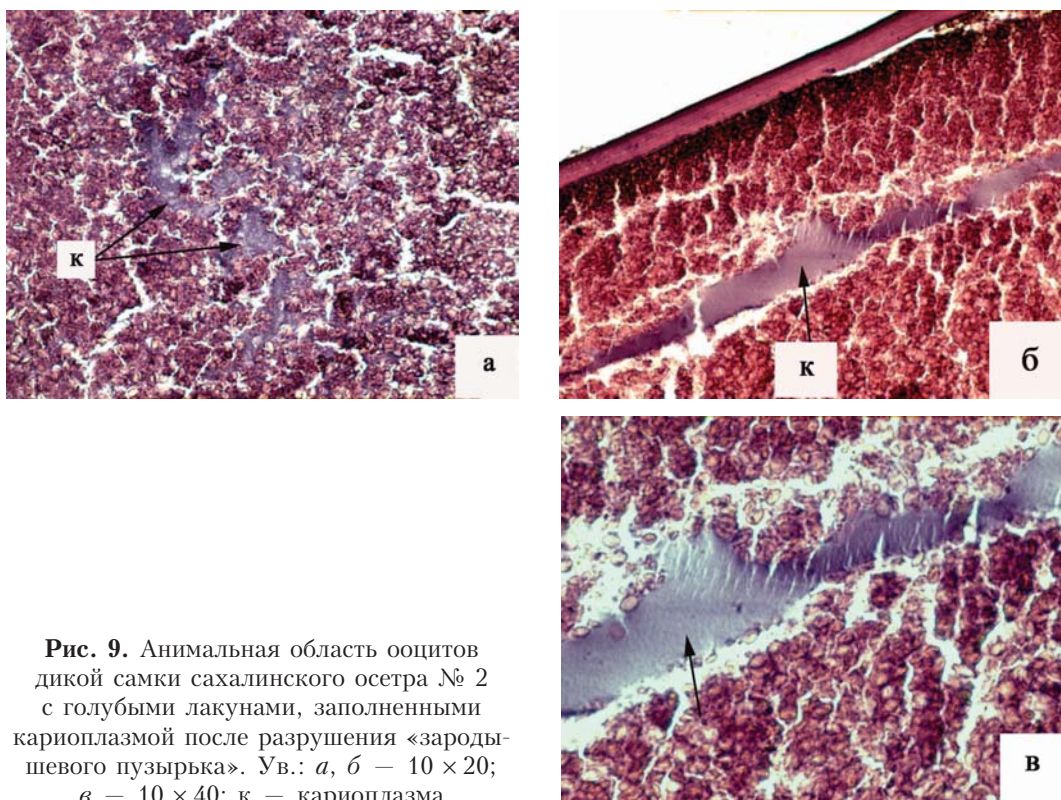


Рис. 9. Анимальная область ооцитов дикой самки сахалинского осетра № 2 с голубыми лакунами, заполненными кариоплазмой после разрушения «зародышевого пузырька». Ув.: *а, б* — 10×20 ; *в* — 10×40 ; к — кариоплазма

срезах ооцитов осетровых, например персидского осетра [Артюхин, 2008], кортикальных альвеол. Нельзя исключать, что у осетровых кариоплазма высокоосмотична и может играть у них свою роль в образовании перивителлинового пространства, которое у всех видов осетровых очень небольшое и образуется только в области анимального полюса яйца.

Неожиданным феноменом оказалось то, что на некоторых срезах ооцитов диких самок сахалинского осетра в районе анимальной области кариоплазма находилась между желточной оболочкой и мембраной яйца (рис. 10). На наш взгляд — это нарушение в строении.

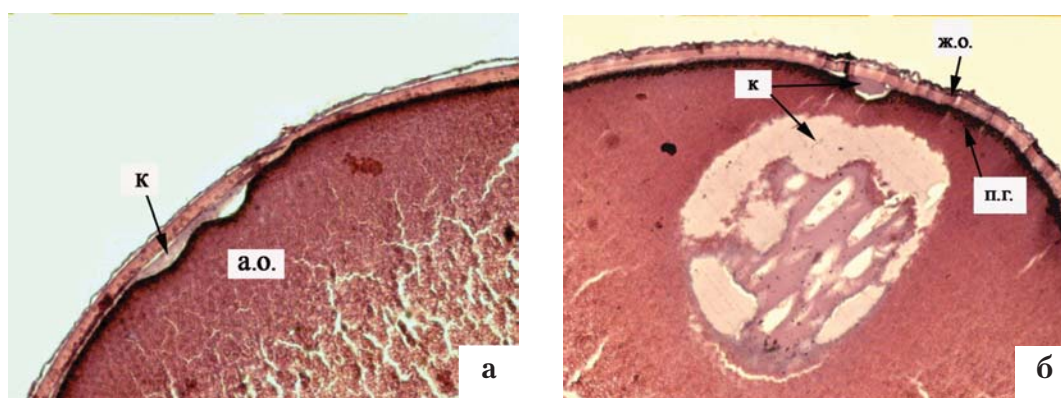


Рис. 10. Анимальная область ооцитов дикой самки № 2 (*а*) и № 1 (*б*) с кариоплазмой между яйцевой желточной оболочкой и пигментными гранулами и пикнотичным ядром. Ув.: 10×10 ; к — кариоплазма; п.г. — пигментные гранулы; ж.о. — желточная оболочка

Заключение

Считаем важным констатировать, что в данной статье впервые описано строение ооцитов сахалинского осетра из яичников IV стадии зрелости. Показано, что исследованные самки по строению ооцитов отличаются разнокачественностью, отражающей степень подготовленности каждой из них к нересту. Установлено, что яичники и дикой самки № 1, и заводской самки сахалинского осетра в период наших исследований достигли IV стадии зрелости, о чём свидетельствует смещение ядра в мелкозернистую часть анимальной области. Гонады дикой самки № 2 находились на IV завершающей стадии зрелости, а ооциты оказались более продвинутыми в развитии. Это подтверждается разрушением «зародышевого пузырька» в её ооцитах и распределением кариоплазмы в цитоплазме анимальной области ооцита с образованием в ней густой сети лакун, окрашивающихся в голубой цвет. Нами впервые отмечено, что небольшое количество кариоплазмы может попадать между желточной оболочкой и собственно яйцевой мембраной. Считаем это аномалией строения. На срезе через анимальную область ооцита в яйцевой оболочке видны несколько (1–2, 3–4) микропиллярных каналов.

Отметим, что, несмотря на продолжительную транспортировку диких самок из низовьев р. Тумнин на юго-восток Сахалина (Охотский ЛРЗ), именно одна из них (№ 2) созрела в заводских условиях и отдала 2860 г икры. Сравнение состояния ее ооцитов с яйцеклетками двух других исследованных нами самок: диких и заводской, показывает, что стимуляция овуляции дикой самки № 2 была начата вовремя, т.е. до окончания миграции ядра к анимальному полюсу и начала дезинтеграции ядерной оболочки. Двух других самок, очевидно, можно считать перезревшими, ибо в их ооцитах ядро закончило миграцию на анимальный полюс, и произошла дезинтеграция ядерной оболочки. Стимуляция завершающих этапов созревания и овуляции у этих самок успеха не имела.

Подчеркнем, что именно дикая самка № 2 не только созрела после гормональной стимуляции, но от неё с участием стимулированных заводских самцов получено потомство [Микодина, Хрисанфов, 2008]. После его выращивания в 2007 г. 40 экз. двухлеток [Васильева, 2007], а в 2009 г. — 15 четырехлеток были выпущены в оз. Тунайча, расположенного на юго-востоке о. Сахалин, куда ранее заходил сахалинский осётр.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексинский* химический комбинат. 2009. www.aleksin.tula.ru/ecology.htm
- Артюхин Е.Н.* 2008. Осетровые (экология, географическое распространение и филогения). — СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та. — 137 с.
- Артюхин Е.Н., Андронов А.Е.* 1989. О некоторых чертах биологии осетра р. Тумнина // Осетровое хозяйство водоемов СССР. Тез. докл. Всеросс. конф. Ч. 1. Астрахань. — С. 9–10.
- Артюхин Е.Н., Андронов А.Е.* 1990. Морфобиологический очерк зелёного осетра *Acipenser medirostris* (Chondrostei, Acipenseridae) из реки Тумнин (Датта) и некоторые аспекты экологии и зоогеографии осетровых // Зоол. журн. Т. 69. Вып. 12. — С. 81–91.
- Атлас* нарушений в гаметогенезе и строении молоди осетровых. 2004. // Акимова Н.В., Горюнова В.Б., Микодина Е.В. и др. — М.: Изд-во ВНИРО. — 120 с.
- Васильева О.* 2007. Царь-рыба меняет прописку // Российская газета — Дальний Восток. № 4398. 27 июня 2007 г.
- Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И.* 1981. Развитие осетровых рыб. — М.: Наука. — 224 с.
- Казанский Б.Н., Феклов Ю.А., Подушка С.Б., Молодцов А.Н.* 1978. Экспресс метод определения степени зрелости гонад у производителей осетровых // Рыб. хоз-во. № 2. — С. 24–27.
- Любаев В.Я.* 2004. Маточное стадо сахалинского (зелёного) осетра как генофондная основа для сохранения вида // Мат-лы межд. конф. «Сохранение генетических ресурсов». Санкт-Петербург, 19–22 октября 2004 г. — С. 812–813.

- Микодина Е.В., Хрисанфов В.Е.* 2008. Сахалинский осётр: краткая хронология работ по изучению его биологии, разработке технологии искусственного воспроизводства и реакклиматизации в природном ареале // Результаты и перспективы акклиматизационных работ. Мат-лы научно-практической конф. Клязьма, 10–13 декабря 2007 г. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 79–86.
- Микодина Е.В., Седова М.А., Чмилевский Д.А., Микулин А.Е., Пьянова С.В., Полуэктова О.Г.* 2009. Гистология для ихтиологов (опыт и советы). — М.: Изд-во ВНИРО. — 112 с.
- Правдин И.Ф.* 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). — М.: Изд-во Пищевая пром-ть. — 376 с.
- Ромейс Б.* 1953. Микроскопическая техника. — М.: Иностр. литература. — 718 с.
- Трусов В.З.* 1964а. Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желёз осетровых // Тр. ВНИРО. Т. 56. — С. 69–78.
- Трусов В.З.* 1964б. Метод определения степени зрелости половых желёз самок осетровых рыб // Рыбное хоз-во. № 1. — С. 26–28.
- Хрисанфов В.Е.* 2005. Сахалинский осётр *Acipenser medirostris*, Ayres 1854 — исчезающий вид отечественной ихтиофауны // Зоокультура и биологические ресурсы. Материалы научно-практической конференции ИПЭЭ РАН И МСХА им. К.А.Тимирязева, 4–6 февраля 2004 г. Москва. — С. 58–61.
- Mikodina E.V.* 2006. The Sakhalin sturgeon — *Acipenser medirostris*, a new object in Russian aquaculture // Abstracts of International Conference «Aqua-2006». 9–13 May, Florence, Italy. — P. 609.
- Mikodina E.V., Khrisanfov V.E., Lyubaeв V.Ya., Presnyakov A.V.* 2006. Artificial spawning of Sakhalin sturgeon in Russia // Abstracts of International Conference «Aqua-2006». 9–13 May, Florence, Italy. — P. 610.
- Van Eenennaam J.P. and Doroshov S.I.* 2002. Reproductive conditions of the Klamath River green sturgeon (*Acipenser medirostris*) // 5th Int. Symp. on Sturgeon. Coll. Ex. Abstracts and Presentation Summaries. Oshkosh, Wisconsin, USA, July 8–13. — С. 122.

УДК: 597.442:597–15

РЕКА ТУМНИН КАК РЕПРОДУКТИВНЫЙ ВОДОЁМ САХАЛИНСКОГО ОСЕТРА *ACIPENSER MIKADOI*: ЭКОЛОГИЯ И СОПУТСТВУЮЩАЯ ИХТИОФАУНА

Е.В. Микодина¹, В.Е. Хрисанфов², А.В. Пресняков¹

¹ ВНИРО, г. Москва, mikodina@vniro.ru

² ЦУРЭН, г. Москва

THE TUMNIN RIVER AS THE REPRODUCTIVE BASIN FOR SAKHALIN STURGEON *ACIPENSER MIKADOI*: ECOLOGY AND ACCOMPANYING ICHTHYOFAUNA

E.V. Mikodina¹, V.E. Khrisanfov², A.V. Presnyakov¹

¹ VNIRO, Moscow, mikodina@vniro.ru

² TsUREN, Moscow

Возможность полного исчезновения сахалинского осетра *Acipenser mikadoi* sensu Birstein, 1993 из российского дальневосточного ареала вызывает беспокойство научной общественности [Артюхин, 2008; Shilin, 1995], побуждая к дальнейшему изучению его биологии и экологии. Этот один из самых малочисленных видов российских осетров семейства Acipenseridae имеет собственный природоохранный статус: занесен в Красные книги Международного союза по охране природы и природных ресурсов (МСОП – IUCN)¹, Российской Федерации (2000) и Хабаровского края (2008) под латинским названием *A. medirostris*. Во второй половине XX – начале XXI века одним из локальных мест обитания сахалинского осетра остается р. Тумнин, или Датта [Артюхин, Андронов, 1989, 1990; Артюхин, 2008; Иванов, 2008]. Её бассейн расположен на трёх особо охраняемых природных территориях (ООПТ) Хабаровского края: Тумнинского заказника площадью 143 100 га, Тумнинского природного парка площадью 281740 га, Тумнинской защитной территории (экологического коридора) площадью 85 320 га [О стратегии сохранения биоразнообразия Сихотэ-Алиня, 1998].

Экология этой уникальной реки, особенности ландшафта, по которому она протекает, ее гидрологические и гидрохимические особенности, региональные климатические условия изучены крайне мало. По нашему мнению, такие сведения могут помочь понять: почему из всех известных ранее крупных рек своего ареала (рр. Тымь, Поронай) сахалинский осетр до настоящего времени

¹ IUCN – International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.

сохранился в ограниченном числе рек, в том числе в одной из крупнейших рек юго-востока Хабаровского края — р. Тумнин.

Из публикации в публикацию переходят одни и те же достаточно ограниченные сведения по этому вопросу, а их углублением и анализом практически не занимаются. Вместе с тем, в настоящее время интенсифицировались исследования по изучению биологии сахалинского осетра в естественных условиях, начата разработка биологических основ его искусственного разведения с целью поддержания численности и диверсификации объектов аквакультуры, проведено несколько выпусков молоди в естественную среду — сеголеток в р. Тумнин Хабаровского края (2007 и 2008 гг.) и двухлеток в оз. Тунайча Сахалинской области (2007 г.) [Рыбоводно-биологическое обоснование..., 2004; Микодина, Хрисанфов, 2008]. Цель настоящей работы — изучение экологии р. Тумнин и её рыбного сообщества как среды обитания сахалинского осетра.

Материал и методика

Материал для настоящей работы собирали в период 2005–2009 гг. в нижнем течении р. Тумнин Хабаровского края. Отлов диких особей сахалинского (зелёного) осетра, как объекта Красной книги Российской Федерации и Хабаровского края, проводили по ежегодному разрешению Росприроднадзора, предписывающему работу с особо охраняемыми объектами без изъятия, т.е. с выпуском выловленных рыб после полевой работы с ними. В период 2005–2008 гг. было разрешено вылавливать по 6 половозрелых особей и 60 экз. молоди ежегодно. Время проведения обловов сахалинского осетра в 2005 г. пришлось на период с 30 мая по 3 июня; в 2006 г. — с 26 мая по 6 июля и 19–30 сентября, в 2007 г. — с 15 мая по 15 июня; в 2008 г. — с 13 мая по 17 июня.

Для отлова сахалинского осетра использовали одностенные ставные сети с ячейей 110–140 мм, длиной 35–60 м, с высотой стенки — 6–7 м, которые выставляли на весь период полевых работ, снабжая их бум с указателем номера разрешения Росприроднадзора. Молодь ловили также одностенными ставными сетями, но меньшего размера — ячейя 30–60 мм, длина 25–90 м и высота стенки — 1,8–3 м. При отлове молоди проведено 160 сетепостановок. Проверку сетей осуществляли несколько раз в день. На выставленных сетях организовывали ежедневное дежурство. Всех рыб, попавших в сети в период проведения экспедиционных работ, считали сопутствующей ихтиофауной. Всех особей сахалинского осетра подвергали частичному биологическому анализу (без вскрытия).

Уровень воды в Монгохтинской старице измеряли рейкой, отмечая время наступления большой и малой воды. Температуру воды в реке и старицах измеряли термооксиметром «Марк-302Э», солёность рефрактометром, рН — с помощью портативного рН-метра «Combo HANNA HI98129». В 2008 г. часть выловленных рыб поместили электронными метками с помощью системы для метки рыб «EURO 1000» («АКВАКУЛЬТУР Фиштехник ГмбХ», Германия).

Результаты и обсуждение

Ландшафт. В переводе с языка орочей, местной малой народности, название р. Тумнин означает «полноводная». Она протекает по юго-восточной территории Хабаровского края и относится к бассейну Японского моря. Исток реки расположен в северной части горного массива Сихотэ-Алинь, а именно на восточном склоне хребта Хоми, максимальная высота которого достигает 1628 м, устье — в бухте Датта на берегу Татарского пролива. Современный Сихотэ-Алинь представляет собой сложную систему горных хребтов, речных долин, межгорных депрессий и горных плато, а по абсолютной высоте он относится

к средневысотным горам. Генеральное направление хребтов Сихотэ-Алиня с юго-запада на северо-восток. Хребты Сихотэ-Алиня являются водоразделом между бассейнами нижнего течения рр. Амур и Уссури, и рек, впадающих в Татарский пролив и Японское море, в том числе р. Тумнин. В бассейне первых сахалинский осетр не обитает, во вторых этот вид имеется.

Юго-восток Хабаровского края, где расположен бассейн р. Тумнин, — горно-таежная область, населенная довольно слабо. Например в поселке Ванино численность населения составляет 21,1 тыс. человек.

По сравнению с другими реками восточного побережья Татарского пролива, за исключением р. Амур, р. Тумнин — самая крупная, ее длина 364 км (рис. 1), а площадь ее водосбора около 22 400 км².

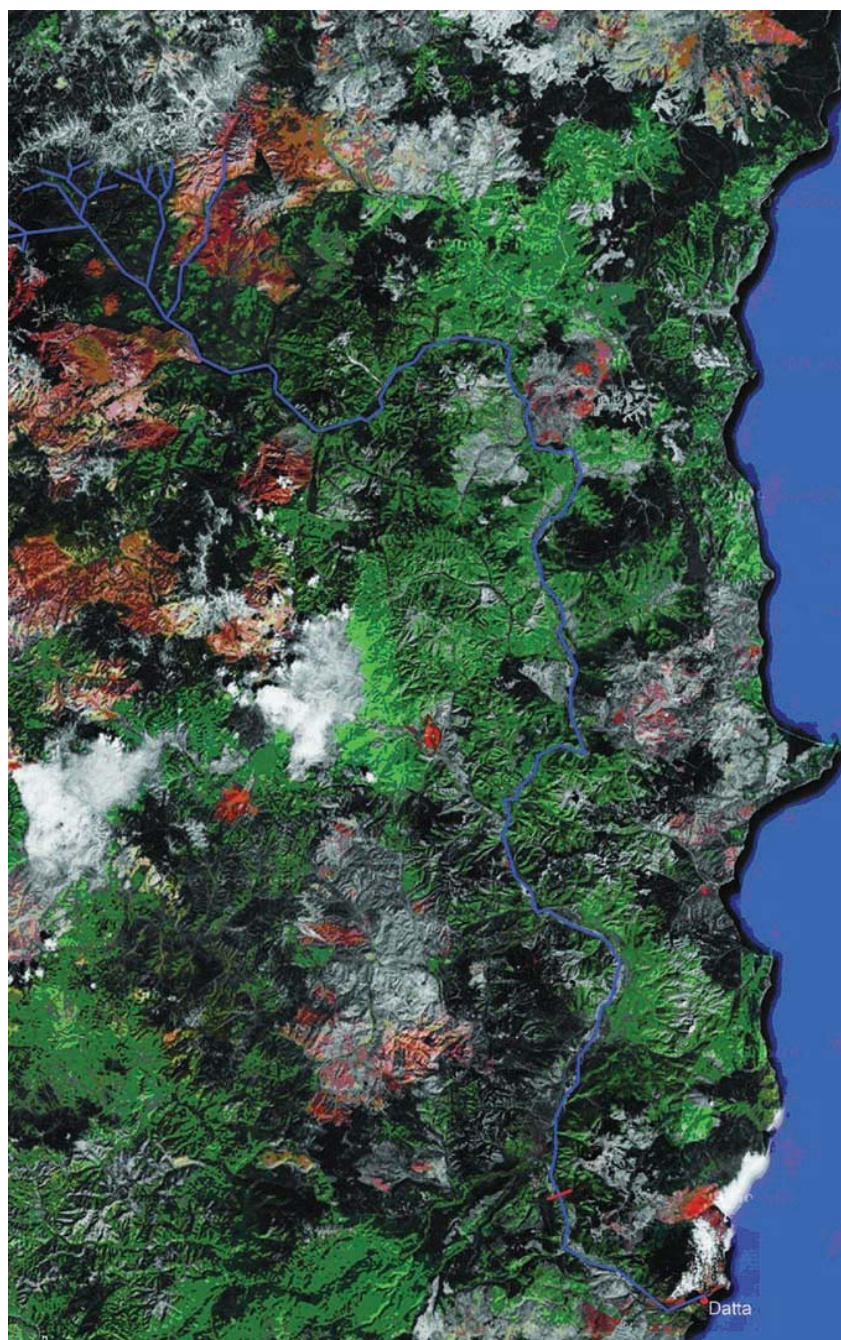


Рис. 1. Абрис русла р. Тумнин от истока до устья [по www.google.ru, 2009]

На своём протяжении река принимает множество, как правило, небольших притоков, в том числе 53 притока средней длиной более 10 км. Левые притоки небольшие (рр. Безымянная, Чичамар, Утуни, 1-я и 2-я Ларгасу), правые более длинные. Самые крупные притоки р. Тумнин — правобережные: рр. Хуту, Акур, Мули, Хуг (Колба), Нижняя Удоми, Кема. Исток р. Хуту расположен на Центральном хребте Сихотэ-Алиня, гранича с запада с р. Джаур, протекающей по территории Комсомольского района, её общая длина 230 км, площадь водосборного бассейна более 745 тыс. га.

В бассейнах рек, впадающих в Татарский пролив, преобладает крутосклонный рельеф с быстрой сменой ландшафтных поясов и сочетанием темно- и светлохвойной тайги, кедровников и дубняков. Река Тумнин, покинув отроги Сихотэ-Алиня, также пересекает разные ландшафтные зоны, в том числе расположенные в зонах хребтов Большой Янг (перед впадением в реку притока Мули на высоте над уровнем моря 883–1088 м), Тумнинского (вблизи п. Акур, расположенного на высоте 899 м) и Приморского (на высоте около 589 м над уровнем моря около п. Хуту). Начиная с участка русла с координатами 50°45' с.ш., 139°05' в.д., на высоте около 450 м над уровнем моря её русло начинает разветвляться, постоянно образуя многочисленные рукава и ответвления, т.е. короткие участки, по-видимому, отличающиеся по гидрологии от основного руслового потока, а также имеет множество участков, называемых «плес–перекат».

На расстоянии около 10 км от устья ширина русла р. Тумнин достигает 200–500 м, где скорость её течения составляет 0,5–0,7 м/с, увеличиваясь в период весеннего половодья. Поскольку бухта Датта относительно небольшая, нижнее течение р. Тумнин фактически представляет собой эстуарий и, также как и в среднем течении, отличается большой сетью широких протоков, рукавов и стариц (рис. 2; 3,а).

Так в 17 км от устья р. Тумнин слева от основного русла (скорость течения — 1 м/с, глубина у берегов до 12 м) отходит относительно узкая протока Алексеевская — шириной около 30 м (рис. 3,з), несколько ниже по течению справа — старица, или старое русло реки (Монгохтинский кривун) — шириной около 120 м. Узкая протока Алексеевская более мелкая (2–2,5 м), чем старица (5–8 м), но имеет ямы, глубина которых достигает 8–10 м. Дно протоки в устье на глубине 3 м составляют илы и песок, дальше — песок и мелкая



Рис. 2. Вид со спутника на нижнее течение и устье р. Тумнин при впадении в Татарский пролив [по www.google.ru, 2009]



Рис. 3. Ландшафтные особенности акватории р. Тумнин в нижнем течении:
а — широкое русло реки; *б* — мусор на реке в период весеннего половодья;
в — туман над основным руслом; *г* — тихая вода в узкой протоке

галька. Достаточно широкая старица отходит от основного русла р. Тумнин напротив д. Алексеевка, скорость течения составляет 0,1–0,3 м/с, вследствие чего дно заилено. Эти данные свидетельствуют, что и в протоках нижнего течения реки абиотические условия отличаются от ее главного русла.

Интересно, что чашеобразная бухта Датта, в которой завершает свой путь р. Тумнин, соединяется с водами Татарского пролива относительно узким гирлом (см. рис. 2). Фактически пресные воды реки «заперты» в бухте, что может отражаться на особенностях водообмена между солеными и пресными водами в процессе приливов и отливов. Грунт р. Тумнин в верхней части реки — галечно-каменистый, в средней — галечный, в нижней, по нашим данным, песчано-галечный, в крупных протоках, рукавах и старицах местами заиленный.

Гидролого-морфологическая характеристика. От истока реки до выхода в прибрежную долину Приморского хребта р. Тумнин носит горный характер, а начиная со среднего течения, периодически поднимается на возвышенности.

Так если её устье в пос. Датта, как указано выше, располагается на уровне моря, то уже в 15 км от него высота равна 191 м, ещё через 20 км (см. рис. 1) высота практически удваивается, достигая 336 м над уровнем моря, еще через 15 км вновь начинается понижение ландшафта. Выше по течению реки у пос. Хуту (в месте впадения главного притока) высота над уровнем моря всего 38 м. Далее вверх по течению русло р. Тумнин находится на высоте 72 м, затем высота ландшафта удваивается, достигая у пос. Акур 149 м, у пос. Тулучи — 131 м, после чего река поднимается еще выше в соответствии с увеличением высоты отрогов хребта Хоми.

На горных участках русла скорость течения 1,0–1,2 м/с, а средняя глубина 0,9–1,2 м. Таким образом, согласно классификации водотоков по гидролого-геоморфологическим характеристикам [География и..., 2004], мы относим р. Тумнин к типу крупных горно-предгорных водотоков, поскольку уже в среднем течении (высота 336 м над уровнем моря) в ней возникают чередования плесов-перекатов и русловые разветвления.

В целом муссонный климат в пределах Сихотэ-Алиня характеризуется как влажный и умеренно холодный. По литературным данным, летний муссон имеет две стадии. В первой, с мая до середины июля, выпадает сравнительно небольшое количество осадков, так как воздушные массы в этот период вторгаются на сушу не со стороны Японского моря, а с территории Китая. Во второй стадии муссона (вторая половина июля – сентябрь) преобладают влажные, прохладные массы морского воздуха со стороны Японского моря и Тихого океана. На этот период приходится максимальное количество осадков (до 80–85 %). Во второй половине лета муссон может значительно трансформироваться под влиянием разнообразных циклонов. Циклоны – тайфуны, с которыми связано выпадение обильных ливневых осадков, часто являются причиной больших наводнений [О стратегии..., 1998].

По нашим данным, в течение года в р. Тумнин наблюдается два периода подъема уровня воды – весеннее половодье (май), обусловленное таянием снега на горах разной высоты и муссонными дождями первой стадии, и осенний дождевой паводок (август–сентябрь), образующийся в основном за счет муссонных дождей второй стадии. В период весеннего половодья в нижнем течении реки скорость течения воды в основном русле высокая. По его акватории наблюдаются водовороты, пена на поверхности воды, огромное количество сносимых водой остатков древесной высшей растительности: веток, коряг, пней, деревьев, кустарников, иногда образующих плавающие острова (рис. 3,б). В период осеннего паводка на гидрологический режим нижнего течения реки влияют частые дожди и густые туманы, что в этом районе обусловлено тихоокеанским муссонным климатом умеренного пояса (рис. 3,в). Наиболее низкие уровни воды зафиксированы с декабря по апрель (зимняя межень). Становление льда происходит в ноябре и его толщина может достигать 0,9–1,1 м, ледоход – в конце апреля.

Поскольку р. Тумнин впадает в Татарский пролив, солёность его вод является важным элементом для формирования гидрохимических параметров реки как среды обитания сахалинского осетра. В Татарском проливе солёность воды океаническая – 33 ‰, а восточное побережье Азиатского материка и водотоки на этой территории дважды в сутки подвергаются воздействию приливо-отливных течений. В связи с этим на ионный состав воды в нижнем течении р. Тумнин и её солёность оказывает влияние морская вода. По нашим наблюдениям 2008 г., в Монгохтинской старице на месте расположения базового лагеря полный прилив и отлив наступают на 1 ч 22 мин позже, чем в порту Ванино (табл. 1). Таким образом, приливо-отливное течение движется со скоростью примерно 148 м/мин или 8,9 км/ч. Время неподвижной воды во время высокой воды в районе базового лагеря длится от 50 мин до 1 ч, затем начинается отливное течение в сторону устья р. Тумнин. В Монгохтинской старице р. Тумнин при подпорных приливных течениях высота подъема уровня воды составляет 60–80 см, при этом вода в реке становится слабосоленой. По наблюдениям инспекторов рыбоохраны и местных жителей, зона высоких приливных течений в реке достигает ст. Имбо (30 км от устья), а выше их влияние не выявляется. Между ст. Имбо и о. Пиуку (8 км) в р. Тумнин впадают притоки Бобо, Джугжа, Бочаровский, и на их акватории имеются ямы до 10 м глубиной.

Таблица 1

**Время приливов и отливов и уровень воды в порту Ванино
и Монгохтинской старице в июне 2008 г.**

Дата	Порт Ванино (официальные данные)				Старица (наши данные)			
	Прилив (max), ч	Уровень воды, м	Отлив (max), ч	Уровень воды, м	Прилив (max), ч	Уровень воды, м	Отлив (max), ч	Уровень воды, м
01	08.19	0,7	01.32	0,2	09.41	0,7	02.52	0,2
	20.42	0,5	14.48	0,2	22.04	0,5	16.10	0,2
02	09.11	0,7	02.20	0,1	10.33	0,7	03.42	0,1
	21.34	0,5	15.50	0,2	22.56	0,5	17.12	0,2
03	10.01	0,8	03.08	0,1	11.23	0,8	04.30	0,1
	22.22	0,5	16.47	0,1	23.44	0,5	18.19	0,1
04	10.50	0,8	03.56	0,1	12.12	0,8	05.18	0,1
	23.09	0,5	17.40	0,1	—	—	19.02	0,1
05	11.38	0,8	04.44	0,1	00.31	0,5	06.06	0,1
	23.56	0,5	18.30	0,1	13.00	0,8	19.52	0,1
06	12.24	0,8	05.34	0,1	01.18	0,5	07.03	0,1
	—	—	19.20	0,1	13.58	0,8	20.42	0,1
07	00.43	0,5	06.27	0,1	02.05	0,5	07.49	0,1
	13.12	0,8	20.08	0,1	14.34	0,8	21.30	0,1
08	01.32	0,5	07.22	0,1	02.54	0,5	08.44	0,1
	14.01	0,8	20.57	0,2	15.23	0,8	22.29	0,2
09	02.23	0,5	08.23	0,2	03.52	0,5	09.45	0,2
	14.51	0,7	21.46	0,2	16.23	0,7	23.08	0,2
10	03.19	0,5	09.29	0,2	04.41	0,5	10.51	0,2
	15.44	0,7	22.36	0,2	17.06	0,7	23.58	0,2
11	04.21	0,6	10.39	0,2	05.43	0,6	12.01	0,2
	16.41	0,6	23.25	0,2	18.03	0,6	—	—
12	05.29	0,6	11.54	0,3	06.51	0,6	00.47	0,2
	17.44	0,6	—	—	19.06	0,6	13.26	0,3
13	06.39	0,6	00.14	0,2	08.01	0,6	01.36	0,2
	18.49	0,5	13.12	0,3	20.11	0,5	14.34	0,3
14	07.42	0,6	01.03	0,2	09.04	0,6	02.25	0,2
	19.52	0,5	14.30	0,3	21.24	0,5	15.52	0,3
15	08.36	0,6	01.49	0,2	09.58	0,6	03.11	0,2
	20.47	0,5	15.40	0,3	22.09	0,5	17.02	0,3
16	09.21	0,7	02.31	0,2	10.43	0,7	03.53	0,2
	21.34	0,5	16.37	0,3	22.56	0,5	17.59	0,3
17	10.02	0,7	03.07	0,2	11.24	0,7	04.29	0,2
	22.15	0,5	17.24	0,3	23.37	0,5	18.46	0,3

По нашим данным, в 17 км от устья р. Тумнин во время прилива наблюдается вертикальная стратификация воды по показателю солености. В поверхностном слое вода пресная, а на глубине около 4 м — соленая (24–26 ‰). Учитывая наличие глубоких ям на этом участке реки, можно полагать, что во время отлива соленость воды в ямах остается достаточно высокой. Вертикальную солевую стратификацию вод нижнего течения р. Тумнин и наличие ям с соленой водой можно рассматривать как необходимый абиотический элемент

для этого анадромного вида осетров, поскольку сахалинский осётр является «морским» видом [Артюхин, 2008]. Известно, что анадромные рыбы в своём жизненном цикле периодически меняют пресноводную среду обитания на морскую и обратно. При скате молоди сахалинского осетра из реки в море тип её осморегуляции меняется с пресноводного на морской, а в период нерестовой миграции производителей из моря в реку, наоборот, с морского на пресноводный. Мы полагаем, что ямы на дне в нижнем течении р. Тумнин могут использоваться молодью и производителями как места для отстоя в период солевой адаптации, а молодью, живущей в реке до ската в течение 3–5 лет, также как зимовальные.

Температура воды на шельфе Татарского пролива зимой (февраль) колеблется от 0 до +3 °С, летом (август) от 14 до 18 °С. В море, однако, на глубине 60 м даже в августе она может снижаться до –1 °С. Это обстоятельство интересно с точки зрения экологии питания сахалинского осетра, одного из немногих видов осетровых не являющимся моллюскоедом [Артюхин, 2008]. В период морского нагула для этого вида нет необходимости опускаться до дна в поисках кормовых объектов и, по-видимому, для нагула он осваивает пелагиаль.

Опубликованных сведений по температурному режиму вод р. Тумнин крайне мало [Артюхин, Андронов, 1989, 1990; Артюхин, 2008]. По нашим данным, в 2005 г. в конце мая – первой декаде июня, т.е. в период нереста, в 8 км от устья р. Тумнин неподалеку от пос. Датта температура воды в основном русле реки в утренние часы варьировала от 6,7 до 8,3 °С, вечером – от 7 до 9,5 °С; в старице, где меньшие глубины и медленное течение, соответственно, между 8,2–9,0 °С и 8,6–10,0 °С, т.е. температура воды была выше (рис. 4, 5, 6).

Весной прогрев воды в основном русле идет медленнее, чем в старице. Наши данные не противоречат полученным ранее. Колебания температуры воздуха в районе исследований в сентябре (см. рис. 6) наряду с дождями влияют на температуру воды в реке.

В мае–июне показатель рН воды в нижнем течении р. Тумнин (основное, или главное русло) в дневные часы варьировал мало и составлял в 2005 г. – 7,2–8,2, в 2008 г. в основном русле – 7,08–7,7, в старице (Монгохтинский кривун) – 7,1–7,8 (табл. 2). Очевидно, что в основном русле этот показатель выше.

Таблица 2
Показатель рН воды в нижнем течении
р. Тумнин в 2005–2007 и 2008 гг.

Период, год	рН воды	
	Главное русло	Старица
30 мая–07 июня 2005 г.	7,2–8,2	–
03 июня–03 июля 2006 г.	7,5–8,0	–
25 сентября–02 октября 2006 г.	7,5–8,0	–
13 мая–17 июня 2008 г.	7,1–7,7	7,1–7,8

Таким образом, установленный в период наших исследований диапазон рН воды в нижнем течении р. Тумнин и в ее старице составляет 7,1–8,2. Канонически пресная вода по показателю рН (6,0–7,0) является нейтральной средой, а морская – щелочной (рН 7,8–8,5).

Гидрохимия рек восточного склона Северного Сихотэ-Алиня изучена мало [Ким, Шестеркин, 2004; Форина, 2008] и р. Тумнин с этой точки зрения практически остается terra incognita. Однако наши данные по рН воды р. Тумнин можно сравнить с этим показателем по другим близлежащим рекам восточного склона Сихотэ-Алиня. Так в небольшой р. Большая Дюанка длиной 59 км, также впадающей в Татарский пролив чуть южнее устья р. Тумнин, летом рН воды варьирует между 6,72 и 7,82, осенью – 7,32 и 7,35.

Основываясь на увеличении таких гидрохимических показателей, как содержание ионов натрия, кальция, магния, хлоридов, сульфатов, а также минерализации, считают, что увеличение рН в низовьях рек связано с влиянием

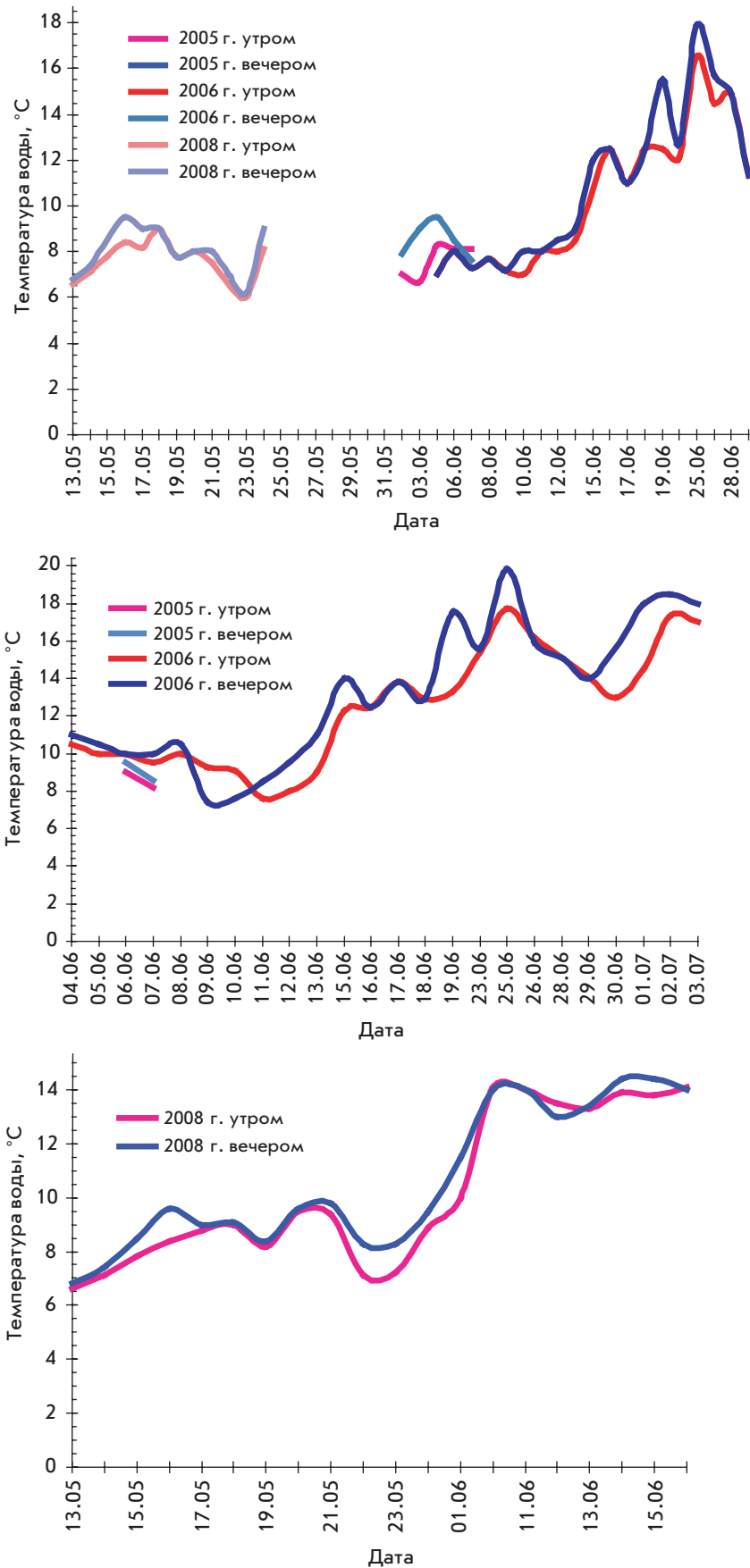


Рис. 4. Динамика температуры воды в нижнем течении р. Тумнин: *а* — основное русло, 2005–2008 гг.; *б* — старица, 2005–2006 гг.; *в* — старица, 2008 г.

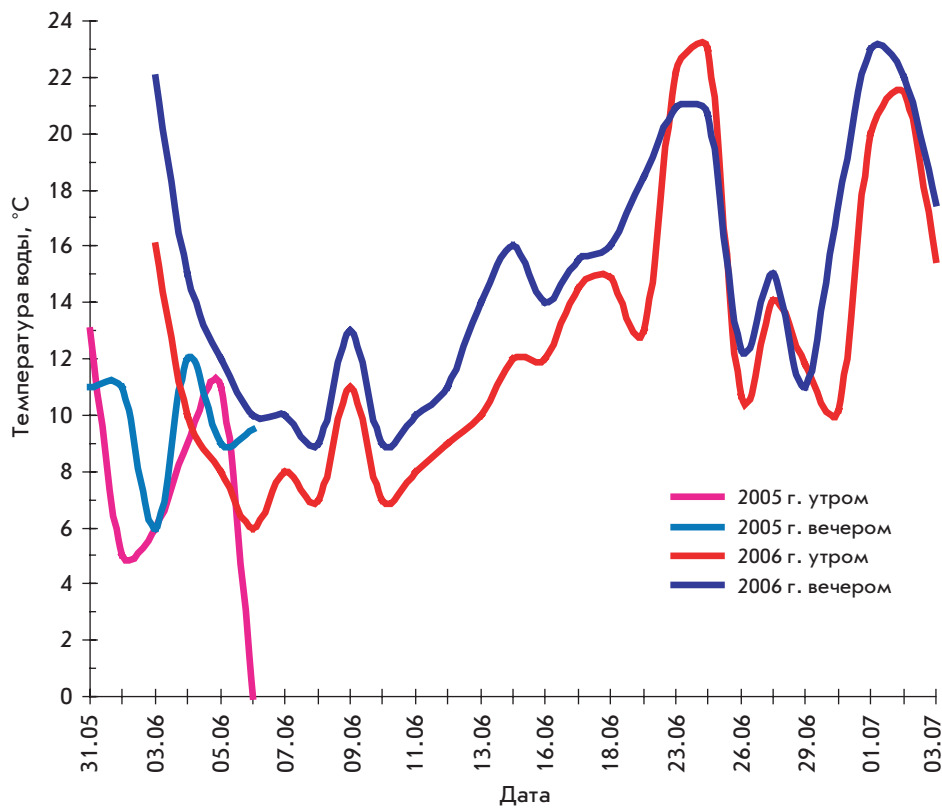


Рис. 5. Динамика температуры воздуха в нижнем течении р. Тумнин в 2005–2006 гг.

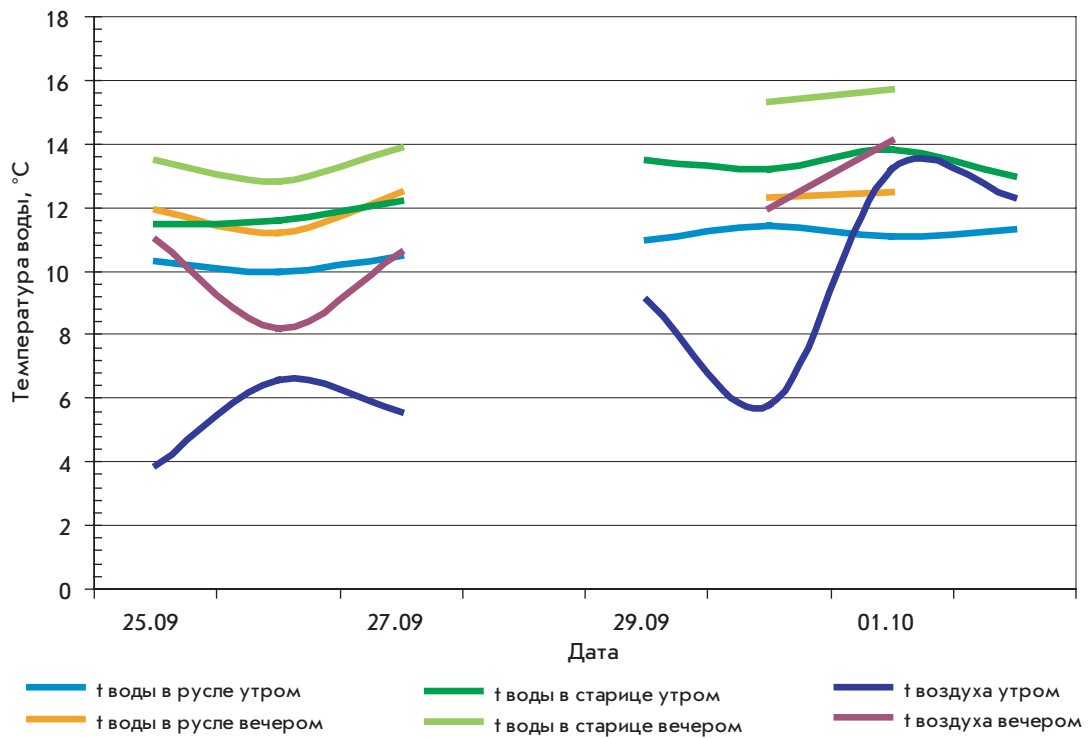


Рис. 6. Динамика температуры воды и воздуха в нижнем течении р. Тумнин, осень 2006 г.

морской воды во время приливов. Напротив, в реках, не впадающих в Татарский пролив (например р. Большая Хадя длиной 100 км), показатель рН меньше, чем во впадающих осенью равен 7,06, летом — 7,19 [Форина, 2008], т.е. здесь влияние морской воды на рН в реке не прослеживается. По нашему мнению, на величину рН вод в нижнем течении р. Тумнин также влияют морские приливы.

Сахалинский осётр в рыбном сообществе р. Тумнин. По рыбохозяйственному значению р. Тумнин относится к водотокам высшей категории водопользования. Ширина береговой водоохранной полосы равна 1000 м. В первую очередь — это лососевая река, а поскольку в ней обитают калуга *Huso dauricus* и сахалинский осётр, то, безусловно, и осетровая. Из анадромных видов лососей в этой реке наиболее многочисленным видом является горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*. Южная граница распространения горбуши проходит вдоль побережья Японского моря по бассейну р. Джигитовка. В ареал другого массового вида тихоокеанских лососей кеты *O. keta*, который в этом регионе простирается между рр. Туманной на юге и Самаргой на севере, также входит р. Тумнин. Сима *O. masou* встречается повсеместно, но самые крупные популяции воспроизводятся в реках, впадающих в Татарский пролив. Площадь нерестилищ анадромных тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* в р. Тумнин составляет более 3000 тыс. м².

В р. Тумнин с начала мая и до середины июня происходит нерест симы, а также скат молоди горбуши и кеты. С июня начинается нерестовая миграция производителей горбуши и кеты, которая заканчивается в октябре—ноябре. По данным литературы, здесь может встречаться и кижуч *O. kisutch* [Шедько, 2001; Augerot, Foley, 2005], нерестовая миграция которого продолжается до глубокой осени.

На основании наших исследований в первую очередь важно констатировать, что сахалинский осётр сохранился в р. Тумнин до настоящего времени. В период 2005—2009 гг., т.е. за пять полевых сезонов, нами было выловлено 19 разновозрастных экземпляров сахалинского осетра (рис. 7, 8).

Все половозрелые особи сахалинского осетра выловлены в одном биотопе реки — протоках, а молодь — в двух (основное русло и старица) (табл. 3).

По данным литературы [Артюхин, Андронов, 1990; Микодина, 2006], за десять лет (1986—2005 гг.), предшествующих настоящей работе, в р. Тумнин был выловлен 31 экз. сахалинского осетра, в том числе всего: 7 — разновозрастной молоди массой от 250 до 730 г. Имеются сведения (устное сообщение



Рис. 7. Половозрелый самец сахалинского осетра, выловленный в р. Тумнин весной 2005 г.:
а — общий вид; б — голова с брюшной стороны



Рис. 7. Окончание



Рис. 8. Молодь сахалинского осетра, выловленная в р. Тумнин:
а, б – массой 2,3 кг (27 сентября 2006 г.); а – общий вид;
б – вид с брюшной стороны; в – массой 0,6 кг (29 мая 2008 г.)

Таблица 3

**Динамика поимок производителей и неполовозрелых особей сахалинского осетра
в нижнем течении р. Тумнин в период 2005–2009 гг.**

Место вылова	Период вылова	Число рыб		
		Самки	Самцы	Молодь
<i>2005 г.</i>				
Монгохтинская старица	31 мая–04 июня	2	1	–
<i>2006 г.</i>				
Монгохтинская старица	13 июня	1	–	–
Кибановская протока (п. Орочи)	17 июня	–	1	–
Монгохтинская старица	19 сентября	–	–	1
Основное русло р. Тумнин ниже Алексеевской протоки	27 сентября	–	–	1
<i>2007 г.</i>				
Монгохтинская старица	20 мая–25 июня	1	1	–
<i>2008 г.</i>				
Монгохтинская старица	19 мая–16 июня	3	1	4
<i>2009 г.</i>				
Монгохтинская старица	12 июня	2	–	–

Примечание. Прочерк – нет поимок.

Н.И. Шилина) о том, что в июне 1995 г. в этой реке был также пойман один неполовозрелый экземпляр этого вида массой 550 г. Российская национальная коллекция эталонных генетических материалов (РНКЭГМ ВНИРО) содержит образцы тканей еще двух половозрелых особей сахалинского осетра, выловленных в 2003 г. сотрудниками ХоТИНРО в период изучения ската молоди тихоокеанских лососей в р. Тумнин.

От всех особей сахалинского осетра, выловленных нами в период проведения исследований, зафиксированы фрагменты плавников, которые зарегистрированы в РНКЭГМ ВНИРО. В настоящее время в этой коллекции хранится 37 генетических образцов этого вида, собранных от 35 пойманных в природе рыб и выращенных в условиях Охотского лососевого рыболовного завода.

Наши данные по вылову молоди сахалинского осетра осенью 2006 и весной 2008 гг. свидетельствуют о том, что и 14 лет спустя после последних поимок, она по-прежнему обитает в нижнем течении р. Тумнин.

В период 2005–2009 гг. в нижнем течении р. Тумнин нами было выловлено 19 особей сахалинского осетра, в том числе 6 неполовозрелых особей, 4 самца, 9 самок (табл. 4).

Пол всех особей определен с помощью щуповых (биопсийных) проб, судя по которым все производители находились в преднерестовом состоянии. В течение периода наших исследований от 4-х самок из 7 после гормональной стимуляции сурфагоном была получена жизнеспособная икра [Микодина, Хрисанфов, 2008]. Считаю важным отметить (табл. 4), что масса пойманной в 2006 и 2008 гг. молоди сахалинского осетра варьировала от 136–2300 г (осень 2006 г.) до 600–750 г (весна 2008 г.).

При оценке возраста выловленной молоди сахалинского осетра мы сочли уместным ориентироваться на динамику приростов искусственно полученной в 2005 г. молоди при ее выращивании на Охотском рыболовном заводе (Юго-

Таблица 4

**Биологические показатели сахалинского осетра,
выловленного в р. Тумнин в 2005–2009 гг.**

№ п/п	Пол	Стадия зрелости	Масса, кг	Длина, см		№ п/п	Пол	Стадия зрелости	Масса, кг	Длина, см	
				АВ	АС					АВ	АС
<i>2005 г.</i>						<i>2008 г.</i>					
1	Самец	V	15,0	147	135	10	Самка	IV	34,2	174	163
2	Самка	IV	18,32	148	137	11	Самка	IV	29,0	170	164
3	Самка	IV	25,65	165	152	12	Самка	IV	30,0	175	160
<i>2006 г.</i>						13	Самец	IV	21,5	152	144
4	Самка	IV	25,0	160	155	14	Молодь	Juv	0,6	49	45
5	Самец	IV	18,44	148	136	15	Молодь	Juv	0,65	57	54
6	Молодь	Juv	2,3	74	67	16	Молодь	Juv	0,6	52	47
7	Молодь	Juv	0,136	—	—	17	Молодь	Juv	0,75	59	53
<i>2007 г.</i>						<i>2009 г.</i>					
8	Самка	IV	32,5	164	156	18	Самка	IV	33,0	170	—
9	Самец	IV	30,0	159	149	19	Самка	IV	26,0	156	—

Восточный Сахалин]. В искусственных условиях от начала июня (этап оплодотворения) до конца августа сеголетки достигли средней массы 51 г, средняя масса годовиков составляла 274 г, двухгодовиков — 680 г (табл. 5).

На основании этих данных правомочно предположить, что выловленная в р. Тумнин дикая молодь принадлежит разным генерациям, причем осенью 2005 г. — это, по-видимому, были сеголетки и четырехлетки, а весной 2008 г. — двухгодовики.

В полевой сезон 2008 г. семь из восьми выловленных особей сахалинского осетра помечены электронными метками, в 2009 г. — два экземпляра (табл. 6), всего 9 особей.

Возможные повторные поимки помеченных рыб позволят в будущем уточнить особенности биологии этого вида. Так неясно, остается ли отпущенная после проведения биологического анализа молодь сахалинского осетра в реке и какой массы она достигает в пресных водах, возвращаются ли производители повторно после проведения с ними нерестовой кампании, т.е. гормональной стимуляции и получения половых продуктов.

Сопутствующая ихтиофауна нижнего течения р. Тумнин. В составе ихтиоценоза р. Тумнин, кроме сахалинского осетра и калуги (табл. 7), судя по нашим уловам и данным литературы, можно указать следующие виды рыб: горбуша, сима, кета, кунджа, мальма, сахалинский таймень, хариус, дальневосточная

Таблица 5

**Динамика морфофизиологических показателей молоди сахалинского осетра
генерации 2005 г. при выращивании на Охотском ЛРЗ (Юго-Восточный Сахалин)**

Показатель	Годовики, 2006 г.			Двухгодовики, 2007 г.		
	<i>n</i>	<i>M±m</i>	<i>Lim</i>	<i>n</i>	<i>M±m</i>	<i>Lim</i>
Масса, г	50	274,2±52,93	145–447	107	680,9±17,39	360–1360
Полная длина (TL), см	50	40,4±2,95	32–49	77	54,3±0,64	37–68
Обхват тела, см	48	13,32±0,82	12–16	77	17,9±0,22	13–22
$K_{\text{унт.}}$ по Кларк	50	0,7±0,01	—	77	0,6±0,01	0,35–1,11

Таблица 6

**Дата поимки, номер метки и показатели помеченных в 2008–2009 гг.
и выпущенных в р. Тумнин особей сахалинского осетра**

№ п/п	Показатели				
	Дата поимки	Пол	Масса, кг	Полная длина, см	Номер электронного чипа
1	31.05.2008	Самка	29,0	170,0	000689F37F
2	07.06.2008	Самка	30,0	175,0	000689EA98
3	04.06.2008	Самец	21,5	152,0	000689F683
4	29.05.2008	Juvenis	0,60	49,0	000689A02A
5	09.06.2008	Juvenis	0,65	57,0	000689954 F
6	09.06.2008	Juvenis	0,60	52,0	000689A202
7	16.06.2008	Juvenis	0,75	59,0	000689BA91
8	10.06.2009	Самка	33,0	170,0	000689D154
9	10.06.2009	Самка	26,0	156,0	000689ECFB

Таблица 7

**Некоторые представители ихтиофауны в нижнем течении р. Тумнин,
выловленные в 2006–2008 гг.**

№ п/п	Латинское название	Русское название	Число экз.
сем. Acipenseridae — осетровые			
1	<i>Acipenser mikadoi</i> Hilgendorf, 1892	Сахалинский осетр	17
2	<i>Huso dauricus</i> (Georgi, 1775)	Калуга	2
сем. Salmonidae — лососевые			
3	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum, 1792)	Горбуша	250
4	<i>Oncorhynchus keta</i> (Walbaum, 1792)	Кета	4
5	<i>Oncorhynchus masou</i> (Brevoort, 1856)	Сима	10
6	<i>Oncorhynchus kisutch</i> (Walbaum, 1792)*	Кижуч	
7	<i>Parahucho perryi</i> (Brevoort, 1856)	Сахалинский таймень	8
8	<i>Salvelinus leucomaenis</i> (Pallas, 1814)	Кунджа	2
сем. Thymallidae — хариусовые			
9	<i>Thymallus arcticus</i> (Pallas, 1776)	Сибирский хариус	1
сем. Osmeridae — корюшковые			
10	<i>Osmerus mordax dentex</i> Steindachner et Кнер, 1870	Тихоокеанская (зубастая) корюшка	5
сем. Cyprinidae — карповые			
11	<i>Tribolodon brandtii</i> (Dybowsky, 1872)	Мелкочешуйная красноперка — угай	230
12	<i>Tribolodon hakonensis</i> (Gunther, 1877)	Крупночешуйная красноперка — угай	50
сем. Mugilidae — кефалевые			
13	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	Лобан	23
сем. Pleuronectidae — камбаловые			
14	<i>Platichthys stellatus</i> (Pallas, 1787)	Звездчатая камбала	12
сем. Cottidae — рогатковые			
15	<i>Myoxocephalus niger</i> (Bean, 1881)	Черный керчак	3

Примечание. * — по Augerot, Foley, 2005

краснопёрка (угай), азиатская зубатая корюшка, звёздчатая камбала, керчак. Кроме этого, в уловах встречены минога, голец и гольян, которые до вида не определены.

Все эти виды рыб пойманы в те же орудия лова, которые были выставлены для поимки производителей сахалинского осетра. В связи с этим мы их объединили под названием сопутствующих, не претендуя на исчерпывающую характеристику всего ихтиоценоза данной реки. Известно, что р. Тумнин и все ее средние притоки, в том числе рр. Хуту и Мули, используются тихоокеанскими лососями р. *Oncorhynchus* для нереста. Кроме этого, по данным литературы, р. Тумнин находится вблизи нижней границы ареала кижуча по Азиатскому побережью Дальнего Востока России [Шедько, 2001; Augerot, Foley, 2005]. В устьевой части рода Тумнин из морских млекопитающих встречается кольчатая нерпа *Phoca hispida*, которая, по-видимому, заходит в реку, следуя за соленой приливной водой. Представляется целесообразным продолжить изучение ихтиофауны р. Тумнин, как элемента биотической среды обитания сахалинского осетра.

В рыбном сообществе р. Тумнин обитают два особо охраняемых вида. Это не только краснокнижный сахалинский осётр [Павлов и др., 1994; Красная книга..., 2000], внесенный также в Красный список МСОП-96 и Приложение 2 СИТЕС [Конвенция по международной торговле вымирающими видами дикой фауны и флоры, 1975], но и сима — объект Красной книги Хабаровского края. Представляется важным подчеркнуть, что тумнинский сахалинский осётр входит в Красную книгу Российской Федерации под латинским названием *Acipenser medirostris* Ayres (1854) с оговоркой о том, что некоторые авторы считают этого осетра подвидом американского зелёного осетра *A. medirostris mikadoi* [Красная книга..., 2000]. В связи с ревизией его латинского названия и возвратом исходной латыни — *Acipenser mikadoi* [Birstein, 1993], сахалинский осётр как вид с новым принятым международным сообществом латинским названием [Froese, Pauly, 2009] оказывается вне Красной книги Российской Федерации. Мы уже обращали внимание на то, что интернет-ресурс Genbank по-прежнему называет сахалинского осетра зелёным согласно номенклатуре, принятой СИТЕС, что связано с давними спорами о том, является ли сахалинский осётр самостоятельным видом или это подвид зелёного осетра *A. medirostris* [Вишнякова и др., 2008]. Считаём, что необходимо принять меры к установлению природоохранного статуса сахалинского осетра в связи с изменением его латинского названия.

Заключение

Река Тумнин — крупная полноводная река, достигающая в нижнем течении ширины 200 м и более. По ландшафту и гидрологии её можно считать типичной лососевой рекой, что в полной мере относится и к рекам Северной Америки, которые осваивает другой вид — зелёный осётр *A. medirostris* [Van Eenennaam, Doroshov, 2002; Mayfield, Cech, 2002], ранее считавшимся с *A. mikadoi* одним видом.

Основываясь на структуре уловов, можно считать, что устьевая часть реки р. Тумнин протяженностью 20–25 км продолжает играть важную роль в естественном воспроизводстве сахалинского осетра, т.е. сохраняет для этого вида свое значение как репродуктивный водоём. По числу поимок можно заключить, что в этой реке численность сахалинского осетра, как и ранее, невелика, что соотносится с экспертной оценкой в 1–1,5 тыс. особей [Шилин, Крыхтин, 2000].

Сахалинского осетра в российских водах описывают с конца XIX века. В то время он заходил для нереста в многочисленные крупные и мелкие реки ос-

тровов Сахалин и Хоккайдо, впадающих в Татарский пролив, т.е. осваивал бассейны Охотского и Японского морей. Сведений о его поимках на Сахалине в настоящее время нет, но в российских реках бассейна Японского моря (рр. Тумнин, Серебрянка, Джигитовка, Туманная, Раздольная, Киевка), а также в морском побережье о. Хоккайдо (Япония) периодически удается поймать единичные экземпляры [Omoto et al., 2004].

Новые данные по гидрологии нижнего течения р. Тумнин, на наш взгляд, важны для понимания биологии сахалинского осетра. Солевая стратификация вод эстуария и нижнего течения р. Тумнин является весьма важным условием для формирования адаптации к солёной воде сахалинского осетра, являющегося среди отечественных осетровых одним из немногих «морским» видов [Артюхин, 2008]. По нашему мнению, участки реки выше зоны стратификации вод по солёности могут быть благоприятными для обитания личинок и молоди сахалинского осетра и её последующей жизни в реке до начала ската в море, а также для выпуска мальков искусственного происхождения. Нижние зоны реки с подстилающим слоем солёной воды могут играть важную роль в формировании смолтов и осуществлении процесса адаптации крупной молоди перед её выходом в воды Татарского пролива, имеющих океаническую солёность. То же справедливо и для производителей при их заходе в реку на нерест. Миграционные пути сахалинского осетра в Тихом океане по-прежнему неизвестны, однако половозрелые особи продолжают возвращаться в р. Тумнин для нереста; здесь же обитает его молодь.

Бассейн р. Тумнин располагается на территории, где более 10 лет назад созданы особо охраняемые природные территории (ООПТ) Хабаровского края. Усиленная охрана их природных ландшафтов будет дополнительно способствовать сохранению реликта Дальнего Востока России — сахалинского осетра.

Благодарности

Благодарим сотрудников ФГУ «ЦУРЭН», ФГУ «Амуррыбвод», ПримПАС, «Приморрыбвод», ООО «Вода», принимавших участие в организации и проведении экспедиций на р. Тумнин, а также специалистов ООО «Комета» за информацию об осетре из р. Коппи. Ценим помощь канд. биол. наук И.А. Бурцева при идентификации осетра, выловленного в р. Коппи. Выражаем признательность аспиранту ВНИРО Е.Д. Павлову за подготовленные с помощью интернет-ресурса Google спутниковые карты р. Тумнин.

ЛИТЕРАТУРА

- Артюхин Е.Н. 2008. Осетровые (экология, географическое распространение и филогения). — СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та. — 137 с.
- Артюхин Е.Н., Андронов А.Е. 1989. О некоторых чертах биологии осетра р. Тумнина // Осетровое хозяйство водоемов СССР. Тез. докл. Ч.1. — Астрахань. — С.9–10.
- Артюхин Е.Н., Андронов А.Е. 1990. Морфобиологический очерк зеленого осетра *Acipenser medirostris* (Chondrostei, Acipenseridae) из реки Тумнин (Датта) и некоторые аспекты экологии и зоогеографии осетровых // Зоол. журн., Т. 69. — С. 81–91.
- Вишнякова Х.С., Мюге Н.С., Зеленина Д.А., Микодина Е.В., Ковалева О.А., Мадан Г.В., Егоров Е.Е. 2008. Культура клеток и кариотип сахалинского осетра *Acipenser mikadoi* // Биологические мембраны. Т. 25. № 6. — С. 434–447.
- Волошина И.В., Вдовин А.Н. 1999. Рыбы // Кадастр позвоночных животных Сихотэ-Алинского заповедника и Северного Приморья. — Владивосток: Дальнаука. — С. 11–22.
- География, общество и окружающая среда. Том VI. Динамика и взаимодействия атмосферы и гидросферы. — М.: Городец, 2004. — С. 345–412.
- Иванов С.А. 2008. Сахалинский осётр // Красная книга Хабаровского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. — Хабаровск: Издательский дом «Приамурские ведомости». — С. 525–526.

- Ким В.И., Шестеркин В.П. 2004. Гидролого-гидрогеохимические исследования на перспективных для разведения реках Восточного Сихотэ-Алиня // Регионы нового освоения: стратегия развития, Мат-лы междунар. науч. конф. — Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. — С. 88–91.
- Красная книга Российской Федерации (животные). 2000. — М.: Изд-во Астрель. — 862 с.
- Любаев В.Я. 2004. Маточное стадо сахалинского (зелёного) осетра как генофондная основа для сохранения вида // Мат-лы Межд. конф. «Сохранение генетических ресурсов». — Санкт-Петербург. — С. 812–813.
- Микодина Е.В. 2006 г. К вопросу об ареале и численности сахалинского осетра в связи с выбором мест для вселения заводской молоди // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Мат-лы докладов IV международной научно-практической конф. — Астрахань. — С. 205–208.
- Микодина Е.В., Хрисанфов В.Е. 2008. Сахалинский осётр: краткая хронология работ по изучению его биологии, разработке технологии искусственного воспроизводства и реакклиматизации в природном ареале // Результаты и перспективы акклиматизационных работ. Мат-лы научно-практической конф. Клязьма, 10–13 декабря 2006 г. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 79–86.
- Микодина Е.В., Хрисанфов В.Е., Лебедева Е.Б., Любаев В.Я. 2004. Рыбоводно-биологическое обоснование на зарыбление (реакклиматизацию) сахалинского (зелёного) осетра в реки естественного ареала на территории Российской Федерации. — М.: ВНИРО-ЦУРЭН. — 23 с.
- О стратегии сохранения биоразнообразия Сихотэ-Алиня // Постановление губернатора Приморского края от 15 октября 1998 г. № 511.
- Павлов Д.С., Савваитова К.А., Соколов А.И., Алексеев С.С. 1994. Редкие и исчезающие животные. Рыбы. — М.: Высшая школа. — 334 с.
- Рачек Е.И., Амвросов Д.Ю. 2006. Результаты доместикации амурских осетровых и современное состояние осетроводства в Приморье. Презентация. — Владивосток.
- Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Оксюзьян Е.Б. 2000. Состав ихтиофауны реки Туманной // экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. — Владивосток: Дальнаука. — С. 99–111.
- Солдатов В.К. 1914. Материалы къ познанию русского рыболовства. Т. III. Вып. 12. — Петроград: типография Киришбаума. — 415 с.
- Форина Ю.А. 2008. Гидрохимия рек восточного склона Северного Сихотэ-Алиня // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. — Владивосток: Дальнаука. — С. 28–36.
- Шедько С.В. 2001. Список круглоротых и рыб пресных вод побережья Приморья // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 1. — С. 229–249.
- Шилин Н.И., Крыхтин М.Л. 2000. Сахалинский осётр *Acipenser medirostris* Ayres, 1854 // Красная книга Российской Федерации (животные). — М.: Изд-во Астрель. — С. 255–256.
- Augerot X., Foley D.N. 2005. Atlas of Pacific Salmon, Univ. of California Pr. — 150 p.
- Birstein V.J. 1993. Sturgeons and Paddlefishes: Threatened Fishes in Need Conservation // Conservation Biology. V. 7. N 4. — P. 773–787.
- Froese R, Pauly D. (Eds.). 2009. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (03/2009).
- Krylova V.D., Lyubaev V.Ya., Presnyakov A.V., Kovaleva O.A., Shubin Yu.A. 2008. On the conservation of the rare, little-studied species of green sturgeon (*Acipenser medirostris* Ayres) in the aquaculture of Russia // Actual status and active protection of sturgeon fish populations endangered by extinction. Kolman R., Kapusta A. (Eds.). — Polska, Olsztyn: Ins. Rybactwa Srodladowego. — P. 171–184.
- Omoto N., Maebayashi M., Hara A., Adashi S., and Yamauchi, K. 2004. Gonadal Maturity in Wild Sturgeons, *Huso dauricus*, *Acipenser mikadoi* and *A. schrenckii* Caught Near Hokkaido, Japan // Environmental Biology of Fishes. V. 70. — P. 381–391.
- Shilin N.I. 1995. Programme for conservation of *Acipenser medirostris mikadoi* in the Russian Far East // Proc. of Int. Symp. on Sturgeon. September 6–11, Moscow–Kostroma–Moscow, Russia. — М.: VNIRO Publishing. — P. 262–267.
- Van Eenennaam J.P., Doroshov S.I. 2002. Reproductive conditions of the Klamath River green sturgeon (*Acipenser medirostris*) // 5th Int. Symp. on Sturgeon. Coll. Ex. Abstracts and Presentation Summaries. — Oshkosh, Wisconsin, USA, July 8–13, 2001. — P. 122.
- Mayfield R.B., Cech J.J. 2002. Green sturgeon bioenergetic responses to temperature // 5th Int. Symp. on Sturgeon. Coll. Ex. Abstracts and Presentation Summaries. — Oshkosh, Wisconsin, USA, July 8–13, 2001. — P. 044.
- Red Book Data <http://www.owls.org/Information/data.htm>
www.google.ru

УДК 575: 639.3/.6

ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОРГАНИЗМЫ (ГМО): НОВЫЙ ГЛОБАЛЬНЫЙ ВЫЗОВ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ

Е.В. Ганжа, М.А. Банникова

ВНИРО, г. Москва, kate_ganga@mail.ru

GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS (GMO): THE NEW GLOBAL CHALLENGE FOR AQUACULTURE

E.V. Ganzha, M.A. Bannikova

VNIRO, Moscow, kate_ganga@mail.ru

Генетически модифицированные (трансгенные) организмы можно определить как организмы, генетический материал которых (ДНК) искусственно изменен путем недостижимым в естественных условиях, в ходе скрещивания или рекомбинации [Кузнецов и др., 2004; Куликов, 2004; Кузнецов, 2005; Alestom, 1996].

ГМО — это наиболее часто употребляемое в обществе и научных публикациях название генетически измененных организмов. Исторически в литературе встречаются следующие синонимы и аббревиатуры:

- генетически модифицированные организмы (ГМО);
- генетически измененные организмы (ГИО);
- генетически модифицированные источники (ГМИ);
- первично-трансформированные особи (ПТО);
- трансгенные особи (ТО).

В популярной литературе может встретиться термин «пища Франкенштейна», обозначающий продукты с содержанием генетически модифицированных источников.

Созданием ГМО занимается «генная инженерия», или «биотехнология», или «генная технология», или «технология рекомбинантных молекул», которая ведет начало с 1972 г., когда под руководством П. Берга была впервые получена рекомбинантная ДНК *Escherichia coli* (*E. coli*). Она содержала фрагменты фага лямбда, а в качестве экспрессионного вектора — вирус обезьян SV40 [Арефьев, Лисовенко, 1995].

На рис. 1 представлена схема генной конструкции, кодирующей Bt-токсин, для введения в нативную ДНК растений [Кузнецов и др., 2004]. В приведенной схеме изображено: праймеры¹ «35S промотор» (промотор² вируса мозаики

¹ Праймер — регуляторная нуклеотидная последовательность.

² Промотор — это добавочный чужеродный ген, без которого не начнется считывание информации со встроеного нового гена.

цветной капусты), и «Nos терминатор» (терминатор¹ нопалинсинтетазы почвенной бактерии *Agrobacterium tumefaciens*), целевой (смысловой) ген, в данной ситуации это ген кодирующий Vt-токсин, и два маркерных² (репортерных) гена — Npt II (hpt) (ген кодирующий неомицинфосфотрансферазу) и gus (ген *E. coli* кодирующий β-глюкоронидазу). Таким образом, при трансгенезе в геноме оказывается не один, а пять новых генов.

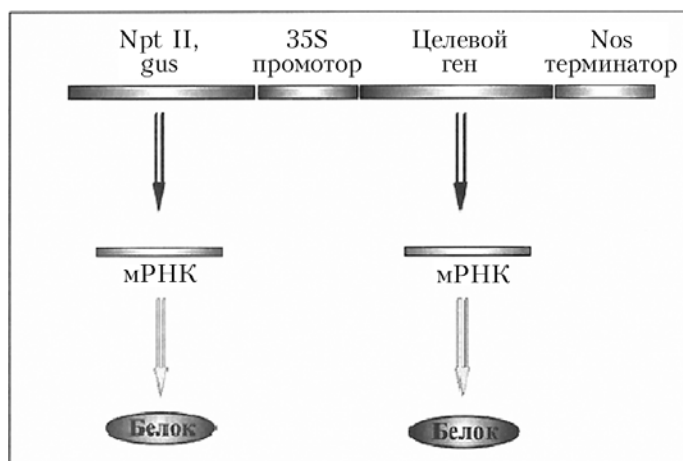


Рис. 1. Схема генной конструкции для генетической трансформации растений [по Кузнецову и др., 2004]

Другим примером генетических вставок может служить встраивание в геном карпа гена гормона роста белого толстолобика. Нормальное считывание нового гена (экспрессия и ее окончание) выполняется под контролем промотора гена металлотронеина радужной форели и NOS-терминатора, это означает, что в геном карпа введены уже четыре чужеродных гена. По экспериментальным данным, без специальной селекции трансген обычно исчезает в потомстве только третьего поколения генетически модифицированных рыб.

Гены для ГМ-конструкций получают несколькими способами: выделяют непосредственно из природных источников, химически синтезируют нужный фрагмент, копируют соответствующий гену и-РНК, а также используют библиотеки ДНК [Кузнецов и др., 2004].

Следует обратить внимание, что новая генная конструкция (векторная конструкция), при генно-инженерных манипуляциях, в организм-реципиент вводится в большом количестве. Потому что предварительно она подвергается клонированию при помощи метода полимеразной цепной реакции (ПЦР), в результате чего получают миллионы ее копий. Она приносит новые качества, которые проявляются под плеiotропным³ действием нового белка, свойствами целой конструкции, ее нестабильностью и регуляторным действием на соседние гены [Кузнецов и др., 2004; Уиллет, 2008].

¹ Терминатор — это, как правило, конструкция из нескольких также инородных нуклеотидов, позволяющих завершить транскрипцию.

² Маркерные гены — гены служащие для качественного определения успешности трансгенеза. Выделяют 2-е группы: *Селективные гены*, отвечающие за устойчивость к антибиотикам и гербицидам и *Репортерные гены*, кодирующие нейтральные для клеток белки, наличие которых в тканях может быть легко тестировано.

³ Плеiotропия — множественное действие гена, которое проявляется в участии кодируемого продукта в нескольких биохимических реакциях организма. При мутациях плеiotропное проявление связано с тем, что вызываемое нарушение сказывается и на последующих этапах жизненных процессов.

Способы введения в геном новых генетических конструкций различны, в аквакультуре в основном используют: микроинъекции чужеродной ДНК в оплодотворенную яйцеклетку (зиготу) или «зародышевый пузырек» (ядро ооцита), электропорацию гена с помощью электрического импульса в эмбрион или спермий [Кузнецов и др., 2004; Alestrom, 1996; Pandian, 2001; Sarmasik, et all, 2001; Winn, 2001; Wu, Lu, 2002]. В биологии также используются следующие методы трансформации [Кузнецов и др., 2004; Winn, 2001; Beaumont, Hoare, 1998]:

- биологическая баллистика или генная пушка;
- перенос с помощью вектора (T_1 -плазмиды, бактериофаги или вирусы);
- введение ДНК, инкапсулированной в синтетические липидные пузырьки — липосомы;
- агробактериальная трансформация, эксплантат¹ помещают в селективную среду, где под действием гормонов прорастают только трансформированные плазидами клетки.

Итак, рекомбинантная ДНК и трансферные технологии позволяют вводить, наследовать и проявлять специфические ДНК-последовательности гетерологичного (небольшая часть ДНК) и гомологичного («рыбной» (all-fish) ДНК конструкция) происхождения [Pandian, 2001]. Примером использования гомологичных конструкций для рыб является работа Нам с сотрудниками [2001], они успешно произвели аутотрансгенного вьюна *Misgurnus mizolepis*. При работе использовали трансгенную конструкцию содержащую гормон роста (ГР) вьюна с «родной» регуляторной последовательностью. Как результат, была выявлена большая эффективность действия «рыбной» ДНК конструкции.

Биотехнология интенсивно развивается и внедряется в промышленность, поскольку трансформированные организмы обладают рядом положительных качеств относительно исходных организмов, с точки зрения агротехники и фармацевтической промышленности [Куликов, 2004]. Так, у сельскохозяйственных растений² возникает устойчивость к гербицидам, насекомым-вредителям, высокая урожайность. Генетически измененные микроорганизмы продуцируют биологические молекулы с лекарственными свойствами, например гормон инсулин, жизненно необходимый для больных сахарным диабетом. Из генетически модифицированных раковых клеток (мышинной карциномы SP/0-Ag14) создана вакцина для иммунизации против нативной опухоли при болезни Ньюкасла [Рисинская и др., 2001]. В животноводстве биотехнологию используют для ускорения роста животных, качества их шерсти, устойчивости к заболеваниям. В США получены трансгенные кролики, мериносовые овцы, свиньи, характеризующиеся меньшим потреблением кормов, бóльшей живой массой, продукцией шерсти [Hammer, 1985]. В России также получен ряд сельскохозяйственных животных, например свиньи, в геном которых интегрированы чужеродный ген рилизинг-фактора гормона роста, а также ген соматолиберина [Эрнст и др., 1999]. При этом, трансгенные по гену рилизинг-фактора гормона роста свиньи имеют повышенную иммунореактивность. Перепела, которым внедрен ген бычьего соматотропина, продуцируют яйца большей массы по сравнению с неизмененными птицами [Коршунов, 2001].

Тем не менее, известны данные об увеличении смертности и уменьшении массы в потомстве крыс, употреблявших корма, содержащие ГМИ сою линии 40-3-2. Показано, что влияние ГМО на млекопитающих и их потомство приводит к онкологическим заболеваниям, бесплодию, аллергии, высокому уровню смертности, заболеваемости и у новорожденных крыс [Ермакова, 2006; Ермакова, 2006, 2007]. Малатеста с соавторами [2002, 2003] выявил изменения

¹ Эксплантат — ткань или орган, культивируемый вне организма.

² Данные о составе генома трансгенных растений можно найти на сайте www.agbios.com

в печени, поджелудочной железе и семенниках у подопытных мышей потребляющих сою этой же линии. Имеются и другие работы подтверждающие патологические процессы в организме млекопитающих, которые потребляли ГМ кукурузу, картофель или горох [Pusztai, 1998; Prescott et al., 2005; Seralini et al., 2007].

Хронология глобального распространения ГМО

Появление в промышленности генетически модифицированных или трансгенных организмов, первыми из которых были растения, относится к 1980-м годам. Массовое использование ГМО в сельском хозяйстве началось в 1994 г., когда была создана первая пищевая трансгенная ГМ-культура – томат сортовой линии Flavr Savr, разработанный компанией «Monsanto Company» (США). В трансгенном томате ослаблен синтез белка, размягчающего плод, в итоге помидоры стали лучше переносить транспортировку и дольше храниться. Уже через 5–7 лет после начала массового внедрения в сельское хозяйство ГМО использование посевных площадей под ними возросло в 30–40 раз (рис. 2). На сегодняшний день наиболее популярны биотехнологические виды растительного происхождения, которые устойчивы к насекомым, сорнякам и гербицидам. К ним относятся: соя (57 %), кукуруза (25 %), хлопчатник (13 %), рапс (5 %) (рис. 2, 3) [Максимов и др., 2004].

По состоянию на 2005 г., в мире существуют около 135 сельскохозяйственных ГМ-культур (сортовых линий), в том числе: сои – 11, картофеля – 24, кукурузы – 32, сахарной свеклы – 3, риса – 5, томатов – 8, рапса – 32, пшеницы – 3, дыни – 2, цикория – 1, папайи – 2, кабачков – 2, льна – 1, хлопка – 9. При этом в мире выращивают 17 трансгенных культур: соя, кукуруза, хлопчатник, рапс, томаты, картофель, рис, сахарная свекла, лен, турнепс, кабачки, дыня, табак, папайя, цикорий, пшеница и люцерна.

В России официально используются 15 сортов ГМ-культур растительного происхождения (табл. 1), но зарегистрировано и разрешено к применению около 70 наименований импортных трансгенных растений [Максимов и др., 2004; Ермакова, 2005]. Так же разрешено использовать 5 видов трансгенных микроорганизмов [Сергеев и др., 2007]. Ответственность за качество производимого ГМ-организма лежит на фирме-разработке, а лекарственные и косметические

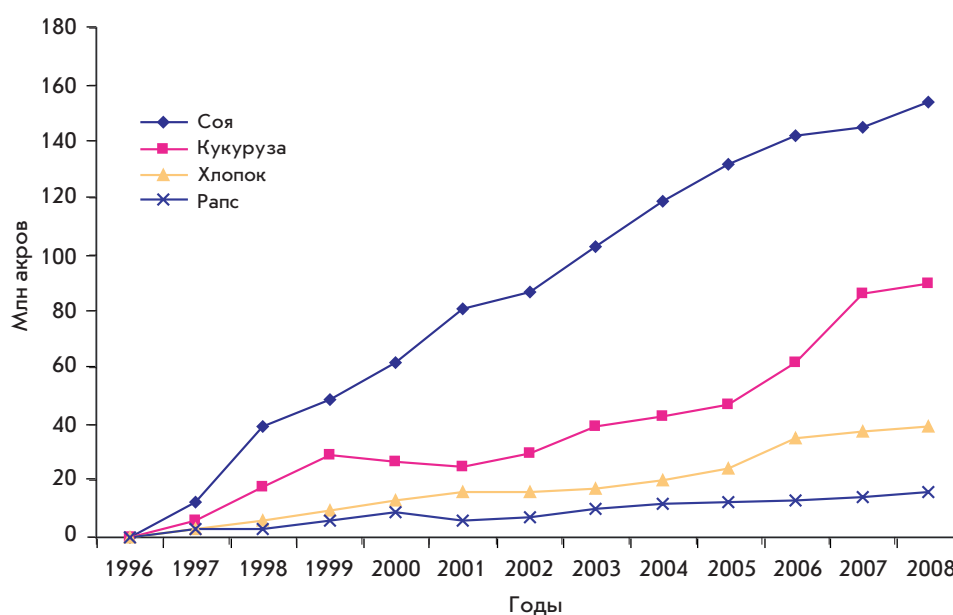


Рис. 2. Изменение посевных площадей в мире с 1996 по 2008 годы [James, 2009]

трансгенные формы не считаются опасными. При этом в пищевых продуктах ГМО применяют по официальным данным около 20 %, неофициально — 70 % [Ермакова, 2005].

По данным Международной службы наблюдения за применением агробитехнологий (International Service for the Acquisition of Agro-biotech Applications — ISAAA), к 2004 г. было зарегистрировано 14 стран, выращивающих биотехнологические сельскохозяйственные культуры, а в 2008 г. — 25 стран [James, 2008]. Наибольшего успеха при выращивании трансгенных растений достигли США, Канада, Аргентина, Бразилия, Индия, Китай, ЮАР и Австралия (рис. 4) [James, 2008].



Рис. 3. Распределение посевных площадей между ГМ-культурами в соответствии с конструированными признаками в мире с 1996 по 2008 г. [James, 2009]



Рис. 4. Использование посевных площадей с 1996 по 2008 годы в индустриально развитых и развивающихся странах [James, 2009]

Таблица 2

**Список ГМ-сортов, зарегистрированных в России
для использования в пищу населением**

№ п/п	Наименование генетически модифицированного источника пищи	Название фирмы разработчика	Дата выдачи санитарно-эпидемиологического заключения и номер
1	КУКУРУЗА Линия MON 810, устойчивая к насекомым вредителям (кукурузный бурый шелкопряд)	«Monsanto», США	03.03.2004-2009 г. (на 5 лет) №77.99.02.916.Г.000013.03.04 (в настоящее время на обновлении)
2	КУКУРУЗА Линия GA 21, устойчивая к глифосату	«Monsanto», США «Syngenta», Швейцария	19.02.2007 г. №77.99.26.11.У.1085.2.07
3	КУКУРУЗА Линия T-25, устойчивая к глюфосинату аммония	«Bayer crop science», ФРГ	06.02.2007 г. №77.99.26.11.У.803.2.07 (без ограничений срока)
4	КУКУРУЗА Линия NK-603, устойчивая к глифосату	«Monsanto», США	15.02.2008 г. №77.99.26.11.У.1197.2.08 (без ограничений срока)
5	КУКУРУЗА Линия MON 88017, устойчивая к глифосату и жуку диабротика (<i>Diabrotica</i> spp.)	«Monsanto», США	08.05.2007 г. №77.99.34.11.У.3259.5.07 (без ограничений срока)
6	КУКУРУЗА Линия MON 863, устойчивая к вредителям (<i>Diabrotica</i> sp.)	«Monsanto», США	05.08.2008 г. №77.99.26.11.У.6728.8.08 (без ограничений срока)
7	КУКУРУЗА Линия MIR604, устойчивая к жуку диабротика (<i>Diabrotica</i> spp.)	«Syngenta», Франция	20.07.2007 г. №77.99.26.11.У.5763.7.07 (без ограничений срока)
8	КУКУРУЗА Линии Vt 11, устойчивая к глюфосинату аммония и кукурузному бурый шелкопряду (<i>Ostrinia nubilalis</i>)	«Syngenta», Франция	22.09.2008 №77.99.26.11.У.8205.9.08 (без ограничений срока)
9	СОЯ Линия 40-3-2, устойчивая к глифосату	«Monsanto», США	18.12.2007 г. №77.99.26.11.У.10154.12.07 (без ограничений срока)
10	СОЯ Линия А 2704-12 устойчивая к глюфосинату аммония	«Bayer crop science», ФРГ	15.02.2008 г. (на 5 лет) № 77.99.26.11 .У.1192.2.08
11	СОЯ Линия А 5547-127 устойчивая к глюфосинату аммония	«Bayer crop science», ФРГ	15.02.2008 г. №77.99.26.11.У.1191.2.08 (без ограничений срока)
12	РИС Линия LL 62	«Bayer crop science», ФРГ	2003 г. (на 5 лет) №77.99.02.916.Г.000030.11.03 (в настоящее время на обновлении)
13	КАРТОФЕЛЬ Сорт «Елизавета 2904/1 kgs», устойчивый к колорадскому жуку	Центр «Биоинженерия РАН», Россия	14.12.2005 г. №77.99.11.11.У.14145.12.05
14	КАРТОФЕЛЬ Сорт «Луговской 1210 амк», устойчивый к колорадскому жуку	Центр «Биоинженерия РАН», Россия	07.07.2006 г. №77.99.26.11.У.6088.7.0614
15	САХАРНАЯ СВЕКЛА Линия Н7-1	«Monsanto», США	31.05.2006 г. №77.99.26.11.У.4679.5.06

Начиная с 70–80-х годов прошлого столетия идет интенсивное слияние крупных фармацевтических, химических и энергических компаний с селекционно-семеноводческими фирмами, создавая транснациональные компании. Как результат, патенты на более чем 90 % всех ГМ-продуктов принадлежат международным корпорациям: «Monsanto» (США), «Syngenta» (Швейцария) и ее отделение во Франции «Syngenta feeds», «Bayer» (Германия) [Журченко, 2003]. Эти транснациональные корпорации одновременно являются крупнейшими производителями химикатов для использования в сельском хозяйстве.

Такая монополизация в области биотехнологического бизнеса, при которой основной целью является получение прибыли путем ограничения числа сортов и гибридов реализуемых во всем мире, неизбежно снижает генетическое разнообразие агроэкосистем и может иметь крайне отрицательные последствия для всего мирового сообщества.

Компания «Monsanto» — пионер генной инженерии, и имеет банк, содержащий около 700 сортов растений. Эта компания в 1993 г. получила право заниматься прямой коммерческой деятельностью с сельскохозяйственными производителями России, а с 1997 г., ведет работу по регистрации ГМ-культур. В настоящее время компания «Monsanto» в России представлена несколькими десятками филиалов. Они расположены в Москве, Краснодаре, других городах европейской части России. Имеется торговое представительство в Оренбурге, которое предлагает своим клиентам гибридные семена подсолнечника и кукурузы, а также гербициды Раундап и Харнес. При этом «Monsanto» заявляет, что не выращивает, не завозит и не продает в РФ никаких генетически модифицированных культур, поскольку ни одна из них до настоящего времени не имеет государственной регистрации для сельхозпроизводства.

К слову о монополизации в сфере биотехнологии: в марте 2006 г. латиноамериканские фермеры обратились к главе упомянутой био-ТНК «Syngenta» с просьбой отказаться от патента на ген «Terminator». Если естественный картофель будет модифицирован «терминаторным геном», то он не будет давать потомства в результате чего «Syngenta» получит монопольный контроль над продовольственным рынком Перу. Вопрос стоит о монополизации производства пищи и продовольственной диктатуре производителей трансгенных растений в закупающих их странах [Угринчук, 2008].

Риск использования ГМО

Производство, использование и потребление ГМО становится в обществе предметом широкого обсуждения, в первую очередь с точки зрения их безопасности для здоровья потребителей. По данной проблеме написано довольно большое количество статей, в которых рассматриваются как фундаментальные вопросы, так и этические. Но до сих пор не дано конкретного ответа о безопасности использования ГМО. При этом биотехнологические проекты интенсивно развиваются в области промышленно-коммерческого использования. В последние годы стоит вопрос — насколько безопасны данные технологии, насколько адекватно соблюдаются международные руководящие принципы техники безопасности ЮНЕП в области биотехнологии, принятые еще в 1995 г. В России в рамках организации контроля за ГМО создана Межведомственная Комиссия по проблемам генно-инженерной деятельности.

В 1998 г. Европейский Союз ввиду потенциальной опасности ГМО ввел 5-летний мораторий на выведение на рынок новых сортов ГМ-культур. В 2003 г. под жесточайшим прессингом Всемирной торговой организации он был снят. Это послужило хорошим поводом для лоббистов ГМ-индустрии для усиления кампании по пропаганде своей продукции в мире.

Средства массовой информации как за рубежом, так и в России все чаще поднимают вопрос о биологической потенциальной угрозе ГМО. Так, по инициативе организации «Green peace», обсуждается возможность передачи ГМИ по пищевой цепи. В России Общенациональная Ассоциация Генетической Безопасности (ОАГБ) во главе с Александром Барановым также активно решают эти вопросы.

Отношение западных ученых к вопросу о влиянии трансгенных организмов на окружающую среду по большей части совпадают. Так, 01.09.2000 г. учеными было написано открытое письмо всем правительствам мира об опасности генной инженерии «Open Letter from World Scientists to All Governments Concerning Genetically Modified Organisms (GMOs)». Это письмо подписали 828 ученых из 84 стран мира. В нем было выделено четыре основных источника опасности, связанных с ГМО: появление новых генов и «продуктов» их активности; непредвиденные эффекты технологии; взаимодействие между генами хозяина и чужеродными генами; распространение «встроенных» генов как через пыльцу, так и посредством горизонтальной трансформации.

Итак, все угрозы связанные с ГМО, можно объединить в три группы: пищевые, экологические и агротехнические [Куликов, 2004].

1. Экологические риски:

- Снижение сортового разнообразия сельскохозяйственных культур вследствие массового применения ГМО, полученных из ограниченного набора родительских сортов.

- Неконтролируемый перенос конструкций, особенно определяющих различные типы устойчивости к пестицидам, вредителям и болезням растений, вследствие переопыления с дикорастущими родственными и предковыми видами. В связи с этим снижение биоразнообразия дикорастущих предковых форм культурных растений и формирование «суперсорняков».

- Риски неконтролируемого горизонтального переноса конструкций в ризосферную микрофлору.

- Негативное влияние на биоразнообразие через поражение токсичными трансгенными белками нецелевых насекомых и почвенной микрофлоры и нарушении трофических цепей.

- Риски быстрого появления устойчивости к используемым трансгенным токсинам у насекомых-фитофагов, бактерий, грибов и других вредителей, под действием отбора на признак устойчивости, высокоэффективного для этих организмов.

- Риски появления новых, более патогенных штаммов фитовирусов, при взаимодействии фитовирусов с трансгенными конструкциями, проявляющими локальную нестабильность в геноме растения-хозяина и тем самым являющимися наиболее вероятной мишенью для рекомбинации с вирусной ДНК.

2. Пищевые риски:

- Непосредственное действие токсичных и аллергенных трансгенных белков ГМО.

- Риски, опосредованные плейотропным действием трансгенных белков на метаболизм растений.

- Риски, опосредованные накоплением гербицидов и их метаболитов в устойчивых сортах и видах сельскохозяйственных растений.

- Риски горизонтального переноса трансгенных конструкций, в первую очередь в геном симбионтных для человека и животных бактерий (*E. coli*, *Lactobacillus (acidophilus, bifidus, bulgaricus, caucasicus)*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium* и др.).

3. Агротехнические риски:

- Риски непредсказуемых изменений нецелевых свойств и признаков модифицированных сортов, связанные с плеiotропным действием введенного гена. Например снижение устойчивости к патогенам при хранении и устойчивости к критическим температурам при вегетации у сортов, устойчивых к насекомым-вредителям.

- Риски отсроченного изменения свойств, через несколько поколений, связанные с адаптацией нового гена генома и с проявлением как новых плеiotропных свойств, так и изменением уже декларированных.

- Неэффективность трансгенной устойчивости к вредителям через несколько лет массового использования данного сорта.

- Возможность использования производителями терминальных технологий для монополизации производства семенного материала.

Следует также иметь в виду потенциальное эволюционное влияние генной инженерии на биосферу планеты. Можно предположить, что при широком использовании трансгеноза информативно закрытые системы, каковыми исторически являются культурные виды и дикие сородичи растений, окажутся открытыми для прямого обмена генетической информацией практически со всеми живыми организмами. При этом непредсказуемые сукцессии в биосфере могут происходить в результате реализации средообразующих возможностей самих трансгенных организмов. Заметим, что большинство вариантов биоценологических отношений эволюционно апробировано [Журченко, 2001, 2003]. Таким образом интенсивное и неконтролируемое использование ГМО могут привести не только к изменению физиологического статуса организма, но и к уменьшению численности, исчезновению многих видов животных и растений. Если продолжать развивать биотехнологию, то необходимо усовершенствовать способы встраивания генов, чтобы вновь созданные организмы были бы безопасны для человека и окружающей среды. [Ермакова, 2006; Ermakova, 2007].

Ряд ученых считают, что страхи относительно ГМО преувеличены. Так Пандиан [2001] приводит пример: если теляпия, трансформированная по антифризному белку, попадает из искусственных водоемов в водоемы с естественным температурным режимом, тогда появляется возможность пагубного влияния на окружающую среду, но, если попадает трансгенная теляпия по белку роста, то угроза минимальна, поскольку такие особи не могут выжить в холодной воде.

Тем не менее, ученые сходятся во мнении, что для регулирования использования ГМО, в частности трансгенных рыб, и предупреждения утраты генетического разнообразия, необходимо разработать физический и биологический уровни защиты.

Физический уровень используется в качестве первой линии защиты. Это ограничение утраты ГМ-особей, в частности рыб, и попадания, их способных к оплодотворению гамет, в естественные водоемы.

Биологический метод защиты, выбранный для сдерживания трансгенных организмов в аквакультуре, должен быть эффективным, простым и дешевым в использовании. Разработано несколько методов [Pandian, 2001]:

1. Хирургическое извлечение гонад. Метод сложен в применении и не может быть применен для видов рыб небольшого размера. Для цихлид и анабантид он бесполезен, поскольку они обладают регенерацией половой системы.

2. Гормонально индуцированная стерильность, достигается погружением эмбрионов в раствор 17 α -метил тестостерона. Метод успешен для большинства видов лососевых и карповых рыб.

3. Создание стерильного триплоидного или однополого потомства. Данный метод дает полную стерильность у самок и частичную у самцов. Тем не менее,

выживаемость особей низкая (около 2 %), поскольку организм испытывает двойной стресс — термический шок (для инициации триплоидности) и микроинекцию (ввод ГМ-конструкции).

4. Гибридная стерильность, как известно, применяется в селекции для скрещивания близкородственных видов лососевых и карповых, получаемое потомство является стерильным.

Использование биотехнологий в мировой аквакультуре

Во всем мире аквакультура все интенсивнее развивается и увеличивает производство. В индустриальных условиях выращиваются много видов рыб, при этом имеет значение такие показатели как жизнестойкость, скорость роста, эффективная усвояемость и стоимость кормов, развитие и состояние репродуктивной системы, болезнестойчивость. Для достижения данных качеств в рыбоводстве применялись различные методы селекции. Однако подобные качества медленно проявляются и непредсказуемы, и часто в промежуточном варианте геном рыб может не содержать нужных генов. Биоинженерия в отличие от традиционных методов селекции потенциально обладает наибольшей возможностью технологизировать достижения в области фундаментальных знаний, а так же является качественно новым инструментом для непосредственного изучения структурно-функциональной организации генетического материала. Трансгенные рыбы обладают новыми качествами, позволяющими развитие научного знания при помощи модельных видов, и в дальнейшем значительное экономическое улучшение в товарном производстве [Журченко, 2003; Pandian, 2001; Wu, Lu, 2002; Smith, 2007].

Первыми ГМ-рыбами стали радужная форель *Oncorhynchus mykiss* в 1985 г. и серебряный карась *Carassius auratus gibelio* [Maclean, 1998; Beardmore, Porter, 2003]. Сейчас этот список включает более 30 видов рыб [Исаева, Морозов-Леонов, 2005; Микодина, 2008], являющихся как традиционными модельными объектами, так и предметом разведения и товарного выращивания. К ним относятся — сёмга *Salmo salar*, кижуч *Oncorhynchus kisutch*, чавыча *O. tshawytscha*, радужная форель, лосось Кларка *O. clarkii clarkii*, тилапии — нильская *Oreochromis niloticus* и мозамбикская *O. mossambicus*, медака (рисовая рыбка) *Oryzias latipes*, карп *Cyprinus carpio*, канальный сомик *Ictalurus punctatus*, африканский сомик *Clarias gariepinus*, караси серебряный (золотая рыбка) и его подвид *Carassius auratus grandoculis*, золотой *C. carassius*, светлопёрый (жёлтый) судак *Sander vitreus*, обыкновенная щука *Esox lucius*, амурский сом *Parasilurus asotus*, вьюны обыкновенный *Misgurnus fossilis* и амурский *M. anguillicaudatus*, дорада *Sparus aurata*, красный пагр (красный морской карась) *Pagrus major*, лещ чёрный *Melanobrama amblycephala*, данио (дамский чулочек) *Brachydanio rerio*.

В России в качестве экспериментальных объектов используют 5 видов из числа перечисленных, а также сибирского осетра *Acipenser baerii* и декоративную породу карпа — кои.

Следует отметить, что большая часть ГМ-рыб (65 %), используемых в качестве экспериментальных объектов, являются ценными объектами пресноводной (радужная форель, тилапия, карп и др.) и морской (семга, чавыча, красный пагр) аквакультуры [Микодина, 2008].

Существует более 50 генетических конструкций непарных генов рыбного происхождения, которые были сконструированы западными учеными [Pandian, 2001; Beaumont, Hoare, 2003]. Пандиан [2001] сообщает, что азиатскими учеными так же было разработано большое количество генных конструкций

для местных видов рыб. В России, во ВНИИПРХ с целью маркирования пород рыб создана и клонирована новая рекомбинантная конструкция, обеспечивающая сайт-специфическую интеграцию в геном рыб гена зелёного флюоресцирующего белка (egfp). Общая численность коллекции различных трансгенных рыб во ВНИИПРХ составляет 9250 экз. [Доклад ..., 2008].

Интеграция генной конструкции в зародышевый период у рыб обычно проявляется в мозаичном эффекте [Winn, 2001]. Но, когда ГМ-вставка производится в эмбриональном периоде, то как результат ДНК-конструкция находится практически в каждой клетке. Это позволяет корректно оценить экспрессию и биологический эффект встроенного гена. Большинство интегрированных в рыб генов экспрессируется, но имеются данные об изменении действия генов после встраивания. Проблемы могут возрастать на этапе интеграции или экспрессии трансгена, если у животного-донора слабо развита репродуктивная система или оно обладает нежелательными фенотипическими качествами. В связи с этим целесообразно использовать множественные клеточные поколения (от яйцеклетки до дифференцированной ткани) [Dunham, Devlin, 1998; Pandian, 2001; Winn, 2001]. В последующее поколение трансген обычно не передается или передается в очень малом количестве. Описано множество проблем связанных с экспрессией генов в трансгенных поколениях, в основном — ослабление экспрессии или непредсказуемость результата. [Pandian, 2001; Winn, 2001]. По устному сообщению В.А. Барминцева, без специальной селекции трансген обычно исчезает в потомстве только 3-го поколения генетически модифицированных рыб.

В экспериментальной аквакультуре наиболее популярны конструкции с двумя генами — ген гормона роста (ускоряет рост в 10–30 раз) и ген антифризного белка — устойчивость к ледяной воде (табл. 2). Так Девлин с сотрудниками [1995] и Нам с сотрудниками [2001] зарегистрировали 11 и 30-кратное увеличение роста у трансгенного лосося *Salmo* и вьюна *Misgurnus mizolepis* соответственно. В мире более 10 лабораторий к 2002 г. заявили об успешном создании быстро растущих рыб нескольких видов [Wu, Lu, 2002].

В условиях аквакультуры, под воздействием таких факторов как высокая плотность посадки, усиливается воздействие стресса на организм. Это отражается на физиологии рыб, что может приводить к развитию болезней, что в свою очередь, отражается на управлении процессами и доходах хозяйств. Трансгенные технологии предлагают возможности принципиально новых методов лечения таких болезней как инфекционный гематопозитический некроз лососевых (ИГНЛ). Так, Андерсон с сотрудниками [1996] выполнил работу по резистенции ИГНЛ путем генетической иммунизации радужной форели.

Таблица 2

Встроенные гены и промоторы трансгенных лососей [по Beaumont, Hoare, 2003]

Ген		Промотор	
Аббревиатура	Русское название	Аббревиатура	Русское название
hGH	Гормон роста человека	mMT-1	Ген белка металлотиионеина
bGH	Гормон роста быка		мышь
rGH	Гормон роста крысы		
csGH	Гормон роста чавычи	opAFP	Ген антифризного белка <i>Zoarces americanus</i> (pout)
sbGH	Гормон роста морского окуня seabream <i>Pagrus major</i>	wfAFP	Ген антифризного белка камбалы <i>Pseudopleuronectes americanus</i>
colIGF	Инсулиноподобный фактор роста кижуча	csMT-1	Ген белка металлотиионеина чавычи

Тем не менее, выявлено изменения в метаболизме у рыб под воздействием новых ГМ-конструкций. Краснов с сотрудниками [1999] исследовал утилизацию белков и липидов при ускоренном росте у CMVOnGH1-трансгенного гольца *Salvelinus alpinus* и их потомства. Они изучали мышцы, состав плазмы, метаболиты в плазме, и интенсивность газообмена. Результаты показали, что различий в составе мышц и метаболитов плазмы выявлено не было. Детектированный низкий уровень аммония предполагает уменьшение траты белков при метаболизме. Высокий уровень общего CO_2 в плазме, является индикатором повышенного окисления не белковых веществ. Уменьшение триглицеридов в плазме и низкий уровень триглицеридов относительно холестерина указывает на интенсивную утилизацию липидов. Однако в мышечных клетках это не сопровождалось уменьшением содержания липидов или изменением составом жирных кислот у триглицеридов и фосфолипидов. Работа Краснова подтверждает ранее выполненное исследование Чатаконди [Chatakondi et al., 1995].

Лишь недавно появились первые данные о неблагоприятном влиянии ГМИ на состояние здоровья рыб, их физиологию, биохимию, систему репродукции. Так, у семги на фоне поступления в организм ГМИ выявлено развитие стресса, снижение адаптационного потенциала, ухудшение иммунологического статуса [Sagstad, 2007]. Пандиан с соавторами [2001] выявил, что у трансгенной дании *Danio rerio*, по rMGN-конструкции, соматический рост происходил быстрее, в то время как развитие половой системы замедленно. Также было зарегистрировано снижение продуцирования спермы у трансгенных по гормон роста нильской тилапии и обыкновенного мешкожаберного сома *Heteropneustes fossilis*. Экстремально быстро растущие трансгенные рыбы семейства Salmonidae характеризуются слабой физической формой и коротким жизненным циклом.

Исторически рыбы играли важную роль в мониторинге и оценке риска воздействия различных токсичных веществ. Анализировалось как воздействие сложных химических веществ высокой концентрации, так и хроническое воздействие низких доз на рыб, как общепризнанных тест-организмов, с четко протекающими процессами патологии. Успехи моделей, построенных на трансгенных грызунах предполагают дальнейшее интенсивное развитие трансгенных рыб [Winn, 2001]. Концепция заключается в том, что модельным рыбам будут репортированы гены управляемые промоторами, чувствительными к химическому воздействию. Затем ГМ-рыбы будут помещаться в воду содержащую химикаты для тестирования. Последующее потребелние, распределение и аккумуляция веществ в тканях рыб будет провоцировать ответ генома, активируя встроенные гены. Активность нового гена будет пропорциональна концентрации исследуемых веществ. Наиболее чувствительные тест-объекты, это оплодотворенные ГМ-рыбы или особи на ранних этапах развития [Gibbs et al., 1994; Maclean, 1998; Carvan et al. 2000; Winn, 2001]. Так Леглер с сотрудниками [2000] представил эстроген-связывающую последовательность, сцепливающий ТАТА-бокс¹ и репортированный ген люциферазы у данио. Химические вещества связываются с эндогенными рецепторами эстрогена, возбужденные рецепторы, в свою очередь, стимулируют ген люциферазы. Вырабатываемый фермент используется для измерения интенсивности люминесценции, чем больше лизата в ткани, тем интенсивнее она светится. Исследование показало, что наиболее чувствительны к воздействию были ювинильные особи в период дифференциации гонад и семенники взрослых самцов.

¹ ТАТА-бокс — специфическая последовательность нуклеотидов, присутствующая в промоторных областях генов эукариот, участвует в инициации транскрипции, обеспечивая ориентацию РНК-полимеразы относительно промотора [Арефьев, Лисовенко, 1995].

В индустриальном рыбоводстве широко применяются искусственные комбикорма. При этом выявлено, что в их состав зачастую добавляется ГМ-соя сортовой линии 40-3-2 [Микодина, Ганжа, 2008]. В литературе этот сорт сои часто обозначают как «Roundup-Ready», или «RR-soya». Она была разработана в 1995 г. компанией «Monsanto Co» (США) с целью повышения ее устойчивости к гербициду глифосату. Следовательно, при выращивании этой линии сои используется большее количество гербицидов. Показано, что гербициды могут вызывать сдвиги в обменных процессах растений и приводить к изменению количества белка, соотношений между его фракциями, отдельными аминокислотами [Щербина, Гамыгин, 2006]. Соевые продукты содержат фитоэстрогены, основным компонентом которых являются изофлавоны — вещества очень похожие на половые гормоны млекопитающих. Изофлавоны конкурируют с естественными эстрогенами за рецепторы в клетках мозга. По данным, приведенным С.А. Владовской [2002], наличие в кормах сои, и содержащимся в ней термоустойчивого фитоэстрогена генистина, приводит к задержке размножения и ухудшению репродуктивной функции радужной форели. Было отмечено замедление роста рыб во втором поколении. Темпы этого замедления зависели от количества генистина в кормах рыб первого поколения. Поэтому в рыбоводстве не рекомендуется добавление сои в корма, используемые для подкормки личинок и кормления молоди лососевых, выращиваемых в индустриальных условиях [Владовская, 2002; Щербина, Гамыгин, 2006].

Для встраивания (транспортировки) чужеродного гена в геном сои этого сорта в качестве трансгена был использован транспозон CP4 EPSPS (5-enol-pyruvylshikimate-3-phosphate syntase) из *Agrobacterium* sp., strain CP4. Здесь следует указать, что транспозон — это такая последовательность ДНК, которая может перемещаться внутри генома посредством процесса, называемого транспозицией. Встраиваясь в инородный геном, транспозоны могут вызывать мутации и хромосомные перестройки. Установлено, что транспозоны играют важную роль в процессе переноса лекарственной устойчивости между микроорганизмами, рекомбинациях и обмене генетическим материалом между различными видами как в природе (горизонтальный перенос), так и при генно-инженерных манипуляциях [Diao, Freeling, Lisch, 2006]. Добавление такого сырья в комбикорма может негативно влиять на физиологическое состояние не только на рыб, но и на потребляющего эту рыбу человека. Негативное влияние определяется степенью присутствия модифицированной ДНК в рыбе или изменениями, которые произошли в этом организме [Траавик, 2004]. Тем не менее, экспериментальных исследований в этой области до сих пор не проводилось.

В отличие от производителей пищевой продукции, которые в настоящее время маркируют (или обязаны маркировать) товар с точки зрения наличия или отсутствия ГМО, искусственные корма для рыб таких маркировок пока не имеют, хотя в некоторых из них ГМИ идентифицируются [Микодина, Ганжа, 2008].

Учитывая приведенные выше материалы, очевидно, что необходима проверка безопасности на трансгены используемых в пищу объектов рыбоводства, комбикормов для рыб и рыбной продукции. Такой подход отвечает задачам по безопасности продовольствия целого ряда организаций, созданных при ООН, таких как Комиссия по «Продовольственному кодексу» (Codex Alimentarius Commission, САС), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Организация по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО), а также глобальная система «Прослеживаемость» (Traceability).

Законодательные аспекты применения ГМО

Осознав возможные риски, мировое сообщество предприняло шаги, ограничивающие использование ГМО и ГМИ в продуктах питания человека. За-

ключены международные Конвенции (Картахенский протокол по биобезопасности к Конвенции о биологическом разнообразии, 29.01.2000 г.), многими странами приняты национальные законы. Наиболее либеральное законодательство в отношении ГМ-растений существует в США, однако в отношении рыб законы и билли разных штатов несут крайне много ограничений. В Российской Федерации в 1996 г. также вступил в действие Федеральный закон о государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности (№ 96-ФЗ с изменениями, 12.07.2000 г.), который относится к сфере природопользования, охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности. В нем, в частности, прописан порядок проведения работ в генной инженерии с рыбами и другими гидробионтами. Для организации контроля за распространением ГМО в России создана Межведомственная Комиссия по проблемам генно-инженерной деятельности.

Многие страны мира (Австрия, Франция, Люксембург, Греция, Швейцария, Новая Зеландия, большинство стран Африки) запретили выращивание на своей территории ГМ-растений, другие ввели ограничения. Тем не менее, половина населения планеты Земля сегодня живет в странах, где возделывание ГМО разрешено.

В странах ЕС, ограничивших использование ГМО, в связи с вступлением в действие Директивы № 1829/2003 Европейского парламента и совета с 1 июня 2004 г. установлен допустимый предел содержания ГМИ в пищевой продукции, равный 0,9%, и обязательность ее маркировки по этому показателю. Аналогичные требования к продуктам питания включены в Федеральный закон № 171-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О защите прав потребителей» [2004] и утверждены Минздравсоцразвития России [СанПиН 2.3.2.107801 с дополнениями и изменениями, 01.06.2004 г.]. Мониторинг за оборотом ГМ-продуктов на территории России ведет сеть региональных центров Роспотребнадзора и сертифицированные лаборатории. В Правительстве Москвы при Департаменте продовольственных ресурсов в 2005 г. создан Координационный совет по вопросам безопасности пищевой продукции, полученной из ГМИ.

Для определения наличия трансгенной ДНК в пищевых продуктах разработан и используется государственный стандарт [ГОСТ Р 52173-2003]. Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации генетически модифицированных источников (ГМИ) растительного происхождения).

Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора подготовил и издал в 2006 г. Методические рекомендации №10-5ФЦ/2557 «Качественное и количественное определение генетически модифицированных источников (ГМИ) растительного происхождения в продуктах питания и пищевом сырье с использованием «сухих» наборов реагентов серии RT-ПЦР-ядро».

Законодательство РФ в отношении ГМО одно из самых сильных. Нормативная правовая база РФ в области генно-инженерной деятельности обобщена в ряде обзоров [Максимов и др., 2004]. Кроме основных законов и постановлений, среди поименованных ниже документов отсылки к другим законам и правовым документам.

1. Федеральный закон о государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности от 5 июня 1996 г. № 86-ФЗ. Принят Государственной думой 5 июня 1996 г.

2. Постановление о порядке гигиенической оценки и регистрации пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников от 6 апреля 1999 г. № 7. Принят Министерством здравоохранения Российской Федерации и Главным государственным врачом Российской Федерации.

3. Закон Российской Федерации о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ.

4. Закон о защите прав потребителя (в редакции Федерального закона) о внесении изменений и дополнений в закон Российской Федерации о защите прав потребителей.

5. Министерства здравоохранения Российской Федерации № 217 от 20.07.1998 г. о гигиенической оценке производства, поставки и реализации продукции и товаров.

6. Рекомендации Межведомственной Комиссии по проблемам генно-инженерной деятельности.

7. Положение о проведении гигиенической экспертизы и регистрации пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников. Приложение утверждено Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 6 апреля 1999 г. № 7.

8. Федеральный закон Российской Федерации о качестве и безопасности пищевых продуктов от 2 января 2000 г. № 29-ФЗ. Принят Государственной Думой 1 декабря 1999 г., одобрен Советом Федерации 23 декабря 1999 г.

9. Федеральный закон Российской Федерации о внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности» от 12 июля 2000 г. № 96-ФЗ. Принят Государственной Думой 21 июня 2000 года, одобрен Советом Федерации 28 июня 2000 г.

10. Постановление Правительства Российской Федерации об утверждении положения о лицензировании деятельности по производству дезинфекционных, дезинсекционных и дератизационных средств, положения о лицензировании деятельности по проведению дезинфекционных, дезинсекционных и дератизационных работ и положение о лицензировании деятельности, связанной с использованием возбудителей инфекционных заболеваний от 20 июня 2001 г. № 474.

11. Федеральный закон о лицензировании отдельных видов деятельности.

12. Положение о лицензировании деятельности, связанной с использованием возбудителей инфекционных заболеваний, утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 20 июня 2001 г.

13. Постановление Правительства РФ от 26 сентября 1994 г. № 1098 об утверждении Положения о порядке контроля за экспортом из Российской Федерации возбудителей заболеваний (патогенов) человека, животных и растений, их генетически измененных форм, фрагментов генетического материала и оборудования, которые могут быть применены при создании бактериологического (биологического) и токсического оружия (собрание законодательства РФ, 1994, № 23, ст. 2573; 1997, № 51, ст. 5807; 1999, № 15, ст. 1824).

14. Указ президента Российской Федерации об утверждении списка возбудителей заболеваний (патогенов) человека, животных и растений, генетически измененных микроорганизмов, токсинов, оборудования и технологий, подлежащих экспортному контролю от 8 августа 2001 г. № 1004.

15. Приказ о санитарно-эпидемиологической экспертизе продукции утвержден Министерством здравоохранения Российской Федерации от 15 августа 2001 г. № 325 (в ред. Приказа Минздрава Российской Федерации от 18.03.2002 № 84).

16. Постановление Правительства Российской Федерации от 24.07.2000 г. № 554 об утверждении Положения о государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации и Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании (собрание законодательства Российской Федерации, 2000, № 31, ст. 3295).

17. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15 августа 2001 г. № 325. Приложение 1. Порядок проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы продукции (в ред. Приказа Минздрава РФ от 18.03.2002 г. № 84).

18. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15 августа 2001 г. № 325. Приложение 2. Продукция, подлежащая санитарно-эпидемиологической экспертизе (в ред. Приказа Минздрава РФ от 18.03.2002 г. № 84).

19. Постановление Правительства Российской Федерации об утверждении положения об осуществлении контроля за внешнеэкономической деятельностью в отношении возбудителей заболеваний (патогенов) человека, животных и растений, генетически измененных микроорганизмов, токсинов, оборудования и технологий от 29 августа 2001 г. № 634 (в ред. Постановления Правительства РФ от 03.10.2002 г. № 731).

20. Федеральный закон об экспортном контроле.

21. Постановление Правительством Российской Федерации от 29 августа 2001 г. № 634 Положение об осуществлении контроля за внешнеэкономической деятельностью в отношении возбудителей заболеваний (патогенов) человека, животных и растений, генетически измененных микроорганизмов, токсинов, оборудования и технологий.

22. Федеральный закон Российской Федерации о временном запрете на клонирование человека от 20 мая 2002 г. №54-ФЗ. Принят Государственной Думой от 19 апреля 2002 г.

Таким образом, мировое сообщество, а также российские власти на федеральном и региональном уровнях признали, что поскольку современные генно-инженерные технологии открывают огромные возможности для повышения благосостояния людей, их необходимо развивать и использовать, соблюдая соответствующие меры безопасности в отношении окружающей среды и здоровья человека.

Список ГМ-сортов, зарегистрированных в России для использования в пищу населением (по данным сайта biosafety.ru, Центра «Биоинженерия» РАН, сайта МСХ РФ, сайта Госсортокомиссии РФ) представлен в табл. 1.

Заключение

Отметим, что ГМ-рыб, в качестве модельных животных, в больших международных программах не используют. Это препятствует созданию и изучению новых видов ГМ-рыб и ограничивает возможности изучить трансгенные поколения животных созданных другими учеными. Для проведения фундаментальных научных исследований по биологической безопасности продукции аквакультуры в отношении ГМО можно выделить следующие задачи:

- определение наличия чужеродных генов в видах рыб используемых в аквакультуре;
- определение наличия ГМИ в искусственных рыбных кормах;
- проблема горизонтального переноса генов по пищевой цепи [Diao et al., 2006];
- оценка влияние ГМИ на физиолого-биохимические характеристики и репродуктивную функцию объектов рыбоводства [Микодина, 2008].

Существующие риски вызывают необходимость регламентирования применения ГМО и ГМИ в рыбной отрасли в целом, в т.ч. рыбоводстве, искусственном воспроизводстве и пастбищной аквакультуре.

ЛИТЕРАТУРА

- Арефьев В.А. Лисовенко Л.А. 1995. Англо-русский толковый словарь генетических терминов. — 410 с.
- Владовская С.А. 2002. Некоторые проблемы производства кормов, используемых в аквакультуре // Рыбное хозяйство. Сер. Аквакультура. Информационный пакет «Корма и кормление в аквакультуре». М.: Изд-во ВНИЭРХ. Вып. №3. — С. 7–1.,
- Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. 2008. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. 2-е изд., испр. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. — 143 с.
- Доклад об основных результатах научных рыбохозяйственных исследований в 2007 году. 2008. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 347–351.
- Ермакова И.В. 2005. Об опасности использования генетически модифицированных организмов в продуктах питания // Аграрная Россия. № 4. — С. 21–23.
- Ермакова И.В. 2006. Генетически модифицированная соя приводит к снижению веса и увеличению смертности крысят первого поколения. Предварительные исследования // ЭкоИнформ. Федеральный вестник экологического права. № 1. — С. 4–9.
- Журченко А.А. 2001. Адаптивная система селекции растений (экологические системы). — 30 с.
- Журченко А.А. 2003. Роль генетической инженерии в адаптивной системе селекции растений (мифы и реальность) // Сельскохозяйственная биология. № 1. — 29 с.
- Исаева Н.М., Морозов-Леонов С.Ю. 2005. Генетически модифицированные рыбы: цели и методы получения // Актуальні проблеми аквакультури та раціонального використання водних біоресурсів. Київ. — С. 97–99.
- Коршунов К.Р. 2001. Продуктивные и биологические особенности перепелов, трансгенных по гену бычьего соматотропина. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. — Сергиев Посад. — 24 с.
- Кузнецов В.В. Куликов А.М., Митрохин И.А., Цыдендамбаев В.Д. 2004. Генетически модифицированные организмы и биологическая безопасность // Федеральный вестник экологического права. — М.: Экоинформ. Вып. 10. — 70 с.
- Кузнецов В.В. 2005. Возможные биологические риски при использовании генетически модифицированных сельскохозяйственных культур // Вестник ДВО РАН. № 3. — С. 40–54.
- Куликов А.М. 2004. ГМО и риски их использования // ГМО — скрытая угроза России. Материалы к Докладу Президенту Российской Федерации «По анализу эффективности государственного контроля за оборотом генетически модифицированных продуктов питания» (п. 3 Протокола № 4 совместного заседания Совета Безопасности и Президиума Госсовета РФ от 13.11.2003 г.). Москва. — С. 47–73.
- Максимов Г.В., Василенко В.Н., Максимов В.Г., Максимов А.Г. 2004. Теоретические и практические аспекты использования биотехнологии и геной инженерии. — М. — 208 с.
- Микодина Е.В. 2008. Генетически модифицированные организмы (ГМО) и биологическая безопасность рыб в аквакультуре // Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов. Мат-лы Второй Международной научно-практической конференции. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 167–170.
- Микодина Е.В., Ганжа Е.В. 2008. Генетически модифицированные источники в комбикормах для рыб // Рыбное хоз-во. № 2. — С. 84–87.
- Рисинская Н.В., Василенко О.В., Фегадинг К.В., Судариков А.Б. 2001. Трансфекция гена гемагглютинин-нейраминидазы вируса болезни Ньюкасла в клетки мышинной миеломы для получения вакцины против нативной опухоли // Доклады академии наук. Т. 378. № 6. — С. 827–831.
- Сергеев Н.С., Вертель Ю.М., Костюкова Е.А. 2007. Контроль генетически модифицированных источников в рыбной муке и кормах для сельскохозяйственных животных // Рыбная промышленность. № 4. — С. 44–46.
- Угринчук И. 2008. Генетически модифицированные организмы — угроза жизни на Земле. www.pravda.rv.ua/food.
- Уиллет Э. 2008. Генетика без тайн. — М.: Эксмо. — 224 с.
- Щербина М.А., Гамыгин Е.А. 2006. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. — М.: Изд-во ВНИРО. — 360 с.
- Эрнст Л.К., Лисицын А.Б., Татулов Ю.В. 1999. Генно-инженерная селекция свиней // Мясная индустрия. № 3. — С. 11–14.
- Alestrom P. 1996. Genetically modified fish in future aquaculture: technical, environmental and management // ISNAR Biotechnology Seminar paper. — 7 p.

- Anderson E.D., Mourich D.V., Leong J.C., 1996. Development of DNA Vaccines for Salmonoid fish // Mol. Mar. Biol. Biotechnol. N. 5. — P. 114–122.
- Beaumont A.R. and Hoare K. 1998. Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture // Blackwell Science. — 158 p.
- Carvan M.J., Dalton T.P., Stuart G.W. 2000. Transgenic zebrafish for aquatic pollution // Ann. NY Academy Science. N. 919. — P. 133–137.
- Chatakondi N., Nichols A., Powers D.A., Dunham R.A. 1995. Effects of Rainbow trout growth hormone complementary DNA on body shape, carcass yield, and carcass composition of F1 and F2 transgenic common carp // Aquaculture. N. 138. — P. 99–109.
- Devlin R.H., Yesaki T.Y., Donaldson E.M., Du S., Hew C.L. 1995. Production of germline transgenic pacific salmonids with dramatically increased growth performance // Can. J. Fish. Aquat. Sci. N. 52. — P. 1376–1384.
- Dunham R.A., Devlin R.H. 1998. Transgen animals in aquaculture (eds Muray J.D. et.al.) // CAB International, Wallingford, UK. N. 15. — P. 91–98.
- Diao X., Freeling M., Lisch D. 2006. Horizontal Transfer of Plant Transposons // PLoS Biol. V. 4. N. 1. — P. 5.
- Ermakova I. V. 2006. Influence of genetically modified soya on the birth-weight and survival of rat pups // Proceedings «Epigenetics, Transgenic Plants and Risk Assessment». — P. 1–48.
- Ermakova I.V. 2007. GM soybeans revisiting a controversial format // Nature Biotechnology. T. 25. N. 12. — P. 1351–1354.
- Hammer R.E., Pursel V.G., Rexroad C.E. 1985. Production of transgenic rabbits, sheep and pigs by microinjection // Nature. V. 315. — P. 680–683.
- Gibbs P.D.L., Peek A., Thorgaard G. 1994. A in vivo screen for transgene in zebrafish // Mol. Mar. Biol. Biotech. N. 3. — P. 307–316.
- James C. 2008. Global Status of Commercialized Biotech // GM Crops: 2008. ISAAA Briefs. N. 39. www.ISAAA.org.
- James C. 2009. 2008 ISAAA report on global status of biotech // GM crops international service for the acquisition of agri-biotech applications (ISAAA).
- Krasnov A., Agren J.J., Pitkanen T.I., Molsa H. 1999. Changes in Tissue Cellularity Are Associated with Growth Enhancement in Genetically Modified Arctic Char (*Salvelinus alpinus* L.) Carrying Recombinant Growth Hormone Gene // Genet. Anal. Biomol. Eng. N. 15. — P. 99–105.
- Legler J., Broekhof J.L.M., Brouwer A., Lanser P.H., Murk A.J., van der Saag P.T., Vethaak A.D., Wester P., Zivcovic D., van der Burg B. 2000. A novel in vivo assay for (Xeno-) estrogens using transgenic zebrafish // Environ. Sci. Technol. N. 34. — P. 4439–4444.
- Maclean N. 1998. Regulation and exploitation of transgenes in fish // Mutat. Res. N. 399. — P. 255–256.
- Malatesta M., Biggiogera M., Manuali E., Rocchi M.B.L., Baldelli B., Gazzanelli G. 2003. Fine structural analyses of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on GM soybean // Eur. J. Histochem. N. 47. — P. 385–388.
- Malatesta M., Caporalony C., Gavaudan S., Rocchi M.B.L., Tiberi C., Gazzanelli G. 2002. Ultrastructural, morphometrical and immunocytochemical analysis of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean // Cell Struct. Funct. N. 27. — P. 173–180.
- Nam Y.K., Noh J.K., Cho Y.S., Cho H.J., Kim C.G., Kim D.S. 2001. Dramatically accelerated growth and extraordinary gigantism of transgenic mud loach *Misgurnus mizolepis* // Transgenic Research. V. 10. N. 4. August 2001. — P. 353–362.
- Pandian T.J. 2001. Guidelines for research and utilization of genetically modified fish // Current sciens. V. 81. N. 9. — P. 1172–1178.
- Prescott V.E., Campbell P.M., Moore A., Mattes J., Rothenberg M.E., Foster P.S., Higgins T.J.V., Hogan S.P. 2005. Transgenic expression of bean alpha-amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity // Journal of Agricultural and Food Chemistry. N. 53. — P. 9023–9030.
- Pusztai A. 1998. Report of Project Coordinator on data produced at the Rowett Research Institute // SOAEFD flexible Fund Project RO 818. 22 October 1998.
- Seralini G.E., Cellier D., Vendomois JS. 2007. New Analysis of a Rat Feeding Study with a Genetically Modified Maize Reveals Signs of Hepatorenal Toxicity // Arch. Environ. Contam. Toxicol. N. 52(4). — P. 596–602.
- Sagstaad A. 2007. Evaluation of stress- and immune-responses biomarkers in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed different levels of genetically modified maize (BT maize), compared with its near-isogenic parental line and commercial suprex maize // J. Fish Dis. V. 30 (4). N. 201. — P. 12.

Sarmasik A., Chun C.Z., Jang I.-K., Lu J.-K., Chen T.T. 2001. Production of transgenic live-bearing fish and crustacean with pantropic retroviral vectors // *Marine Biotechnology*. N. 3. — P. 177–184.

Smith T. 2007. Transgenic fish stay in the pound // *Research Quality of life Genetically modified organisms A review of results.* — 4 p. www.ec.europa.eu/research/quality-of-life/gmo/07-fish/07-intro.htm

Traavik T., Verhaag B., Krober G. 2004. Life Running out of Control // www.biosafety.ru/index.php?idp=23&idn=197&idnt=4

Winn R.N. 2001. Transgenic fish as models in environmental toxicology // *ILAR Journal*. V. 42. N. 3. P. 322–329.

Wu J.-L., Lu J.-K. 2002. Transgenic fish for aquaculture // *Marine Biotechnology*. N. 4. — P. 328–337.

УДК 597.553.2:597–13

АНАЛИЗ ГИСТОГЕНЕЗА У ЭМБРИОНОВ ЧАВЫЧИ *ONCORHYNCHUS TSCHAWYTSCHA* ПРИ ИНКУБАЦИИ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ПОДОГРЕВОМ ВОДЫ

К.В. Метальникова¹, Л.В. Сахаровская²

¹ ВНИРО, Москва, ksenia@vniro.ru

² Малкинский лососевый рыболовный завод, пос. Малки,
Камчатская обл.

ANALYSIS OF HISTOGENESIS FOR EMBRYOS OF CHINOOK SALMON *ONCORHYNCHUS* *TSCHAWYTSCHA* AT THE HATCHERY INCUBATION WITH PREHEATING WATER

K.V. Metalnikova¹, L.V. Saharovskaya²

¹ VNIRO, Moscow, ksenia@vniro.ru

² Malkinskiy Oncorhynchus Hatchery, Malky v., Kamchatskiy region

Введение

Эмбриогенез складывается из тесно связанных друг с другом процессов дифференцировки, организации и роста. Это разные стороны единого процесса, в результате которого образуется вполне развитый организм. Можно разделить исследователей, изучавших эти проблемы, на две группы. Одна группа утверждает, что реакции зародышей на внешние воздействия носят неспецифический характер и это находит свое отражение в неспецифическом изменении структур, при этом существенным является только стадия развития зародышей. Другие исследователи находят наличие специфических черт в изменении эмбриогенеза под воздействием внешних факторов. Поскольку чувствительность к каждому фактору меняется в процессе развития, постольку один и тот же фактор вызывает различные нарушения эмбриогенеза в зависимости от стадии, на которой он возник. Одни факторы влияют на весь организм в целом, другие действуют локально. Так изменения температуры инкубации влияют на весь зародыш в целом [Беляева, 1964; Коровина, 1964]. В условиях современного заводского воспроизводства проходных лососей, к которым относится и чавыча, получение быстрорастущей, готовой к миграции в море, физиологически полноценной молоди, равноценной дикой, но более крупной, является основной задачей искусственного воспроизводства. Наиболее эффективный способ получения такой молоди — использование повышенной температуры воды при инкубации. Однако подробные исследования формирования и развития

тканей в процессе заводского выращивания чавычи при эмбриогенезе не проводили. А именно эти процессы, в период эмбрионального развития чавычи, обуславливают полноценное развитие молоди, её высокий темп роста, жизнеспособность на более поздних этапах развития и увеличение, в общей сложности, величины промыслового возврата.

Эмбриогенез складывается из процессов дифференцировки, организации и роста. Под дифференцировкой понимают изменения в обмене веществ и структуре клеток, в результате которых развиваются морфологические и химические различия между первоначально однородными клетками. В развивающемся организме дифференцировка сопровождается определенной организацией или размещением дифференцированных клеток, это обычно сопровождается ростом организма. Как известно, различают четыре основных периода дифференцировки.

1. Оотипическую дифференцировку, выражающуюся в том, что материал будущих зачатков представлен презумптивными участками цитоплазмы яйцеклетки или зиготы. Далее эмбриогенез можно разделить на несколько периодов при формировании тканей различных органов у чавычи.

2. Период бластомерной дифференцировки у зародышей, когда материал будущих тканевых зачатков представлен различными бластомерами в составе дробящегося зародыша.

3. Период зачатковой дифференцировки, когда, например, из эктодермы выделяется зачаток нервной трубки, из мезодермы образуются спинные сегменты, каждый из которых потом расчленяется на склеротом, миотом, дерматом, выделяется нефротом и спланхнотом. Образуется из разных участков мезодермы мезенхима. Мезенхима — это эмбриональная соединительная ткань, появляется тотчас после сформирования зародышевых листков. Промежутки между зародышевыми листками, между мезодермой, с одной стороны и энто- и эктодермой — с другой стороны, быстро заполняются мезенхимой, состоящей из веретенообразных вытянутых или звездообразных разветвленных клеток. Эти клетки соединяются друг с другом своими отростками и образуют сетчатый остов, в петлях которого располагается простейшее межклеточное вещество — жидкая или полужидкая студенистая масса. Данные электронной микроскопии показали, что клетки мезенхимы обособлены друг от друга клеточными оболочками, они имеют хорошо выраженную эргастоплазму и митохондрии [Елисеев, 1963]. Все основные органы формируются именно из этого «строительного материала».

4. Период тканевой дифференцировки, когда тканевый зачаток превращается в ткань. Превращение зачатка в ткань — гистогенез — это процесс, в течение которого клетки и неклеточные образования каждого зачатка, специализируясь в разных направлениях, приобретают характерные для каждой ткани специфическую структуру и соответствующие физиологические и химические свойства. В процессе дальнейшего развития зародыша возникают органы и системы органов. По определению В.Г. Елисеева [1963] ткань — это исторически (филогенетически) сложившаяся система клеток и внеклеточных структур, обладающая общностью строения и специализированная на выполнении определенных функций. Высокий температурный потенциал чавычи давно был доказан и обоснован, как резерв генотипической нормы реакции, который должен стать основой для ускоренного выращивания лососей в заводских условиях [Городилов, 1969; Смирнов, 1975].

Материал и методика

Материалом послужили эмбрионы чавычи, зафиксированные работниками Малкинского ЛРЗ (МЛРЗ) в 2002–2003 гг. в растворе Чемберлена [Паушева,

1988]. В 2002 г. инкубация проводилась на ЛРЗ «Озерки» при естественной температуре воды, а в 2003 г. на Малкинском ЛРЗ (МЛРЗ) при повышенной температуре воды за счет водоподогрева (рис. 1) [Метальникова, Сахаровская, 2005].

Проводку проб осуществляли вручную [Метальникова, 2005] и через автомат для гистологической обработки тканей карусельного типа (Модель STP-120);

заливку в парафин — через заливочную станцию ЕС 350; сагитальные серийные срезы толщиной 5–7 мкм делали на ротационном микротоме. Полученные срезы окрашивали квасцовым гематоксилином по Эрлиху [Роскин, Левинсон, 1957; Паушева, 1988] с докраской ядер эозином. Фотографии сделаны с помощью компьютерной системы с автоматической видеокамерой Leica DC при увеличении окуляра $\times 10$ и объективов 10, 20, 40, $\times 100$. Всего обработано 790 шт. зародышей и икринок с зародышами со срезами типичных картин эмбриогенеза на разных стадиях.

Для зародышей чавычи, инкубированных при более высокой температуре и в обычных температурных условиях без термодогрева, произвели расчет скорости формирования сомитов при данной температуре, по методу, рекомендованному Ю.Н. Городиловым [1986]. Расчет возраста и определения стадий эмбриогенеза для атлантического лосося по формуле:

$$\tau_s = \frac{t_2 - t_1}{n_2 - n_1},$$

где τ_s — «тау-сомит», оказался равен 0,21. При дальнейших расчетах получилось, что за сутки, в среднем, у зародышей чавычи формировалось 4,8 сомитов на МЛРЗ и 3 сомита на ЛРЗ «Озерки»; $t_2 - t_1$ — период времени, за который сформировались сомиты; $n_2 - n_1$ — количество сомитов, сформированных за период времени $t_2 - t_1$. Используя эти показатели, рассчитали возраст эмбрионов чавычи в «тау-сомитах» [Городилов, 1986] и в градусо-днях, по этапам [Смирнов, 1975]. При описании органогенеза у чавычи использовали рекомендации П.П. Иванова [1937] для костистых и, в частности лососевых рыб.

Результаты

Эмбриональное развитие чавычи в условиях без подогрева воды. В начале гастрюляции под бластоиск начинается уход головной энтодермы через верхний край бластопора, происходит нарастание верхней губы бластопора. Мезодерма задней половины края бластодиска постепенно уходит в бластопор и в передней его половине дифференцируются элементы, подгибающиеся под край обрастания. Клетки, на которые распадается этот подворачивающийся край, являются клетками мезенхимы, той, что дает в дальнейшем кровеносные сосуды периферических частей бластодиска (рис. 2) [Иванов, 1937]. К концу обрастания желточная пробка приобретает вид маленького кружка, у самого конца зародыша происходит замыкание желточной пробки [Иванов, 1937]. То есть,

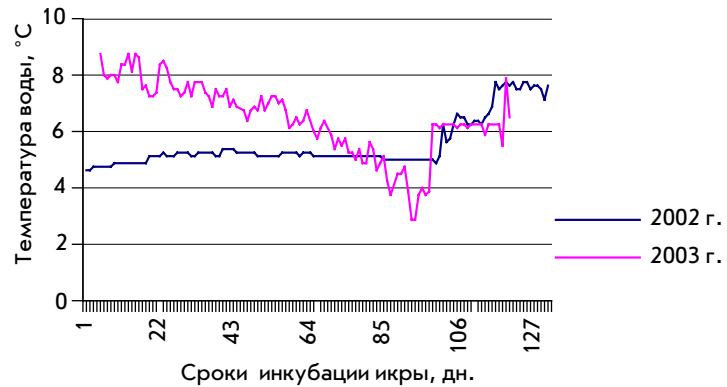


Рис. 1. Температура воды при инкубации икры чавычи на ЛРЗ «Озерки» (2002 г.) и МЛРЗ (2003 г.)

при термоподогреве воды во время инкубации стадия 11 для атлантического лосося происходит при $\tau_s = 45-47$, а для чавычи при $\tau_s = 102,5$, для чавычи при 193,5 градусо-днях по этапированию эмбриогенеза [Смирнов, 1975] должен быть 8 этап возникновения кардинальных вен и смешанного подкишечно-желточного и печёочно-желточного кровообращения. Поэтому предполагаем, что для классификации стадий зародыша при изучении гистогенеза и органогенеза на гистологическом уровне необходимо создание собственной шкалы.

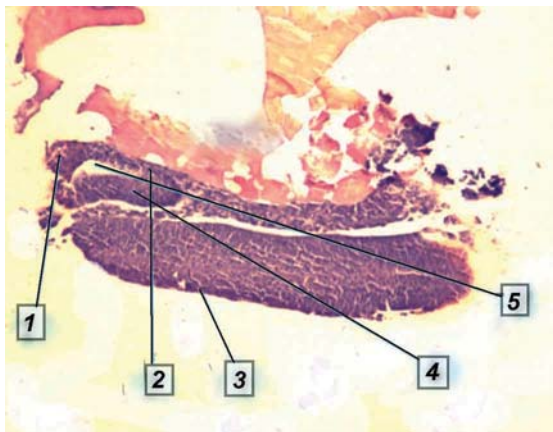


Рис. 2. Сагиттальный срез зародыша чавычи на стадии гастрюляции через зародышевый диск: 1 — краевая мезенхима; 2 — перибласт; 3 — перидерма; 4 — губа бластопора; 5 — куп-феров пузырьк; 6 — икринка. Партия 7. Закладка на инкубацию 29.07.03 г. Аппарат 3 (лоток 3). $t = 6,9$ °С. МЛРЗ, Камчатка. Возраст 179,4 градусо-дней; $\tau_s = 102,5$; 11 стадия; приблизительно 4 этап. Увеличение: ок.10 × об.5

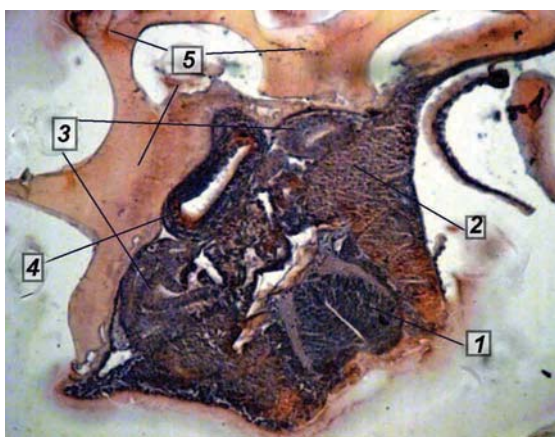


Рис. 3. Срез эмбриона чавычи. Зачатки: 1 — нервной трубки; 2 — миомеров; 3 — почечных канальцев; 4 — кишечной трубки; 5 — запас трофических веществ в икринке. ЛРЗ «Озерки», Камчатка, 2002 г. Партия 1. Закладка на инкубацию 17.07.02 г., $t = 5,1$ °С. $\tau_s = 192$; 29 стадия; 330,5 градусо-дней; 10 этап. Увеличение: ок.10 × об.10

В возрасте 330,5 градусо-дней зародыши чавычи имеют зачаток нервной трубки, кишечной трубки, почечные канальцы в первичной почке, а на месте «мезодермальных крыльев» образуются миотомы, состоящие из миомеров.

Отдельные особи в этом возрасте 430,3 градусо-дней также встречались на ранних стадиях развития. При продвижении краев бластодермы за уровень экватора икринки в передней части расширенного головного мозга появляются два боковых выступа — зачатки глаз. Позади границы головных зачатков мозговых пузырей видны 4 миотома, дифференцировавшихся из осевых участков мезодермы.

На рис. 6 сагиттальный срез типичного зародыша чавычи в области головы. Идут формообразовательные процессы, из зачатков органов формируются ткани органов, т.е. идет процесс гистогенеза. В головном отделе формируются мозговые пузыри, образование глазных бокалов. После перевозки икры на МЛРЗ произошла ре-

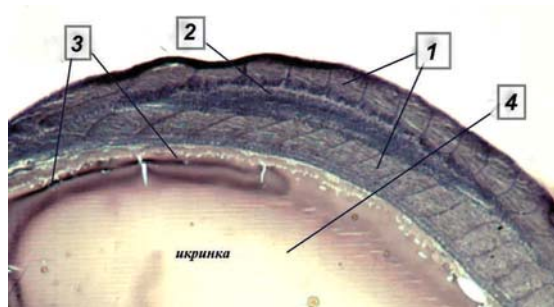


Рис. 4. Сагиттальный срез эмбриона чавычи на 35 стадии перед выклевом: 1 — более 18 сомитов; 2 — хорда; 3 — туловищная складка; 4 — желток. ЛРЗ «Озерки»; Камчатка, 2002 г. Партия 9. Аппарат 4 (лоток 3, 4). Через час после перевозки с ЛРЗ «Озерки»; фиксация 22.10.02 г. Возраст $\tau_s = 340,3$; стадия 35; 425,5 градусо-дней; 11 этап. Увеличение: ок.10 × об.5

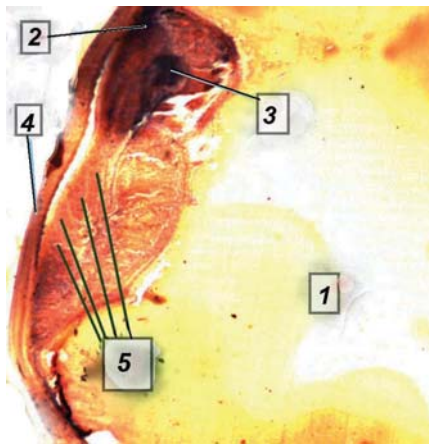


Рис. 5. Сагиттальный срез эмбриона чавычи: 1 – икринка с трофическими включениями; 2 – зачатки пузырей головного мозга; 3 – зачатки глаз; 4 – перидерма; 5 – 4 пары миотомов. ЛРЗ «Озерки», Камчатка, 2002 г. Проба 16. Партия 9. Фиксация 23.10.02 г. Закладка на инкубацию 01.08.02 г. Аппарат 4 (лотки 3, 4); $t = 4,8\text{ }^{\circ}\text{C}$; 430,3 градусо-дней; $\tau_s = 252$; 33 стадия; 11 этап. Увеличение: ок.10 × об.5

версия в развитии зародышей, и они оказались на более ранней, 33, стадии развития.

После образования кишечной трубки она остается связанной с желточным мешком энтодермальным каналом, проходящим в желточном стебельке. Желточный мешок выполняет трофическую функцию, клеточные элементы его энтодермы расщепляют желток, и продукты расщепления доставляются по сосудам стенки желточного мешка к телу зародыша. Другая его функция, кроветворная, заключается в образовании в мезодерме его стенки клеточных элементов крови.

На рис. 8 можно проследить гистогенез зачатков мозга.

На рис. 9 косой срез зародыша чавычи в районе концентрации первичных половых клеток – 2, характеризующихся центрально расположенным ядром, ядерно-плазматическим отношением, выраженным в пользу цитоплазмы (табл. 1).

Как видно из табл. 1, ядерно-плазматическое отношение в измеренных клетках было $64,01 \pm 2,17\%$ при коэффициенте изменчивости признака в

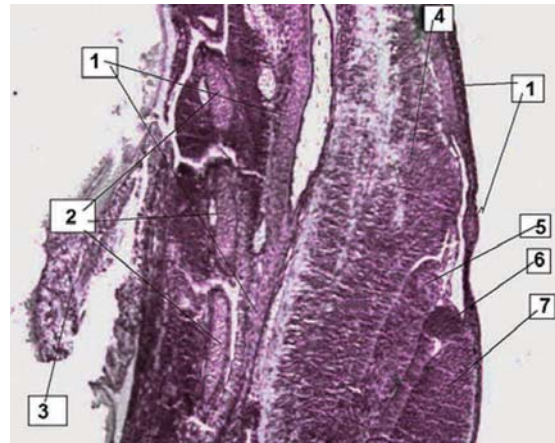


Рис. 6. Сагиттальный срез чавычи: 1 – формирование черепной коробки путем образования прехордальных трабекул, паракордальных хрящей; 2 – идет процесс закладки кровеносных сосудов жабр; 3 – остаток желточного мешка от препарирования зародыша; 4 – пузырек переднего мозга; 5 – пузырек среднего мозга; 6 – (перекрестие) складка мозжечка; 7 – продолговатый мозг. Проба 4 (серия 5). Партия 9. Фиксация 23.10.02 г. Закладка на инкубацию 01.08.02 г. производителя из р. Ключевка; $t = 4,8\text{ }^{\circ}\text{C}$; МЛРЗ, Камчатка. Сутки после перевозки с ЛРЗ «Озерки». Аппарат 4 (лотки 3, 4). Возраст 430,3 градусо-дня; $\tau_s = 252$; 33 стадия; 11 этап. Увеличение: ок.10 × об.10

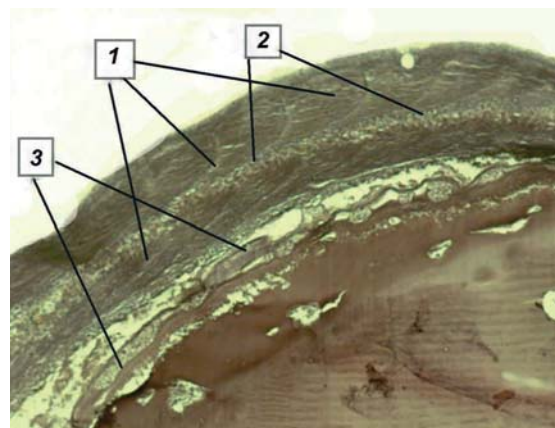


Рис. 7. Сагиттальный срез эмбриона чавычи: 1 – сомиты более 18 пар, сформировавшиеся из мезодермы; 2 – хорда; 3 – туловищная складка, из которой формируется желточный стебелек, связывающий зародыш с желточным мешком. Инкубация на ЛРЗ «Озерки». ЛРЗ «Малки» после перевозки и при продолжении инкубации при $t = 6,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, 2002 г. Партия 4. Лоток 1. Фиксация 25.10.02 г. в растворе Чемберлена. Закладка на инкубацию 25.07.02 г. Камчатка. $t = 6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. $\tau_s = 276$; 33 стадия; 11 этап; 476,3 градусо-дней. Увеличение: ок.10 × об.10

19 %, явно выражено в пользу цитоплазмы, что характерно для генеративных клеток [Персов, 1975], промеры делали не менее чем по пяти диаметрам в каждой клетке.

Далее на рис. 9 можно наблюдать зачаток дефинитивной или первичной почки, позднее в первичную почку вырастает лимфоидная ткань, не нарушая её

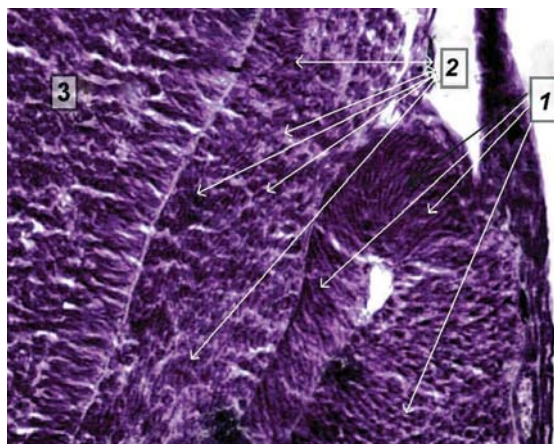


Рис. 8. Сагиттальный срез чавычи:
1 – начало формирования зачатка мозжечка; 2 – ядра пузыря среднего мозга; 3 – пузырь переднего мозга. Проба 4. Партия 9. Фиксация 23.10.02 г. Закладка на инкубацию 01.08.02 г. производители из р. Ключевка; $t = 4,8$ °C; МЛРЗ, Камчатка; сутки после перевозки с ЛРЗ «Озерки». Аппарат 4 (лотки 3, 4). Возраст 430,3 градусо-дня; $\tau_s = 252$; 33 стадия; 11 этап. Увеличение: ок.10 × об.40

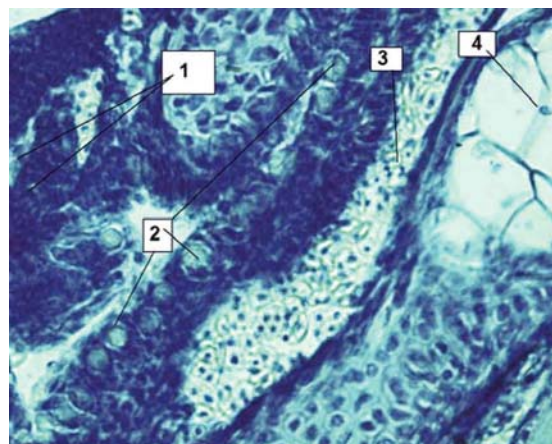


Рис. 9. Сагиттальный срез зародыша чавычи:
1 – зачаток дефинитивной или первичной почки; 2 – концентрация первичных половых клеток; 3 – зачаток кровеносного сосуда со сформировавшимися эритроцитами и лимфоцитами, но не окрашенными пигментом; 4 – зачаток плавательного пузыря. Проба 3. Партия 1. Закладка на инкубацию 17.07.02 г. Фиксация от 31.10.02 г. МЛРЗ (через 10 дней после перевозки икры с ЛРЗ «Озерки»). Камчатка. Возраст 550,7 градусо-дней; $t = 6,4$ °C; $\tau_s = 318$; 33–34 стадия; 12 этап (пассивное состояние свободных зародышей). Увеличение ок.10 × об.20

Таблица 1

Результаты измерений клеток зародыша чавычи в возрасте 550,7 градусо-дней, 2002 г.

Показатели	Диаметр ядра	Диаметр клетки	Ядерно-плазматическое отношение
Среднее	52,76	82,49	64,01
Стандартная ошибка	2,47	2,38	2,17
Медиана	51,10	80,75	62,11
Мода	60,83	69,69	81,00
Стандартное отклонение	14,41	13,91	12,67
Дисперсия выборки	207,72	193,76	160,70
Экссесс	5,35	1,71	-0,15
Асимметричность	1,82	0,91	0,66
Интервал	72,06	65,52	48,74
Минимум	35,38	61,99	45,39
Максимум	107,45	127,51	94,13
Сумма	1794,12	2804,74	2176,58
Счет	34	34	34

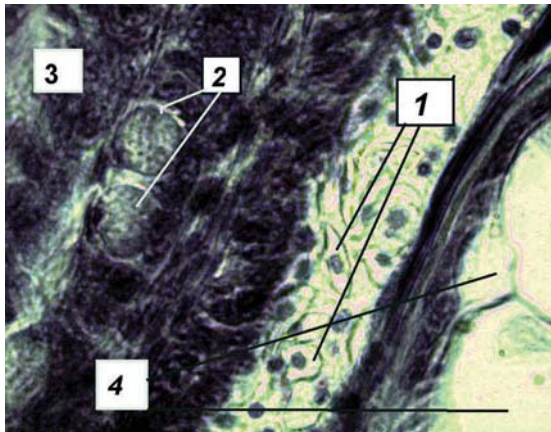


Рис. 10. Сагиттальный срез чавычи: 1 — зачаток кровеносного сосуда со сформировавшимися эритроцитами и лимфоцитами; 2 — первичные половые клетки; 3 — зачаток definitivoй или первичной почки; 4 — зачаток плавательного пузыря. Проба 3. Партия 1. Закладка на инкубацию 17.07.02 г. Фиксация от 31.10.02 г., МЛРЗ (через 10 дней после перевозки икры с ЛРЗ «Озерки»), Камчатка. Возраст 550,7 градусо-дней; $t = 6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_s = 318$; 34–35 стадия; 12 этап. Увеличение: ок.10 × об.100 с иммерсией

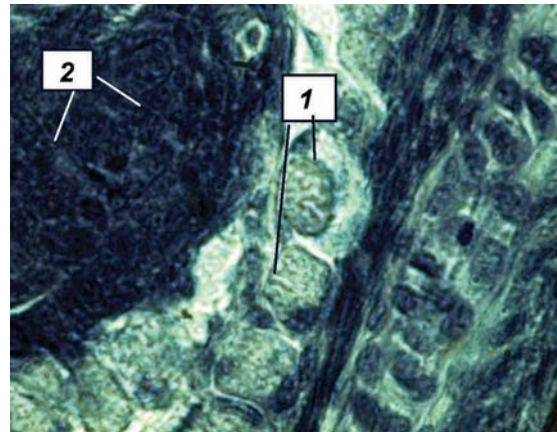


Рис. 11. Сагиттальный срез чавычи: 1 — первичные половые клетки обособляются в виде цепочки; 2 — капилляры, которые образуют сосудистое сплетение предпочки. Проба 7. Партия 1. Закладка на инкубацию 17.07.02 г. Фиксация от 31.10.02 г., МЛРЗ, Камчатка. Возраст 550,7 градусо-дней; $t = 6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_s = 318$. 34–35 стадия. 12 этап. Увеличение: ок.10 × об.100 с иммерсией

выделительной функции, и она становится также органом кроветворения. Перед входом в желудок, пищевод дает от себя вырост дорзальной стенки, имеющей вид кармана, загибающегося назад, представляющий собой зачаток плавательного пузыря, который растет назад, образуя вздутую дистальную и узкую проксимальную часть, у некоторых костистых она редуцируется. На срезе виден зачаток кровеносного сосуда со сформировавшимися эритроцитами и лимфоцитами, но не окрашенными пигментом.

На рис. 10 даны формирующиеся: первичные половые клетки, зачаток definitivoй или первичной почки, процесс образования зачатка первичных половых клеток, прорастание зачатка формирующегося кровеносного сосуда у зародыша чавычи в возрасте 550,7 градусо-дней перед вылуплением.

Благодаря обособлению промежуточной массы между миотомы и спланхнотомом, которое происходит до закладки выделительной системы, нефротом, возникающий затем в виде утолщения верхнего края спланхнотомы, не имеет метамерной группировки (рис. 10, 11). Верхний край спланхнотомы у передних миотомов вздувается вследствие утолщения своих стенок. Этот зачаток разрастается вперед и назад и образует ка-

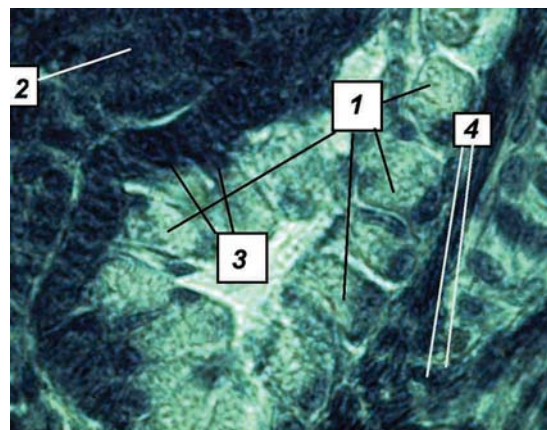


Рис. 12. Сагиттальный срез чавычи: 1 — первичные половые клетки; 2 — сосудистое (glomus) сплетение предпочки; 3 — зачатка первичных половых клеток; 4 — зачаток кровеносного сосуда, с «конусом нарастания» (из возможно, мезенхимных клеток, по аналогии с формированием корня у растений). Проба 7. Партия 1. Закладка на инкубацию 17.07.02 г. Фиксация от 31.10.02 г. МЛРЗ, Камчатка. Возраст 550,7 градусо-дней; $t = 6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_s = 318$; 34–35 стадия; 12 этап. Увеличение: ок.10 × об.100 с иммерсией

меру предпочки. Камеры левой и правой предпочки, представляющие собой обособившиеся участки спланхноцеля, сближаются друг с другом у срединной линии тела, где проходит аорта.

Выше рассмотрены процессы гистогенеза у зародышей чавычи, инкубированных на ЛРЗ «Озерки», Камчатка, в 2002 г. при естественной температуре воды, без термopодогрева и после перевозки на МЛРЗ с термopодогревом до вылупления личинок из икры, которое началось в 550,7 градусо-дней.

Зародыши чавычи, инкубированные с термopодогревом воды на Малкинском лососевом рыбopодном заводе (МЛРЗ), Камчатка. На рис. 13 сагиттальный срез зародыша чавычи после стадии замыкания желточной пробки. Идет вырост в длину хвостовой почки, она образует хвост, который и дифференцируется. По описательной классификации стадий развития зародыша это 13–14 стадия сомитогенеза, хотя возраст зародыша всего 169,7 градусо-дней, а в $\tau_s = 100,8$, что должно соответствовать 20 стадии сомитогенеза, или 5 этапу формирования головы и туловища зародыша. В этом возрасте молодь чавычи по степени онтогенетического развития уже обгоняла развитие молоди чавычи в воде без термopодогрева в более позднем возрасте в 193,5 градусо-дней (см. рис. 2).

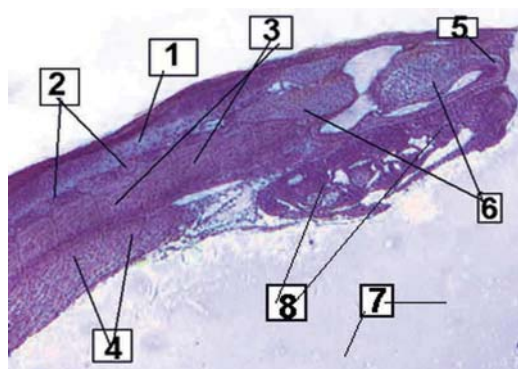


Рис. 13. Сагиттальный срез чавычи: 1 — нервный ствол; 2 — хорда; 3 — миотомы; 4 — спланхнотом; 5 — зачаток мозговых пузырей; 6 — концевые скопления индифферентных клеток, поверх зародыша идет перидерма; 7 — желток икринки; 8 — зачатки кровеносной системы. Проба 5/2. Партия 10. Аппарат 4 (лоток 3). Фиксация 21.08.03 г. МЛРЗ, Камчатка. Закладка на инкубацию 31.07.03 г., $t = 7,2$ °С; возраст 169,7 градусо-дней; 5 этап. $\tau_s = 100,8$; 14 стадия. Увеличение: ок.10 х об.5

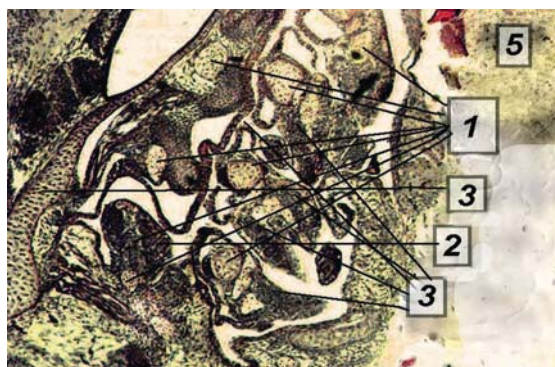


Рис. 14. Сагиттальный срез чавычи: 1 — кровеносная система; 2 — сердце; 3 — рудиментарная жаберная крышка; 5 — икринка. Проба 2/3. Партия 10. Аппарат 4 (лоток 3). Закладка 31.07.03 г.; $t = 6,7$ °С, МЛРЗ, Камчатка, 2003 г. Возраст 310,1 градусо-дней; $\tau_s = 201,6$; 30 стадия; 10 этап. Увеличение: ок.10 х об.20

На рис. 14 сагиттальный срез эмбриона чавычи, инкубированный при $\tau_s = 201,6$, что соответствует 10 этапу или 30 стадии образования опорных лучей в хвостовом плавнике.

На рис. 17 — процесс формирования хрусталика путем прорастания, модифицирующихся в процессе, мезенхимных клеток через радужную оболочку.

На рис. 21 четко просматриваются следующие отделы внутренних органов: пузырь переднего головного мозга, эпифиз, продолговатый мозг, мозжечок, видна обонятельная ямка, идет процесс формирования нижней челюсти у зародыша, видны дентино-костные чешуйки (на месте будущего появления дентино-костной чешуйки образуется утолщение эктодермы, называемое эмалевым органом, под ним в соединительной ткани дифференцируется дентино-костные чешуйки, эмалевый орган исчезает и является гомологом эпителиального зачатка), началась пигментация глаз, но меланофоры на голове и теле зародыша еще не просматриваются.

На рис. 22–27 представлены последовательные, серийные срезы зародыша чавычи.

На рис. 22–27 представлены последовательные, серийные срезы зародыша чавычи.

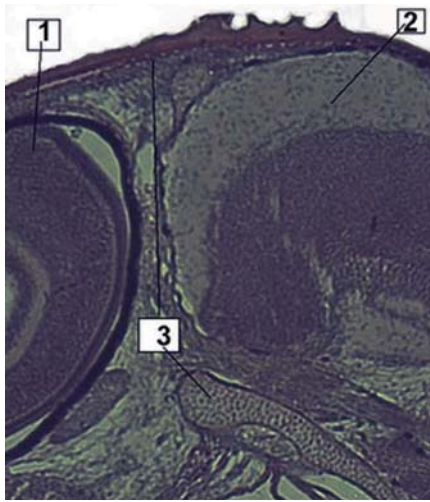


Рис. 15. Сагиттальный срез чавычи: 1 — зачаток радужной оболочки глаза, идет процесс интенсивной пигментации глаз; 2 — пузырь переднего головного мозга; 3 — прехордальная трабекула, парахордальный хрящ. Проба 2/3. Партия 10. Аппарат 4 (лоток 3). Закладка на инкубацию 31.07.03 г.; $t = 6,7^\circ\text{C}$. Возраст 310,1 градусо-дней; $\tau_s = 202$; 30 стадия; 10 этап; МЛРЗ, Камчатка. Увеличение: ок. $10 \times$ об.10

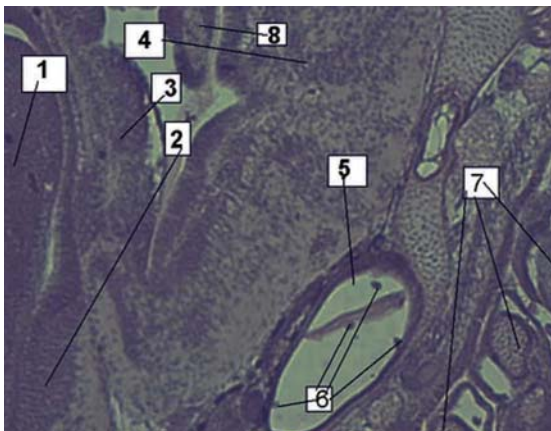


Рис. 16. Сагиттальный срез чавычи: 1 — пузырь переднего головного мозга; 2 — пузырь среднего головного мозга; 3 — мозжечок; 4 — продолговатый мозг; 5 — слуховая капсула; 6 — зачатки отолитов 4 штуки; 7 — жаберные щели, прорывающиеся в жаберные карманы [Иванов, 1937]; 8 — зачаток эпифиза. Проба 2/3. Партия 10. Аппарат 4 (лоток 3). Закладка на инкубацию 31.07.03 г. МЛРЗ, Камчатка; $t = 6,7^\circ\text{C}$. Возраст 310,1 градусо-дней; в $\tau_s = 202$, что соответствует для атлантического лосося 30 стадии, когда жаберная крышка должна уже прикрывать первую жаберную дугу и меланофоры по всему телу, что соответствовало 10 этапу развития, но меланофор не было. Увеличение: ок. $10 \times$ об.10

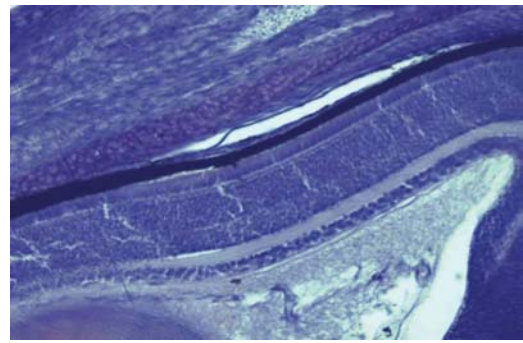
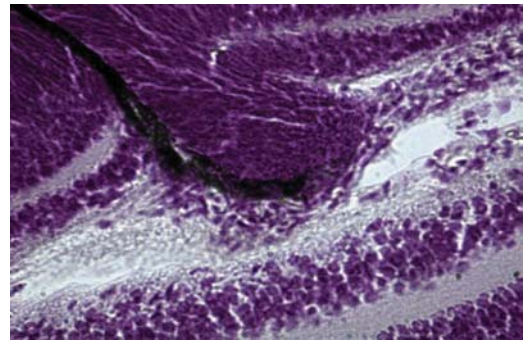


Рис. 17. Сагиттальный срез чавычи: А — процесс формирования хрусталика; Б — процесс формирования радужной оболочки. Партия 10. Аппарат 4 (лоток 3). Закладка на инкубацию 21.07.03 г. МЛРЗ, Камчатка; $t = 6,7^\circ\text{C}$. Возраст 310,2 градусо-дней; в $\tau_s = 202$, что соответствует, для атлантического лосося 30 стадии, 10 этапу развития. Увеличение: ок. $10 \times$ об.40

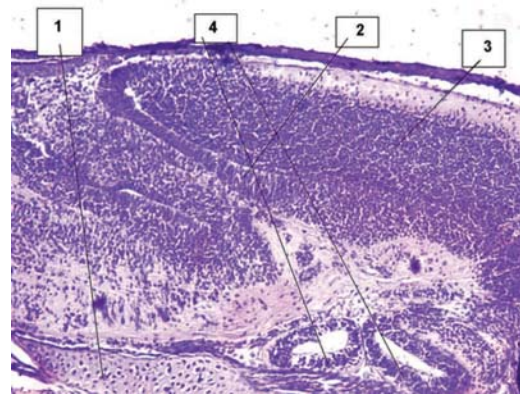


Рис. 18. Сагиттальный срез зародыша чавычи: 1 — скопления мезенхимных клеток; 2 — складка в передней стенке заднего пузыря — зачаток мозжечка; 3 — пузырь переднего головного мозга; 4 — симпластический зачаток щитовидной железы, первые фолликулы щитовидной железы, с небольшим количеством высоких клеток тиреоидного эпителия. Проба 3. Партия 7. Закладка икры на инкубацию 29.07.03 г. Аппарат 4 (лоток 4). Фиксация 9.10.03 г. $t = 5,1^\circ\text{C}$; МЛРЗ, Камчатка. Возраст 493,5 градусо-дней; 11 этап или $\tau_s = 350,4$ начало выклева личинок 35–36 стадия. Увеличение: ок. $10 \times$ об.10

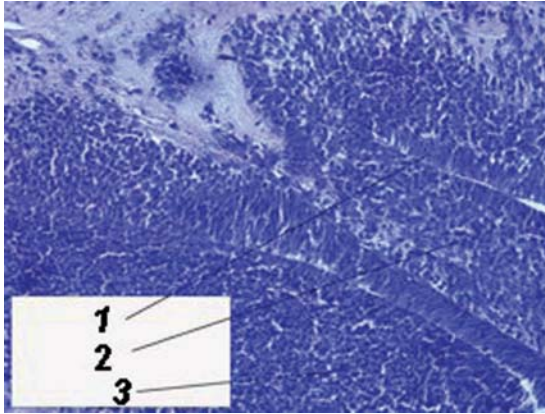


Рис. 19. Сагиттальный срез зародыша чавычи: 1 — складка формирующегося мозжечка; 2 — средний мозг; 3 — передний мозг. Партия 7. Аппарат 4 (лоток 4). МЛРЗ, 2003 г. Закладка на инкубацию 29.07.03 г. Фиксация 09.10.03 г., $t = 5,1$ °С. Возраст 493,5 градусо-дней. 11 этап или $\tau_s = 350,4$ начало выклева личинок 35–36 стадия. Увеличение: ок.10 × об.20

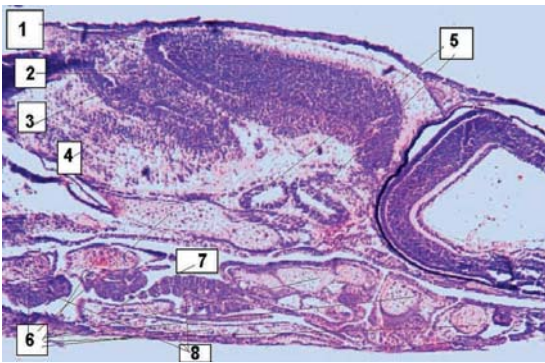


Рис. 20. Сагиттальный срез зародыша чавычи. Идет гистогенез: 1 — пузырь переднего мозга; 2 — пузырь среднего мозга; 3 — мозжечка; 4 — продолговатого мозга; 5 — формирование фолликулы щитовидной железы на втором этапе гистогенеза и высоких клеток тиреоидного эпителия; 6 — формирование кровеносной системы; 7 — закладка сердца; 8 — формирование жаберных карманов, зачатки жаберных щелей, над ними зачатки кровеносной системы жабр. Проба 3. Партия 7. Закладка икры на инкубацию 29.07.03 г. Аппарат 4 (лоток 4). МЛРЗ, Камчатка. Фиксация 9.10.03 г.; $t = 5,1$ °С. Возраст 493,5 градусо-дней; 11 этап или $\tau_s = 350,4$ начало выклева личинок 35–36 стадия. Увеличение: ок.10 × об.5

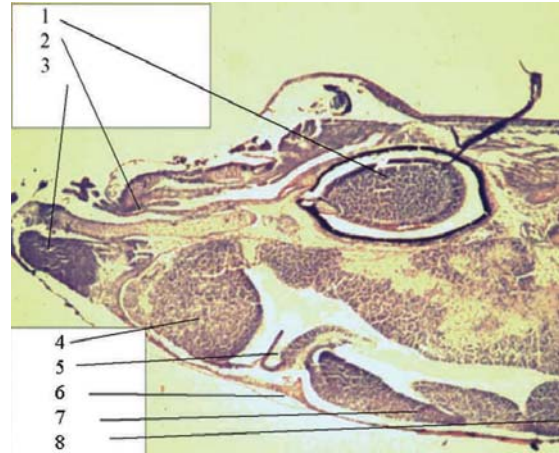


Рис. 21. Сагиттальный срез головы зародыша чавычи: 1 — пигментация глаза зародыша; 2 — эмалевый орган чавычи; 3 — обонятельная ямка зародыша чавычи; 4 — передний мозг; 5 — мозжечок; 6 — эпифиз; 7 — средний мозг зародыша чавычи; 8 — продолговатый мозг зародыша. Партия 7. Закладка икры на инкубацию 29.07.03 г. Аппарат 4 (лоток 4); $t = 5,1$ °С. Возраст 493,5 градусо-дней. 11 этап или $\tau_s = 350,4$ начало выклева личинок 35–36 стадия; МЛРЗ, Камчатка. Фиксация 9.10.03 г. Увеличение: ок.10 × об.5

На рис. 22 прослеживается расхождение висцерального и париетального листков при дифференцировке миотомов, спланхнотомы и промежуточной массы, образующих сомиты. Происходит закладка сомитов в краниальном участке тела зародыша, число сомитов соответствует 13. На рис. 23 продолжение сагиттального среза эмбриона чавычи, закладка 19 сомитов в кранио-каудальном направлении, продолжается процесс обособления внутренних органов у этого зародыша, последовательное его фотографирование позволяет восстановить всю картину в целом. На рис. 24 продолжение среза: сомиты из висцерального листка зародыша образовались в 8 шт., из париетального — 6 шт. На рис. 25 продолжение среза: со стороны висцерального листка 15 сомитов, со стороны париетального листка 10 сомитов. На рис. 26

срез того же зародыша чавычи, со стороны висцерального листка образовалось 12 сомитов, со стороны париетального листка 12 сомитов. На рис. 27 срез того же зародыша чавычи: 3 сомита. Таким образом, к возрасту, чавычи в 493,5 градусо-дней имелись не только все зачатки внутренних органов, но и сформиро-

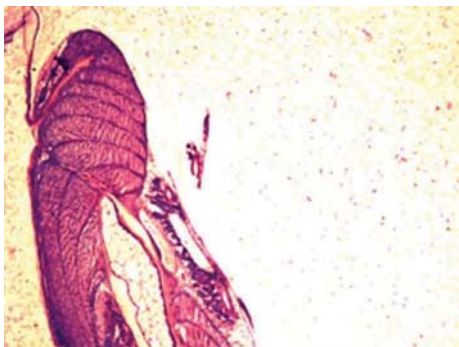


Рис. 22. Сагиттальный срез зародыша чавычи. Партия 7. Закладка икры на инкубацию 29.07.03 г. Аппарат 4 (лоток 4); $t = 5,1$ °С. Возраст 493,5 градусо-дней. 11 этап или $\tau_s = 350,4$ начало выклева личинок 35–36 стадия; МЛРЗ, Камчатка. Фиксация 9.10.03 г. Увеличение: ок.10 × об.5

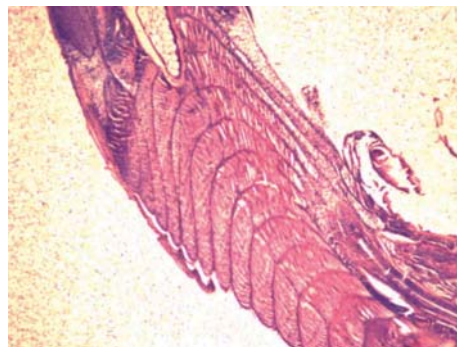


Рис. 23. Сагиттальный срез зародыша чавычи. Партия 7. Закладка икры на инкубацию 29.07.03 г. Аппарат 4 (лоток 4); $t = 5,1$ °С. Возраст 493,5 градусо-дней. 11 этап или $\tau_s = 350,4$ начало выклева личинок 35–36 стадия; МЛРЗ, Камчатка. Фиксация 9.10.03 г. Увеличение: ок.10 × об.5

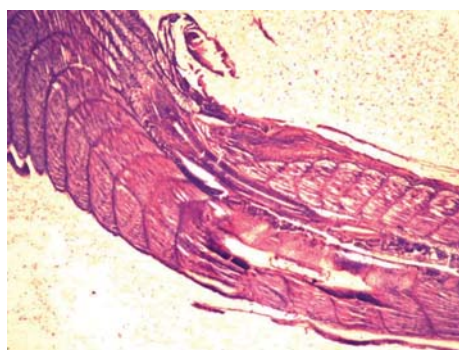


Рис. 24. Сагиттальный срез зародыша чавычи. Партия 7. Закладка икры на инкубацию 29.07.03 г. Аппарат 4 (лоток 4); $t = 5,1$ °С. Возраст 493,5 градусо-дней. 11 этап или $\tau_s = 350,4$ начало выклева личинок 35–36 стадия; МЛРЗ, Камчатка. Фиксация 9.10.03 г. Увеличение: ок.10 × об.5

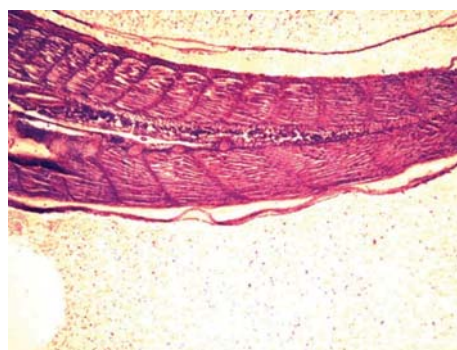


Рис. 25. Сагиттальный срез зародыша чавычи. Партия 7. Закладка икры на инкубацию 29.07.03 г. Аппарат 4 (лоток 4); $t = 5,1$ °С. Возраст 493,5 градусо-дней. 11 этап или $\tau_s = 350,4$ начало выклева личинок 35–36 стадия; МЛРЗ, Камчатка. Фиксация 9.10.03 г. Увеличение: ок.10 × об.5



Рис. 26. Сагиттальный срез зародыша чавычи. Партия 7. Закладка икры на инкубацию 29.07.03 г. Аппарат 4 (лоток 4); $t = 5,1$ °С. Возраст 493,5 градусо-дней. 11 этап или $\tau_s = 350,4$ начало выклева личинок 35–36 стадия; МЛРЗ, Камчатка. Фиксация 9.10.03 г. Увеличение: ок.10 × об.5

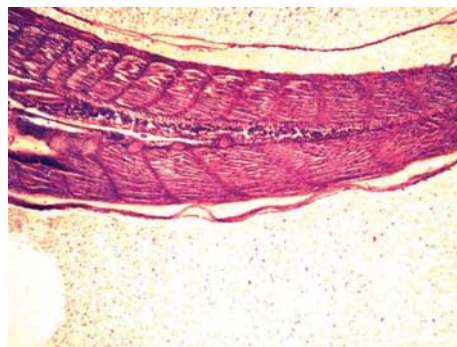


Рис. 27. Сагиттальный срез зародыша чавычи. Партия 7. Закладка икры на инкубацию 29.07.03 г. Аппарат 4 (лоток 4); $t = 5,1$ °С; возраст 493,5 градусо-дней. 11 этап или $\tau_s = 350,4$ начало выклева личинок 35–36 стадия; МЛРЗ, Камчатка. Фиксация 9.10.03 г. Увеличение: ок.10 × об.5

вались до 59 пар сомитов, у отдельных экземпляров эмбрионов чавычи, при переменном температурном режиме от 8,7 °С в начале инкубации и до 5,1 °С при окончании инкубации. Эти процессы у атлантического лосося происходят в 185 градусо-дней или в 110 τ_s при 5 °С, когда только начинают закладываться обонятельные плакаты, образуется ротовая воронка. У чавычи эти процессы происходят значительно позже (см. рис. 21 и 28) даже при калориферном подогреве воды (см. рис. 1).

На рис. 29 сагиттальный срез того же зародыша, что и на рис. 28, но с большим увеличением. Мезенхимные клетки, преобразуясь, прорастают в полость глаза, формируя зачаток хрусталика.

На рис. 30 сагиттальный срез зародыша чавычи в возрасте 521,3 градусо-дней или $\tau_s = 364,8$ по стадированию развития икры у атлантического лосося или 11 этап развития по этапированию развития икры дальневосточных лососей. Но не одна из этих классификаций гисто- и органогенеза на гистологи-

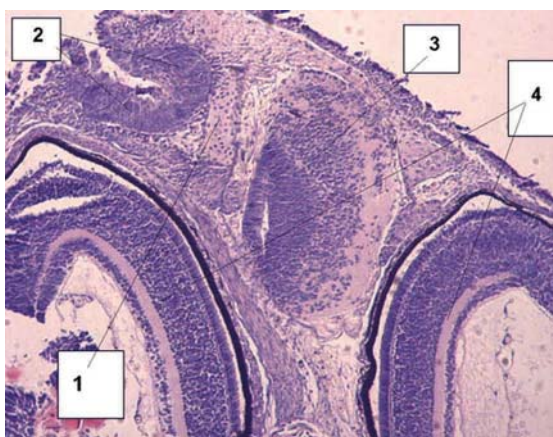


Рис. 28. Сагиттальный срез чавычи: 1 — мезенхима; 2 — зачаток ротовой полости из эктодермы; прототип многослойного плоского эпителия; 3 — зачаток пузыря переднего головного мозга зародыша чавычи; 4 — пигментация глазных пузырей. Проба 4. Партия 4. Закладка на инкубацию 25.07.03 г. Лоток 4; $t = 4,9$ °С. Возраст зародыша 521,0 градусо-дней. 11 этап или $\tau_s = 278,5$; 36 стадия; МЛРЗ, Камчатка. Фиксация 08.10.03 г. Увеличение: ок.10 × об.5

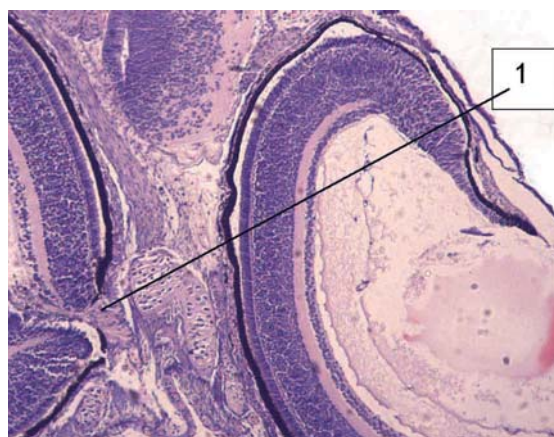


Рис. 29. Сагиттальный срез чавычи. 1 — формирование зачатка хрусталика. Проба 4. Партия 4. Закладка на инкубацию 25.07.03 г. Лоток 4; $t = 4,9$ °С. Возраст зародыша 521,0 градусо-дней. 11 этап или $\tau_s = 278,5$; 36 стадия; МЛРЗ, Камчатка. Фиксация 08.10.03 г. Увеличение: ок.10 × об.5

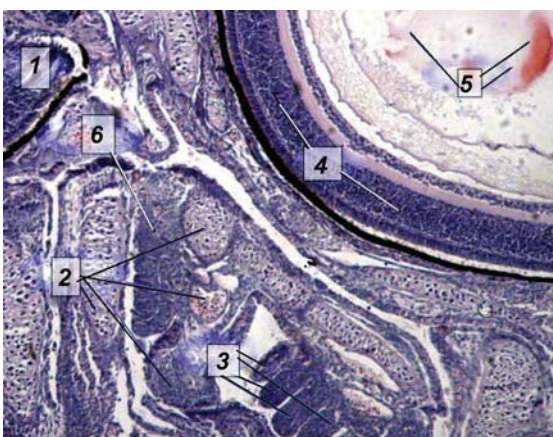


Рис. 30. Сагиттальный срез чавычи: 1 — зачаток пузыря переднего головного мозга; 2 — закладка кровеносной системы; 4 — меланин в глазных бокалах; 5 — зачаток хрусталика; 3 — жаберные щели с жаберными пластинками, которые позже прикроются складкой эктодермы с мезенхимой, вырастающей на гиоидной дуге зародыша — 6. Проба 4. Партия 4. Аппарат 2 (лоток 1); $t = 4,9$ °С. Возраст зародыша 521,3 градусо-дней. МЛРЗ, Камчатка. 11 этап. $\tau_s = 278,5$. 36 стадия. Фиксация 08.10.03 г. Увеличение: ок.10 × об.10

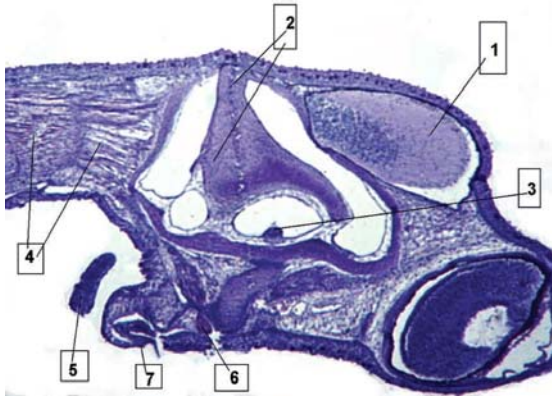


Рис. 31. Сагиттальный срез чавычи: 1 — пузырь среднего головного мозга; 2 — мозжечок и продолговатый мозг; 3 — зачаток отолита; 4 — сомиты; 5 — пластинка зачатка грудного плавника, внутри клетки мезенхимной ткани; 6 — зачаток сердца; 7 — врастание эктодермы по направлению к кишечной энтодерме. Проба 5. Партия 1. Аппарат 1 (лоток 2), $t = 5,1$ °С. Возраст зародыша 559,2 градусо-дней. $\tau_s = 336$. 12 этап. МЛРЗ, Камчатка. Фиксация 09.10.03 г. Увеличение: ок.10 × об.5



Рис. 32. Сагиттальный срез чавычи чавычи на «сигнальном» выклеве: 1 — пузырь среднего мозга; 2 — кровеносная система жабр; 3 — слуховая камера; 4 — складки эктодермы с мезенхимой, вырастающей на гиоидной дуге зародыша; 5 — продолговатый мозг зародыша; 6 — зачаток плавательного пузыря. Проба 2. Партия 3. Аппарат 1 (лоток 2). $t = 5,1$ °С. Возраст зародыша 559,2 градусо-дней. $\tau_s = 336$. 12 этап. МЛРЗ, Камчатка. Фиксация 09.10.03 г. Увеличение: ок.10 × об.10

ческом уровне не подходит, следует создавать собственную шкалу, что нами и предложено по наличию тех или иных зачатков внутренних органов зародыша. Принцип стадирования, предложенный Ю.Н. Городиловым [1986], весьма хорошо подходит и в этом случае, т.к. нет зависимости от температуры инкубации икры, которая четко прослеживается при всех других вариантах описания стадий развития эмбрионов, пригодных для дальневосточных лососей [Детлаф и др., 1960], инкубация которых проходит при меняющихся температурных условиях.

Обсуждение результатов

У эмбрионов чавычи щитовидная железа, расположенная впереди брюшной аорты (см. рис. 18 и 20), разрастается из уростиля при эмбриогенезе. У костистых рыб она охватывает брюшную аорту в области передних жаберных дуг и секрет её выводится непосредственно в кровь — тироксин. Как известно [Яковлева, 1964], он стимулирует: обмен веществ, метаморфоз (доказано для угрей, сельдей, осетровых), темп роста, влияет на пигментацию у рыб (у лососевых, наиболее ярко), влияет на липидный обмен и осмотическую регуляцию [Яковлева, 1964]. Большая функциональная пластичность щитовидной железы является существенной предпосылкой эволюционной пластичности рыб. В результате функционирования щитовидной железы происходят все основные процессы органогенеза в организме зародышей. При этом у чавычи с МЛРЗ её закладка происходит в более ранние сроки развития, чем у зародышей чавычи инкубируемых без термоподогрева (см. рис. 2 и 13). Сомитогенез чавычи, при термоподогреве, происходит также более быстрыми темпами, чем у эмбрионов чавычи без подогрева воды (см. рис. 4, 5, 7, 22–27).

При органогенезе впервые были выявлены: процессы формирования зачатков мозговых пузырей, процессы прорастания крупного кровеносного сосуда,

Таблица 2
Шкала степени развития эмбрионов чавычи
в зависимости от условий инкубации

Наличие тканей и органов	Возраст зародышей, градусо-дни	
	513,2	521,3
	Без подогрева	С подогревом
Количество пар сомитов, шт.	24	21
Возраст в t_s	225	278,5
Ротовая воронка	+	+
Челюсти	—	+
Эмалевый орган	—	—
Обонятельные плакоды	—	+
Пузырь переднего мозга	+	+
Пузырь среднего мозга	+	+
Продолговатый мозг	+	+
Мозжечок	+	+
Эпифиз	+	+
Гипофиз	+	+
Щитовидная железа	+	+
Хорда	—	—
Слуховые пузыри	+	+
Отолиты	—	—
Жаберные пластины	—	+
Жаберные лепестки	—	+
Пигментация глаз	—+	+
Хрусталик	—+*	+
Кровеносная система	+	+
Сердце	—+	+
Плавательный пузырь	—	+
Пищеварительная система	+	+
Гонады	+	+
Пигментация тела	—	—
Хвостовой плавник	—	—+

Примечание. * —+ — у части особей зачаток органа имеется, а у части особей закладка зачатка данного органа ещё не произошла, что зависит, скорее всего, от качества икры, взятой для оплодотворения и характеризует качество производителей, используемых для скрещивания.

Стадирование в «тау-сомитах» процессов гисто- и органогенеза у эмбрионов чавычи весьма актуально, особенно в меняющихся температурных условиях инкубации (см. рис. 1).

Изучение гистогенеза и органогенеза у эмбрионов чавычи с возраста в 160 градусо-дней и в 193,5 градусо-дней показало несущественные отличия в процессах гистогенеза у чавычи, инкубированной в условиях естественных температур и при подогреве воды, поступающей в инкубационный цех. Отличия в органогенезе более существенны: личинки после инкубации в условиях с термopодогревом воды выклевывались из икры более развитыми, выклев происходил в более короткие сроки на МЛРЗ через 69 ± 1 день, на ЛРЗ «Озерки» через 106 дней от закладки икры на инкубацию.

формирование сплетения (glomus) предпочки, закладки первичных половых клеток, плавательного пузыря у эмбрионов чавычи, инкубируемой без термopодогрева воды. Впервые также наблюдали процессы формирования хрусталика из мезенхимных клеток через радужную оболочку у эмбрионов чавычи, инкубируемой с термopодогревом воды. Составили шкалу дифференцировки органов у эмбрионов чавычи перед выклевом зародышей из икры, инкубированных с подогревом воды и без него (табл. 2).

По этой шкале можно определить не только степень развития эмбрионов, качественный состав эмбрионов, но и качественный состав производителей, использованных для скрещивания в период нереста. Например, по разнообразию наличия или отсутствия того или иного органа на данном этапе развития. При этом исходят из того, что условия инкубации для всех партий икры на каждом, исследованном ЛРЗ («Малки» и «Озерки») были одинаковые, для МЛРЗ с термopодогревом, для ЛРЗ «Озерки» без термopодогрева воды для инкубации.

Выводы

1. Анализ гистогенеза эмбрионов чавычи при их инкубации с предварительным термopодогревом воды показал, что этот метод более эффективен для получения полноценных, адекватно развитых, более крупных личинок чавычи, с дружным выклевом из икры и с более коротким сроком инкубации в сутках.

2. Полученные результаты подтверждают, что оптимальным способом расчета возраста культивируемых рыб — расчет возраста в градусо-днях: выклев чавычи происходил и на ЛРЗ «Озерки» в 550,7 градусо-дней в течении недели, и на МЛРЗ в 520–559 градусо-дней (в зависимости от качества производителей). А общая продолжительность инкубации на ЛРЗ «Озерки» без термopодогрева воды составила 106 дней, а с термopодогревом воды на МЛРЗ инкубация составила 69 ± 1 дней.

3. При этом, оптимальным способом описания стадии развития эмбриона — описание в «тау-сомитах» (τ_s), в «безразмерных» единицах (при меняющемся температурном режиме инкубации).

ЛИТЕРАТУРА

Беляева В.Н. 1964. Периодичность процессов роста и дифференциации на ранних этапах развития рыб // Проблемы современной эмбриологии. — М: МГУ. — С. 228–230.

Городилов Ю.Н. 1969. Исследование чувствительности рыб к действию высокой температуры в период их эмбриогенеза. 1. Изменение чувствительности развивающейся икры осенненерестующих видов рыб к действию высокой температуры // Цитология. Т. 11. № 2. — С. 169–179.

Городилов Ю.Н. 1983. III. Таблица определения возраста и стадий зародышей. // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вып. 203. — С. 8–12

Городилов Ю.Н. 1986. Методические материалы по определению возраста и стадий развития зародышей атлантического лосося. — Мурманск: ПИНРО. — 72 с.

Детлаф Т.А., Детлаф А.А. 1960. О безразмерных характеристиках продолжительности развития в эмбриологии // ДАН СССР. Т.134. № 2. — С. 199–202.

Елисеев В.Г. 1963. Гистология. — М: Медгиздат. — С. 71–645.

Иванов П.П. 1937. Общая и сравнительная эмбриология. М.-Л. — С. 65–114.

Коровина В.М. 1964. Изменение эмбриогенеза рыб и амфибий под влиянием некоторых внешних факторов // Проблемы современной эмбриологии. М.: МГУ. — С. 222–227.

Метальникова К.В. 2005. Методика качественной оценки степени развития эмбрионов // Сб. науч. статей «Пресноводная аквакультура: состояние, тенденция и перспективы развития», посвященная 60-летию Fisheries Research Station (FRS) Moldova. — Кишинев. — С. 81–85.

Метальникова К.В., Сахаровская Л.В. 2005. Некоторые особенности эмбриогенеза чавычи при разной температуре инкубации // М.-лы Междунар. науч.-практ. конф. 26–30 сентября 2005 г. — Киев. — С. 158–161.

Паушева Э.П. 1988. Практикум по цитологии растений. — М.: Агропромиздат. — 270 с.

Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. 1957. Микроскопическая техника. — М.: Госиздат «Советская наука». — 467 с.

Смирнов А.И. 1975. Черты сходства и различия в развитии тихоокеанских лососей (*Salmonidae*, *Oncorhynchus*). — М.: МГУ. — 333 с.

Яковлева И.В. 1964. Гистогенез щитовидной железы и гипофиза осетра в связи с этапами личиночного периода // Проблемы современной эмбриологии. — М.: МГУ. — С. 236–242.

УДК 594.124:576.8(26)(262.5)

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ ВИБРИОЗА — КУЛЬТУРЫ ШТАММА *VIBRIO ANGUILLARUM* С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ СЕРОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Т.В. Безгачина

ВНИРО, Москва, bezgachina@vniro.ru

IDENTIFICATION OF VIBRIOSIS AGENT AS STRAIN CULTURE OF *VIBRIO ANGUILLARUM*, USING THE MODERN SEROLOGICAL METHODS OF BACTERIAL DISEASE DIAGNOSIS

T.V. Bezgachina

VNIRO, Moscow, bezgachina@vniro.ru

Введение

Вибриоз является очень известным бактериальным заболеванием рыб и гидробионтов в морской, солоноватой и пресной воде, которое впервые было выявлено у угрей в 1909 г. [Bergmann, 1909]. Это заболевание встречается у многих видов костистых рыб, моллюсков, ракообразных за рубежом и в России. Возбудителем вибриоза является культура штамма *Vibrio anguillarum*. Заболевание начинается особенно интенсивно развиваться в теплое время года, достигая максимума при $t = 19-20$ °С [Висманис, 1980]. Вибриоз в период эпизоотии может привести к 90 % гибели культивируемых лососевых рыб.

Возбудитель вибриоза выделялся сотрудниками ВНИРО периодически с начала 80-х г. из воды Чёрного моря в районе Северного Кавказа, а также у диких и культивируемых рыб, а затем и у мидий. Был он идентифицирован и из лососевых рыб в Балтийском регионе.

Из прибрежных вод Чёрного моря возбудитель вибриоза за последнее время был выявлен в 2002 г. [Безгачина, Зуевский, 2003а, Безгачина, 2003б], в 2007 г. [Безгачина, 2008]; у мидий *Mytilus galloprovincialis* в 2005 г. [Безгачина, 2006], в 2006 г. [Безгачина, 2007а; Безгачина, 2007б], в 2007 г. [Безгачина, 2008]. В 2000 г. культура штамма *V. anguillarum* была выделена из морской воды в районе Сонострова Кандалакшского залива Белого моря [Безгачина, 2001; Безгачина, Козицкий, 2001].

Возбудитель вибриоза был идентифицирован в 2001 г. от радужной форели, культивируемой в садках в Белом море в форелевом хозяйстве Республики Карелия [Безгачина, Козицкий, 2002; Безгачина, 2003; Bezgachina, 2003].

В 2003–2004 гг. и в 2006 г. он был выделен от мидии *Mytilus edulis* и воды Белого моря в районе Соловецких островов [Безгачина, Козицкий, 2004; Безгачина, 2005; 2006; 2008]. На Камчатке в 1993–1999 гг. впервые был обнаружен вибриоз дикой горбуши в прибрежных водах Карагинского залива [Пугаева и др., 2000]. В 2007 г. он был отмечен у дикой горбуши как в Карагинском заливе, так и в северо-западной части Тихого океана [Сергеенко и др., 2008].

Выделение и идентификация *V. anguillarum* обычно проводится классическим бактериологическим методом, который, как правило, трудоемок и продолжителен.

Серологические методы диагностики бактериальных заболеваний издавна применяются в медицинской и ветеринарной практике, а в настоящее время также и в ихтиопатологии. Создание диагностической агглютинирующей сыворотки при изучении заболеваний объектов аквакультуры стало просто необходимо, так как дополнительная специфическая характеристика штамма позволяет более точно определить пути распространения возбудителя и причины возникновения заболевания. Вакцины, приготовленные из одного серотипа, оказываются неэффективными против другого.

В России созданы и использованы агглютинирующие сыворотки для диагностики вибриоза в Черноморском и Балтийском регионах, обладающие высокой активностью к гомологичной культуре штамма *V. anguillarum* и стабильной специфичностью к гетерологичным культурам и их формализованным антигенам.

Данные сыворотки были получены путем гипериммунизации кроликов антигенами из вышеперечисленных культур микроорганизмов. [Безгачина, 1986; Безгачина и др., 1987; Безгачина, Радин, Бондаренко, 1989; Безгачина, Шумилов, Бондаренко, 1995; Безгачина, 1998].

Была поставлена задача изготовить две новые партии агглютинирующих сывороток *V. anguillarum* для разработки комплексных методов серодиагностики, путем гипериммунизации кроликов культурой штамма *V. anguillarum*, выделенной ранее в полевых условиях: в Балтийском регионе — штамм № 2 и Черноморском регионе — штамм № 19.

При использовании агглютинирующих сывороток происходит значительное сокращение срока идентификации возбудителя вибриоза до суток и менее.

Материал и методика

Культура штамма *V. anguillarum* № 2 была выделена от лососевых рыб в Балтийском регионе, а № 19 — в Черноморском регионе России. Данные штаммы депонированы, лиофилизированы и находятся во Всероссийской коллекции микроорганизмов в ВГНКИ (г. Москва). При проведении исследований были применены бактериологические, серологические и биохимические методы исследования. Для получения агглютинирующей сыворотки были использованы кролики-доноры. В работе были применены два метода постановки реакции агглютинации:

- пробирочный, при котором ставят развернутую реакцию в пробирках;
- пластинчатый — реакция агглютинации на стекле.

При получении моновалентных агглютинирующих сывороток для диагностики вибриоза лососевых рыб были иммунизированы 20 кроликов — доноров (по 10 кроликов для каждой сыворотки) массой 2,5–3,0 кг культурой штамма № 2 и № 19, которые донорам вводили в возрастающих дозах пятикратно с интервалом между инъекциями 7–8 дней, причем первое введение проводили подкожно, а последующие внутривенно.

В качестве антигенов при иммунизации кроликов использовали двухсуточные культуры штаммов *V. anguillarum* № 2 и № 19, выращенных на МПА

с добавлением 1,5 % NaCl. Культуры смывали 0,85%-ным физиологическим раствором, добавляя формалин до конечной концентрации его в суспензии 0,3 % и двукратно отмывали от примесей питательной среды формализованным физиологическим раствором на центрифуге при 3000 об/мин в течение 30 мин.

Далее, после последнего центрифугирования осадок культур разводили до определенной концентрации по оптическому стандарту мутности ГИСК им. Л.А. Тарасевича. На 5-й день после последней инъекции антигенов у кроликов брали пробы крови.

Сыворотки были исследованы в пробирочной реакции агглютинации с гомологичными антигенами *V. anguillarum*. При постановке реакции агглютинации нативные гипериммунные и нормальную (контроль) кроличьи сыворотки разводили формализованным физиологическим раствором с концентрацией от 1:25 до 1:6400. Антигены были использованы в реакции агглютинации в концентрации 1 млрд микробных клеток в 1 мл.

Далее штатив с пробирками помещали в термостат при 37–38 °С на 18 ч и на 2 ч вне термостата. Учет реакции проводили по четырехквальной системе в крестах.

На 8-й день после 5-й инъекции при наличии титра антител у обеих партий кроликов 1:1600 — 1:3200 доноров тотально обескровливали и получали 2 сыворотки, которые объединяли в 2 емкости по отдельности (Балтийский и Черноморский регионы) и консервировали борной кислотой. Стерильные сыворотки расфасовывали в ампулы из нейтрального стекла по 1 мл и лиофилизировали при общепринятом режиме.

Результаты и обсуждение

Антигены, полученные из культуры штаммов *V. anguillarum* № 2 и № 19, применяемые при иммунизации кроликов для получения агглютинирующих сывороток, были исследованы в пробирочной реакции агглютинации на специфичность с сыворотками к различным гетерологичным микроорганизмам в концентрации 1 млрд микробных клеток в 1 мл по стандарту мутности ГИСК им. Л.А. Тарасевича и в реакции агглютинации на стекле. Они не давали реакции агглютинации с агглютинирующими адсорбированными сальмонеллезными О-, Н-сыворотками с широким диапазоном рецепторов, с О- и Н-агглютинирующими адсорбированными сыворотками аризона; протеус О, Н; О-псевдомонас; с холерной сывороткой Инаба и О-сывороткой.

Отрицательные результаты были получены в пробирочной РА с монорецепторными сыворотками 3-х подвигов кампилобактерий.

Антигены не агглютинировались адсорбированными сыворотками Шигелла Григорьева-Шига Штуцер Шмит, сальмонеллезной АВСДЕ, протеус НА, ОД, ОЕ, ОА, ОВ, ОС.

В результате проведения многочисленных исследований была выявлена отрицательная пробирочная реакция агглютинации и реакции агглютинации на стекле, что указывает на высокую видовую специфичность формализованных антигенов из культуры штаммов *V. anguillarum* № 2 и № 19.

При исследовании на активность сыворотки *V. anguillarum* № 2-1 в пробирочной реакции агглютинации с 0,3%-ным формализованным антигеном из гомологичной культуры микроорганизмов *V. anguillarum* № 2 наблюдалась положительная реакция агглютинации при титре антител 1:25 — 1:1600 (4 креста), 1:3200 (3 креста).

Также положительный результат был отмечен при взаимодействии сыворотки *V. anguillarum* № 19-1 в пробирочной реакции агглютинации с 0,3%-ным

формализированным антигеном *V. anguillarum* № 19 при титре антител 1:25 — 1:200 (4 креста), 1:400 — 1:800 (3 креста), 1:1600 — 1:3200 (3 креста). Высокий титр антител наблюдался также при взаимодействии полученных сывороток *V. anguillarum* № 2-1 и № 19-1 с различными гомологичными культурами штаммов *V. anguillarum*, выделенными от лососевых рыб в Балтийском и Черноморском регионах.

После лиофилизации активность агглютинирующих сывороток *V. anguillarum* № 2-1 и № 19-1 в пробирочной реакции агглютинации не снизилась по сравнению с нативными сыворотками и титр антител составил 1:3200 (3 креста).

При исследовании сыворотки *V. anguillarum* № 2-1 на специфичность в пробирочной реакции агглютинации при разведении ее от 1:25 до 1:3200 были использованы 0,3%-ные формализированные антигены, изготовленные из гетерологичных штаммов микроорганизмов в концентрации 1 млрд микробных клеток в 1 мл по стандарту мутности ГИСК им. Л.А. Тарасевича, а в реакции агглютинации на стекле живые — двухсуточные культуры микроорганизмов.

Отрицательная реакция агглютинации на стекле и пробирочная РА наблюдалась со следующими антигенами: *Campylobacter 1 n/b*, *2 n/b*, *3 n/b*; *Salmonella cholerae suis*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella dublin*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas alcaligenes*, *Hafnia*, *Acinetobacter colcoacticus*, *Aeromonas salmonicida* 288,626; *Aeromonas salmonicida* — B, *Aeromonas hydrophila*, *Proteus vulgaris*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio salmonicida*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio damsela*, *Vibrio splendidus*, *Vibrio diazotrophicus*, *Vibrio cambelii*, *Vibrio pelagius*.

При исследовании сыворотки *V. anguillarum* № 19-1 на специфичность был использован тот же набор антигенов и во всех случаях наблюдалась отрицательная реакция агглютинации.

Таким образом, были получены очень эффективные диагностические сыворотки, которые также были использованы в ходе разработки реакции непрямой гемагглютинации и контролировали антигенную активность культур штаммов *V. anguillarum* при изготовлении вакцины против вибриоза.

ВНИРО, ВГНКИ и Щелковским биокомбинатом г. Москвы была создана и внедрена промышленная вакцина против вибриоза рыб (патенты на изобретение № 2284830, № 2284831 от 10 октября 2006 г.).

Научные исследования по разработке новых видов сывороток и вакцинопрофилактике в настоящее время продолжаются.

Выводы

1. Были получены лиофилизированные, высокоактивные и строгоспецифичные моновалентные агглютинирующие кроличьи сыворотки *V. anguillarum* № 2-1 и № 19-1 для диагностики возбудителя вибриоза в Балтийском и Черноморском регионах.

2. Необходимо использовать 0,3%-ные формализированные антигены, изготовленные из культуры штаммов *V. anguillarum* № 2 и № 19, идентифицированных от лососевых рыб в Балтийском и Черноморском регионах, в пробирочной и пластинчатой реакциях агглютинации с гомологичными сыворотками в концентрации 1 млрд микробных клеток в 1 мл по стандарту мутности ГИСК им. Л.А. Тарасевича.

3. Сыворотки предназначены также для контроля активности антигена эритроцитарного для диагностики вибриоза рыб и контроля антигенной активности культур штаммов *V. anguillarum* при изготовлении вакцины инактивированной против вибриоза рыб.

4. Применение агглютинирующих сывороток № 2-1 и № 19-1 для диагностики вибриоза позволит в кратчайшее время предотвратить его распространение на лососевых хозяйствах.

ЛИТЕРАТУРА

Безгачина Т.В. 1986. Агглютинирующая сыворотка для идентификации возбудителя вибриоза лососевых рыб // Профилактика, лечение и диагностика инфекционных болезней рыб: Тез. докл. V Всесоюзного симпозиума по инфекционным болезням лососевых рыб. — Москва. — С. 10.

Безгачина Т.В., Радин И.Д., Бун А.И., Кязри, Шумилов К.В., Бондаренко В.З., Климанов, Томашевская. 1987. К вопросу серологической диагностики вибриоза лососевых рыб // Паразиты и болезни морских гидробионтов: Сб. научных трудов ВНИРО-ПИНРО. — Мурманск. — С. 30–39.

Безгачина Т.В., Радин И.Д., Бондаренко В.З. 1989. Гипериммунная сыворотка кроликов для серодиагностики вибриоза лососевых // Рыбное хозяйство. № 3. — С. 38–39.

Безгачина Т.В., Шумилов К.В., Бондаренко В.З. 1995. Диагностика вибриоза лососевых рыб в Черноморском регионе России // Проблемы выращивания лососевых рыб в России: Сб. докл. Всероссийского совещания 1–4 августа 1995 г. — Мурманск: ПИНРО. — С. 75–77.

Безгачина Т.В. 1998. Определение концентрации формализированных антигенов *Vibrio anguillarum* № 1, № 2, № 3, № 4, № 5, № 19 в пластинчатой реакции агглютинации на стекле с агглютинирующими сыворотками кроликов *Vibrio anguillarum* № 2, № 4, № 19 для диагностики вибриоза рыб // Паразиты и болезни морских и пресноводных рыб Северного бассейна: Сб. научных трудов. — Мурманск: ПИНРО. — С. 137–159.

Безгачина Т.В., Козицкий А.Н. 2001. Идентификация возбудителя вибриоза культуры штамма *Vibrio anguillarum* в морской воде в районе Сонострова Кандалакшского залива Белого моря // Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем: Тез. докл. Международной конференции. — Мурманск: РАН — Апатиты. — С. 29.

Безгачина Т.В. 2001. О специфичности антигена из культуры штамма *Vibrio anguillarum*, выделенной из морской воды в районе Сонострова Кандалакшского залива Белого моря // Проблема и перспективы аквакультуры в России: Материалы докладов научно-практической конференции. Адлер–Краснодар. — С. 15–16.

Безгачина Т.В., Козицкий А.Н. 2002. Выделение возбудителя вибриоза культуры штамма *Vibrio anguillarum* от радужной форели, культивируемой в садках в Белом море в форелевом хозяйстве Республики Карелия // Проблемы воспроизводства, кормов и борьба с болезнями рыб при выращивании в искусственных условиях: Тез. докл. научно-практической конференции. — Петрозаводск. — С. 29.

Безгачина Т.В., Зуевский С.Е. 2003а. Идентификация возбудителя вибриоза — бактерии *Vibrio anguillarum* из прибрежной воды Черного моря в районе Северного Кавказа в 2002 г. // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: Сб. тез. докл. Всероссийской научно-практической конференции 16–18 июля 2003 г. — Москва: Минсельхоз. РФ, Институт биологии внутренних вод. — С. 15.

Безгачина Т.В. 2003б. О специфичности антигена из культуры штамма *Vibrio anguillarum* — возбудителя вибриоза, выделенной в 2002 г. из прибрежных вод Чёрного моря в районе Северного Кавказа // Инновации в науке и образовании — 2003: Материалы Международной научной конференции, посвященной 90-летию высшего рыбохозяйственного образования. — Калининград: КГТУ. — С. 37.

Безгачина Т.В. 2003. Специфичность антигена из культуры штамма *Vibrio anguillarum* от радужной форели при ее культивировании в Белом море на форелевом хозяйстве Республики Карелия // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоёмов Европейского Севера: Тез. докл. III Международной конференции 11–15 февраля 2003 г., Сыктывкар, Республика Коми, Россия, Институт биологии Коми. — Сыктывкар. — С. 13.

Безгачина Т.В., Козицкий А.Н. 2004. Выделение возбудителя вибриоза культуры штамма *Vibrio anguillarum* от мидии *Mytilus edulis* и морской воды Белого моря в районе Соловецких островов в летний период 2003 г. // Инновации в науке и образовании — 2004: Материалы Международной конференции, посвященной 10-летию КГТУ. — Калининград. — С. 44.

Безгачина Т.В. 2005. Обнаружение возбудителя вибриоза культуры штамма *Vibrio anguillarum* от мидии *Mytilus edulis* и морской воды Белого моря в районе Соловецких островов в летний период 2004 г. // Эпизоотологический мониторинг в аквакультуре: состояние и перспективы: Расширенные материалы Всероссийской научно-практической конференции-семинара 13–14 сентября 2005 г.: Минсельхоз РФ, Федеральное агентство по рыболовству, ФГУ «Меж-

ведомственная ихтиологическая комиссия», Российская Академия сельскохозяйственных наук (Отделение ветеринарной медицины, зоотехники). — Москва. — С. 8–9.

Безгачина Т.В. 2006. Идентификация культуры штамма *Vibrio anguillarum* из мидии Чёрного моря — актуальная проблема в ихтиопатологии // Тез. докл. IX съезда Гидробиологического общества РАН, Тольятти, 18–22 сентября 2006 г., РАН, Гидробиологическое общество, Институт экологии Волжского бассейна. — Тольятти. — С. 40.

Безгачина Т.В. 2006. К вопросу о специфичности антигена из культуры штамма *Vibrio anguillarum* — возбудителя вибриоза, выделенной из мидии *Mytilus edulis* и морской воды Белого моря в районе Соловецких островов // Паразиты и болезни гидробионтов Ледовитоморской провинции: Тез. докл. Сателлитного 5-го Всероссийского симпозиума с международным участием. Президиум Сибирского отделения РАН, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Министерство образования и науки Республики Бурятия. — Улан-Удэ. — С. 136–137.

Безгачина Т.В. 2007а. Выделение культуры штамма *Vibrio anguillarum* — возбудителя вибриоза у мидий Чёрного моря в 2006 г. // Чтения памяти академика К.В. Симакова: Тез. докл. Всероссийской научной конференции. — Магадан, 27–29 ноября 2007 г. РАН. Северо-Восточный научный центр. — С. 175.

Безгачина Т.В. 2007б. К вопросу о специфичности антигена из культуры штамма *Vibrio anguillarum* — возбудителя вибриоза, идентифицированной в 2006 г. у мидий Чёрного моря // Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем: Тез. докл. Международной научной конференции 5–8 июня 2007 г. РАН. Южный Научный Центр. — Ростов-на-Дону. — С. 46–47.

Безгачина Т.В. 2008. Выявление культуры штамма *Vibrio anguillarum* — возбудителя вибриоза у мидий Чёрного моря *Mytilus galloprovincialis* в районе Северного Кавказа в летний период 2007 г. // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: Сб. научных трудов, выпуск 24, РУП. Институт рыбного хозяйства. — Минск. — С. 373–375.

Безгачина Т.В. 2008. Исследование на активность и специфичность антигена из культуры штамма *Vibrio anguillarum* — возбудителя вибриоза, выделенной из прибрежных вод Чёрного моря в районе Северного Кавказа в летний период 2007 г. // Современное состояние водных биоресурсов: Материалы Международной конференции. Новосибирский государственный аграрный университет. ФГУП «Росрыбцентр». — Новосибирск. — С. 366–368.

Безгачина Т.В. 2008. Выявление возбудителя вибриоза штамма *Vibrio anguillarum* у мидий Белого моря — актуальная проблема в ихтиопатологии // Природа шельфа и архипелагов Европейской Арктики: Материалы Международной научной конференции, выпуск 8, РАН, Колский Научный Центр, Министерство образования и науки. — М.: ГЕОС. — С. 30–32.

Висманис К.О. 1980. Профилактика и лечение рыб при аквакультуре // Рыбное хозяйство. № 2. — С. 37–39.

Патент на изобретение № 2284830 от 10.10.2006 г. Приоритет от 18.04.2005 г. «Способ получения инактивированной вакцины против вибриоза рыб». РФ Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. — Москва. — С. 6.

Патент на изобретение № 2284831 от 10.10.2006 г. Приоритет от 18.04.2005 г. «Инактивированная вакцина против вибриоза рыб». РФ Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. — Москва. — С. 4.

Пугаева В.П., Устименко Е.А., Рудакова С.Л., Сазонова А.А. 2000. Вибриоз у дикой горбуши *Oncorhynchus gorbusha* (Walbaum) в прибрежных водах Карагинского залива // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 5. — Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. — С. 175–180.

Сергеенко Н.В., Надева О.А., Гаврюсева Т.В. 2008. Санитарно-эпидемиологическое состояние популяций тихоокеанских лососей Камчатки // Современное состояние водных биоресурсов: Материалы Международной конференции 26–28 марта 2008 г. Новосибирск. Новосибирский государственный аграрный университет, ФГУП «Росрыбцентр». — Новосибирск. — С. 387–391.

Bergman A.M. 1909. Die rote Beulenkrankheit des Hals // Ber. Kgl. Bayer. Biolog. Versuch. — Munchen. — P. 10–54.

Bezgachina T.V. 2003. Specific features of antigen from strain culture of *Vibrio anguillarum* in rainbow trout during cultivation in Karelian Republic. Abstract EAFF 11 International Conference on «Diseases of Fish and Shellfish» European Association Fish Pathologists 21st–26th September. Corinthia San Gorg Conference Centre St. Iulians. — Malta. — P. 112.

УДК 595.384.8

ОЦЕНКА ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ ПИТАНИЯ И СКОРОСТИ ПЕРЕВАРИВАНИЯ КОРМА У ЛИЧИНОК КАМЧАТСКОГО КРАБА *PARALITHODES CAMTSCHATICUS*

*Н.В. Кряхова, Р.Р. Борисов,
Е.С. Чертопруд, Н.П. Ковачева*

ВНИРО, Москва, borisovrr@vniro.ru

ESTIMATION OF SELECTIVE FEEDING AND DIGESTION RATE FOR RED KING CRAB *PARALITHODES CAMTSCHATICUS* LARVAE

*N.V. Kryakhova, R.R. Borisov,
E.S. Chertoprud, N.P. Kovatcheva*

VNIRO, Moscow, borisovrr@vniro.ru

Введение

Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* является одним из важнейших промысловых видов ракообразных. В настоящее время численность природных популяций этого вида на Дальнем Востоке значительно снизилась из-за интенсивного промысла и ухудшения экологической обстановки. В связи с этим искусственное воспроизводство камчатского краба приобретает все большее значение. Важным элементом создания подобных биотехнологий является обеспечение оптимального кормления гидробионтов, особенно в период раннего онтогенеза. На данный момент, состав пищи личинок камчатского краба из естественной среды изучен недостаточно. В ходе анализа содержимого желудочно-кишечного тракта в пищевом комке чаще всего отмечались диатомовые водоросли и личинки рода *Balanus* [Marukawa, 1933; Зубкова, 1964].

Полученные авторами данные не позволяют в полной мере оценить пищевые предпочтения и избирательность личинок камчатского краба, при выборе пищевых объектов. Не только подбор типа корма, но также его количество и режим внесения имеют немаловажное значение. Однако, обоснования того или иного режима кормления на сегодняшний день в литературе практически отсутствуют. Например, для камчатского краба существуют только единичные работы, посвященные строению желудочно-кишечного тракта личинок [Abrunhosa, Kittaka, 1997a,b; Эпельбаум, 2004]. При этом разработанные режимы внесения корма для данного вида основаны, в первую очередь, на субъективных взглядах исследователей, и не учитывают реальную скорость захвата, переваривания и усвоения пищи организмами.

В рамках данной работы исследованы пищевые предпочтения и оценено время прохождения корма через желудочно-кишечный тракт зоэа камчатского краба, а также предпринята попытка определить оптимальный режим кормления личинок данного вида.

Материалы методика

Исследования проводили на личинках камчатского краба I–IV стадий во ВНИРО в лаборатории воспроизводства ракообразных в 2008 г.

Оценка избирательности питания личинок. В первом варианте эксперимента оценена избирательность питания личинок I стадии по отношению к двум типам корма: науплии *Artemia* sp. и комбикорм с добавлением растительных компонентов Micron (фирма SERA). Зоэа I стадии помещали в емкость объемом 0,8 л, в которой находилась смесь исследуемых кормов. Оба компонента смеси были представлены в избытке, обеспечивающем постоянный контакт личинок с кормом — 50 мг/л комбикорма и 6000 шт/л науплий *Artemia* sp. Через 50 мин личинок извлекали из емкости и просматривали под бинокулярным микроскопом, выделяя среди них четыре группы: желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) заполнен только науплиями; ЖКТ заполнен только частицами корма Micron; в ЖКТ встречаются оба типа корма; ЖКТ пуст. Ввиду того, что науплии и частицы Micron имеют разную окраску (оранжевую и зеленую, соответственно) было возможно провести визуальное разделение личинок по выше перечисленным группам. Эксперимент проведен в трех повторностях, каждая из которых включала по 13–14 личинок.

Во втором варианте эксперимента оценена избирательность питания личинок III стадии по отношению к науплии *Artemia* sp. и обладающему нулевой пищевой ценностью активированному углю. В рамках эксперимента одной группе голодных личинок (30 особей) были предложены науплии *Artemia* sp., а другой мелко измельченный активированный уголь. В емкость с личинками вносили уголь из расчета 50 мг/л, а науплии *Artemia* sp. — 6000 шт/л. Через 40 мин всех личинок просматривали и определяли присутствие корма в ЖКТ. Эксперимент проведен в двух повторностях.

Определение времени прохождения корма через желудочно-кишечный тракт личинок. Для оценки скорости прохождения корма через ЖКТ поставлены эксперименты двух типов.

Во-первых, проведен эксперимент направленный на решение вопроса: сколько времени уходит у голодных личинок на захват и потребление корма, т.е., до того момента, когда пищевые частицы появляются в ЖКТ. В ходе исследований зоэа I стадии помещали в емкость объемом 0,8 л, содержащую науплии *Artemia* sp. в избыточной концентрации (>6000 шт/л). В разных вариантах эксперимента время выдержки корма составляло: 10, 20, 30, 40, 50 и 60 мин. После истечения определенного временного интервала, личинок извлекали из емкости и просматривали под бинокулярным микроскопом, определяя как наличие корма в ЖКТ, так и местоположение пищевого комка. Эксперимент проведен в трех повторностях, каждая из которых включала по 15 личинок.

Во-вторых, оценена непосредственно длительность прохождения через ЖКТ двух типов корма: науплии *Artemia* sp. (у зоэа I–IV стадий) и комбикорма Micron (у зоэа III стадий). В ходе эксперимента 20 личинок оставляли без корма на сутки, после чего помещали на час (время необходимое на захват и потребление корма большинством личинок, определенное в первом эксперименте) в емкость (объем 0,8 л) с науплиями. Концентрация корма была избыточной. После насыщения зоэа кормом, их извлекали из емкости с кормом и рассаживали в отдельные чашки Петри, размещенные в термостатирующей ем-

кости, обеспечивающей температуру 9 °С. Каждые полчаса всех личинок просматривали под бинокуляром и определяли положение пищевого комка в ЖКТ. Регулярный осмотр личинок продолжали вплоть до выделения ими пеллет.

Результаты и обсуждение

Избирательность питания. В ЖКТ зоэа I стадии в более чем 75 % случаев обнаружена смесь науплии *Artemia* sp. и частиц комбикорма Micron. У 5 % личинок корма внутри ЖКТ не обнаружено. Кроме того, 18 % от общей численности зоэа в эксперименте поедали исключительно науплиусов, и только 2 % — поглощали исключительно комбикорм Micron. Таким образом, личинки камчатского краба активно поедают как животный, так и растительный корм, и резких предпочтений одного типа пищи другому не выявлено. Однако необходимо отметить, что науплии *Artemia* sp. поглощала бо́льшая доля экспериментальных особей, чем комбикорм Micron. Личинки, в ЖКТ которых корм не был обнаружен, скорее всего, находились в предлиночном состоянии, и поэтому не питались. Зоэа III стадии активно поедали как науплии *Artemia* sp., так и молотый активированный уголь. Науплии обнаружены в ЖКТ у 80–90 % личинок, а активированный уголь в ЖКТ у 60–80 % особей.

Таким образом, зоэа охотно поедали все типы предложенных кормов как усвояемых, так и не перевариваемых (активированный уголь). Ранее нами были установлены очевидные различия по выживаемости и приросту личинок при кормлении разными кормами. Наибольшая выживаемость от II до IV стадии зоэа камчатского краба отмечена у личинок, которых кормили науплиями артемии (53,8 %), а выживаемость при кормлении растительным комбикормом Micron очень низка — 9 % [Ковачева и др., 2007]. Низкая выживаемость личинок на корме растительного происхождения отмечалась и другими исследователями. Использование в качестве кормов для личинок камчатского краба монокультур водорослей *Nitzschia* sp., *Skeletonema costatum* и *Chaetoceros* spp. также приводило к высокой (от 84 до 100 %) смертности особей уже при линьке на II стадию развития [Sato, Tanaka, 1949; Kurata, 1959; Paul et al., 1989]. Единственный успешный пример применения водорослей в качестве основного корма для зоэа — *Thalassiosira nordenskioldii*. Выживаемость личинок до II стадии развития при содержании в монокультуре водоросли составляла 75 % [Paul et al., 1989], однако нет данных о том, что такой уровень выживаемости сохранялся и на последующих стадиях развития.

В целом, можно заключить, что для личинок камчатского краба химический состав корма не является определяющим фактором при захвате и потреблении пищевых частиц. Для питания зоэа необходим протеин животного происхождения. Растительные компоненты в пище, возможно, также необходимы, но их присутствие для нормального завершения метаморфоза не обязательно.

Прохождение корма через желудочно-кишечный тракт. При питании личинок науплиями *Artemia* sp. (концентрация >6000 шт/л) насыщение основной массы особей происходило спустя 60 мин после внесения корма. К этому моменту более 90 % от общей численности личинок заполняли свои желудки кормом, жидкая фракция которого начинала поступать в пищеварительную железу. Таким образом для разового кормления личинок камчатского краба в искусственных условиях оптимальное время выдерживания особей в емкости с высокой концентрацией корма составляет один час.

Статистически достоверных различий между продолжительностью прохождения корма через ЖКТ на разных стадиях личиночного развития не вы-

явлено (рис. 1). Как у зоэа I, так и у зоэа IV первые пеллеты появляются в среднем спустя 105–110 мин после захвата корма.

Кроме того, не обнаружено статистически достоверных различий между временем прохождения животного (науплии *Artemia* sp.) и растительного (Micron) кормов (рис. 2). У личинок III стадии развития при питании обоими типами кормов первые пеллеты появляются спустя два часа после захвата пищи. Однако из этого не следует, что переваривание растительного и животного корма идет с одинаковой скоростью. В проведенном эксперименте мы можем оценить только время, через которое выводятся непереваренные остатки, но не продолжительность ферментативного разложения пищевых частиц в желудке и пищеварительной железе.

Скорее всего, близкое время прохождения корма через ЖКТ на разных личиночных стадиях обусловлено тем, что на протяжении всех четырех возрастных стадий строение личинки камчатского краба практически одинаково. Постепенно увеличиваются линейные размеры всего организма и его отдельных частей,

при этом принципиальных перестроек в морфологии и физиологии личинки не происходит [Erelbaum et al., 2006]. Это относится и к ЖКТ, у которого как структура, так и общая длина слабо меняются с возрастом личинки [Эпельбаум, 2004]. Так как вместе с размером организма возрастает объем ЖКТ, то значительно увеличивается и дневной рацион личинок. Так, для зоэа I стадии развития суточный рацион равен 11,3 науплиям *Artemia* sp., а для зоэа IV — уже 41,8 науплий [Эпельбаум, 2004].

Науплии *Artemia* sp. длительное время держатся в толще и остаются доступными для личинок краба. Поэтому их можно вносить в емкости с личинками два–три раза в сутки. Поскольку продолжительность прохождения пищи через ЖКТ не меняется в зависимости от стадии зоэа, нет смысла увеличивать или снижать частоту кормлений. Однако так как рацион личинок возрастает, необходимо увеличивать объем вносимого корма.

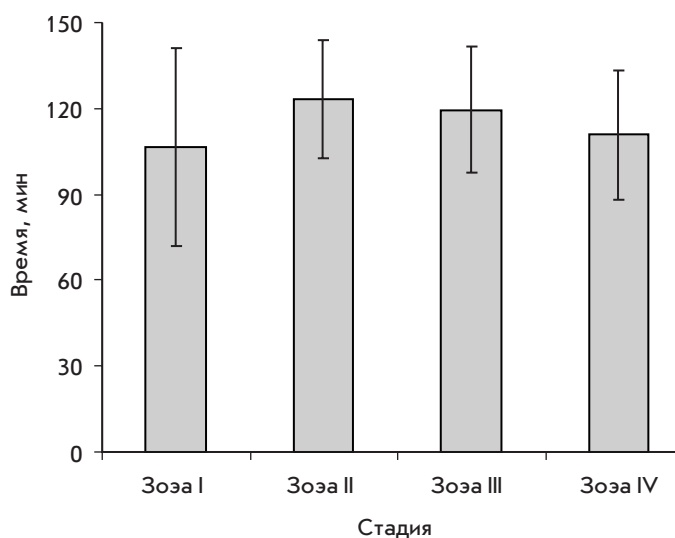


Рис. 1. Изменения времени прохождения корма через пищеварительный тракт в зависимости от личиночной стадии

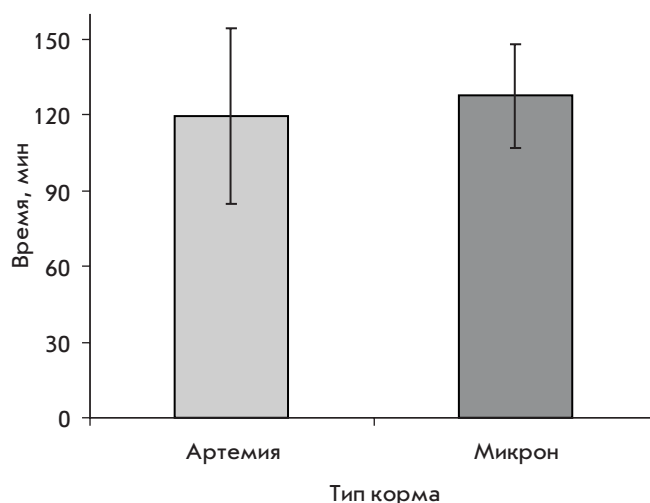


Рис. 2. Изменения времени прохождения корма через пищеварительный тракт личинки (зоэа III) в зависимости от типа корма

Выводы

Для личинок камчатского краба химический состав корма не является определяющим фактором при захвате и потреблении пищевых частиц.

У зоеа камчатского краба продолжительность прохождения корма через ЖКТ на разных стадиях не меняется и практически не зависит от типа корма.

По мере роста личинок камчатского краба следует увеличивать размер рациона, а график внесения корма в течение суток может оставаться без изменений.

ЛИТЕРАТУРА

- Зубкова Н.А. 1964. Опыт содержания камчатского краба в аквариуме // Тр. ММБИ. Вып. 5. № 9. — С. 105–113.
- Ковачева Н.П., Кряхова Н.В., Тертицкая А.Г., Чертопруд Е.С. 2007. Питание личинок камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в искусственных условиях // Морские промысловые беспозвоночные и водоросли: биология и промысел. К 70-летию со дня рождения Бориса Георгиевича Иванова: Труды ВНИРО. Т. 147. — М.: ВНИРО. — С. 73–79.
- Эпельбаум А.Б. 2004. Питание камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) на ранних стадиях онтогенеза в искусственных условиях. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М.: ВНИРО. — 24 с.
- Abrunhosa F.A., Kittaka J. 1997a. Functional morphology of mouthparts and foregut of the last zoea, glaucothoe and first juvenile of the king crabs *Paralithodes camtschaticus*, *P. brevipes* and *P. platypus* // Fisheries Science (Tokyo). V. 63. N. 6. — P. 923–930.
- Abrunhosa F.A., Kittaka J. 1997b. Morphological changes in the midgut, midgut gland and hindgut during the larval and postlarval development of the red king crab, *Paralithodes camtschaticus* // Fisheries Science (Tokyo). V. 63. N. 5. — P. 746–754.
- Kurata H. 1959. Studies on the larva and postlarva of *Paralithodes camtschatica*. I. Rearing of the larvae, with special reference to the food of the zoea // Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. V. 20. — P. 76–83.
- Marukawa H. 1933. Biological and fishery research on Japanese king crab, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) // J. Imp. Fish. Exp. Stat. Tokyo. V. 37. N. 4. — 152 p.
- Paul A.J., Paul J.M., Coyle K.O. 1989. Energy sources for first-feeding zoea of king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) (Decapoda: Lithodidae) // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. V. 130. N. 1. P. 55–70.
- Sato S., Tanaka S. 1949. Study on the larval stage of *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). I. About morphological research // Hokkaido Fish. Exp. Stat. Res. Rep. V. 1. — P. 7–24.
- Epelbaum, A.B., Borisov, R.R., Kovatcheva, N.P. 2006. Early development of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* from the Barents Sea reared in the laboratory: morphology and behavior // J. Mar. Biol. Ass. United Kingdom. V. 86. N. 2. — P. 317–333.

УДК 639.51.03/.06

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ И ТИПА НАПОЛНИТЕЛЯ НА ЗАПУСК БИОФИЛЬТРА В ХОЛОДНОВОДНЫХ УСТАНОВКАХ С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ВОДОИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ РАКООБРАЗНЫХ

Д.В. Тырин, Н.П. Ковачева, М.Ю. Назарцева

ВНИРО, Москва, guerrerolatino@mail.ru

INFLUENCE OF WATER TEMPERATURE AND TYPE OF FILLER ON BIOFILTER'S START UP PERIOD IN COLD WATER CLOSED SYSTEMS FOR CRUSTACEAN CULTIVATION

D.V. Tyrin, N.P. Kovatcheva, M.Y. Nazartceva

VNIRO, Moscow, guerrerolatino@mail.ru

Введение

Интенсивная технология содержания ценных водных промысловых видов вне регионов их промысла предусматривает использование установок с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ), в которых происходит многократное использование одного и того же объёма воды. Важнейшими условиями успешного культивирования гидробионтов являются гидрохимический и термический режимы, необходимые параметры которых в промышленных УЗВ обеспечивает блок регенерации воды. Основными элементами этого блока являются: механический фильтр, нитрифицирующий биологический фильтр, проточный охладитель и/или нагреватель. Также в его состав могут входить денитрификатор, УФ-стерилизатор, озонатор, флотатор и др. аппараты и ёмкости.

Основным рабочим элементом нитрифицирующего биофильтра является его наполнитель, который может быть искусственным (пластиковый, керамический и др.) или природным (гравий, коралловая крошка и др.); объёмным (пластиковые фигуры, керамзит, вспененный полиэтилен) или плоскостным (пластины, пористые губки). Он служит субстратом для прикрепления аэробных бактерий-нитрификаторов родов *Nitrosomonas* (перерабатывают общий аммоний в нитриты — первая стадия нитрификации), *Nitrobacter* (перерабатывают нитриты в нитраты — вторая стадия нитрификации) и других, менее значимых в биологической очистке воды родов. Колонии этих бактерий должны быть обеспечены необходимой концентрацией кислорода, достаточным водообменом и продуктами для метаболизма — общим аммонием или нитритами.

Ещё одним важнейшим параметром среды при содержании холодноводных животных является температура воды. На разных стадиях развития холодно-

водные ракообразные (в том числе, камчатский краб, американские и европейские виды омаров, лангусты и др.) требуют температуру воды 3–15 °С [Ковачева и др., 2005, Ковачева, 2006]. Однако оптимальные температуры для успешного протекания процессов нитрификации – 24–27 °С [Рубан, 1961]. В этом диапазоне температур биофильтры без каких-либо ускоряющих стартовый период мер выходят на рабочую мощность за 22 сут [Жигин, 2007]. При температуре воды 5–7,5 °С реакции процесса нитрификации проходят только на 20–60 % скорости, от нитрификации при 18–20 °С [Speece, 1971, Shi, Hu, Wang, 2005] и период запуска растягивается до 75–80 сут [Ковачева и др., 2005]. В литературных источниках нами не найдено прямое сравнение влияния разных типов наполнителей и разных диапазонов температуры воды в отношении продолжительности стартового периода биологической очистки в холодноводных морских УЗВ.

В связи с указанными проблемами была поставлена цель — исследовать влияние температуры воды и типа субстрата на продолжительность стартового периода холодноводных биофильтров.

Материалы и методика

Эксперимент проводился в аквариальной лаборатории воспроизводства и культивирования ракообразных (ВНИРО) в течение 108 сут (рис. 1).

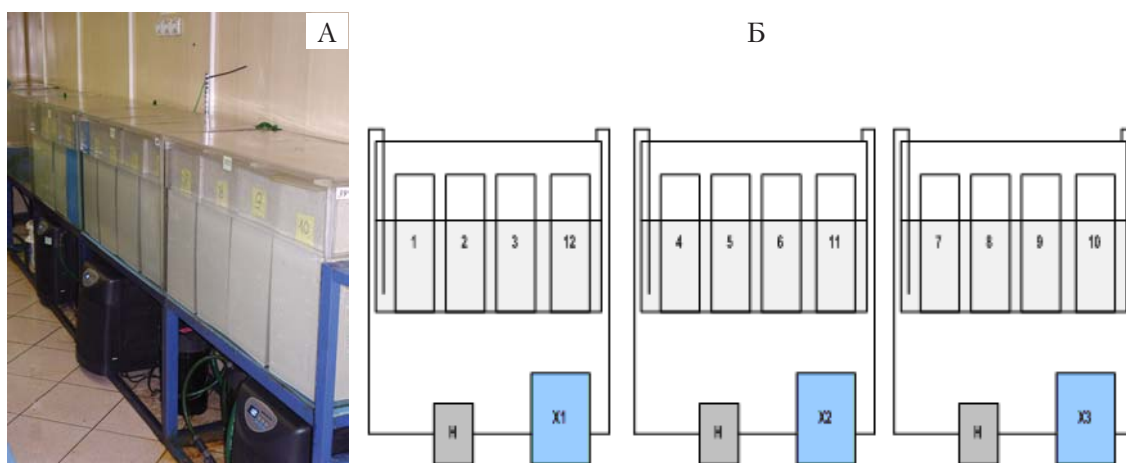


Рис. 1. Общий вид экспериментальной системы (А); схема эксперимента (Б).
 1, 4, 7 — «биошары»; 2, 5, 8 — коралловая крошка; 3, 6, 9 — керамзит;
 10, 11, 12 — контроль, Н — насосы, X1–3 — проточные охладители

Исследовались 3 типа субстратов: пластиковые «биошары» (Китай) — в группе установок 1; коралловая крошка фракции 10–20 мм — в группе 2; керамзит фракции 10–20 мм (Россия) — в группе 3 (рис. 2). В течение эксперимента поддерживалось 3 диапазона температур воды: 6–7, 9–10 и 12–13 °С (см. рис. 1,Б).

Каждая группа состояла из проточного климатизатора «Hailea HC-500BH» (Китай), акрилового аквариума с пресной водой для термостатирования, 4 пластиковых емкостей, насоса «Eheim» (Германия).

Пластиковая ёмкость (рис. 3) с габаритами 280 × 220 × 510 мм (общий объём — 24,7 л) состояла из большого отсека и отсека для наполнителя. В большем отсеке была установлена циркуляционная помпа, которая качала воду из него в отсек для наполнителя через отверстие в разделяющей перегородке. Обрато вода поступала через верх перегородки благодаря её меньшей по сравнению с общей высотой. Объём наполнителя во всех емкостях составлял 5 л,



Рис. 2. Испытанные наполнители: *А* — пластиковые «биошары»,
Б — коралловая крошка, *В* — керамзит

объём воды на начало эксперимента составлял 22 л. Объём отбираемых 2 раза в неделю проб воды был не более 200 мл за раз.

Использовалась искусственная морская вода («Морской аквариум», Россия) солёностью 33–34‰. Проточность в емкостях измерялась объёмным способом и составляла 480 л/ч. Содержание растворённого кислорода за период эксперимента колебалось в пределах 9–11 мг/л.

Запуск биофильтров производился с помощью внесения 10%-ного раствора аммиака на 2 сут эксперимента. Культура бактерий «Preis Aquaristik Baktoplan» («Морской аквариум», Россия–Германия) вносилась трёхкратно (на 1, 3 и 10 сут) в количестве 6,6 мл (согласно инструкции производителя).



Рис. 3. Экспериментальная ёмкость

Результаты и обсуждение

На рис. 4 и 5 изображена динамика процесса нитрификации при разных температурах воды.

На графике видно, что в группе установок 1 (см. рис. 4,А) первая стадия нитрификации была зафиксирована на 84 сут в установках с «биошарами» и коралловой крошкой, на 87 сут — в установке с керамзитом и на 94 сут — в контрольной (см. рис. 5,Б). Однако вторая стадия нитрификации была зарегистрирована только в установке с крошкой — на 108 сут, а в остальных установках за отведённое для эксперимента время она не наблюдалась.

В группе установок 2 (см. рис. 4,Б), первая стадия нитрификации была зафиксирована на 59 сут в установках с «биошарами», керамзитом и контроле, а в установке с коралловой крошкой на 63 сут. Что касается второй стадии нитрификации, то она в установке с крошкой началась на 70 сут, с «биошарами» на 98 сут, с керамзитом на 105 сут, а в контрольной установке за отведённое время не была зафиксирована (см. рис. 5,Б).

В группе установок 3 (см. рис. 5,А) первая стадия нитрификации была зафиксирована на 42 сут в экспериментальных установках и на 45 сутки в контрольной (см. рис. 5,Б).

Вторая стадия в установке с крошкой началась на 63 сут, с керамзитом — на 70 сут, с «биошарами» — на 77 сут, в контрольной установке — на 101 сут. В биофильтры с коралловой крошкой стартовый период завершился за 108, 63 и 70 сут при 6–7, 9–10 и 12–13 °С соответственно (см. рис. 5). Биофильтры

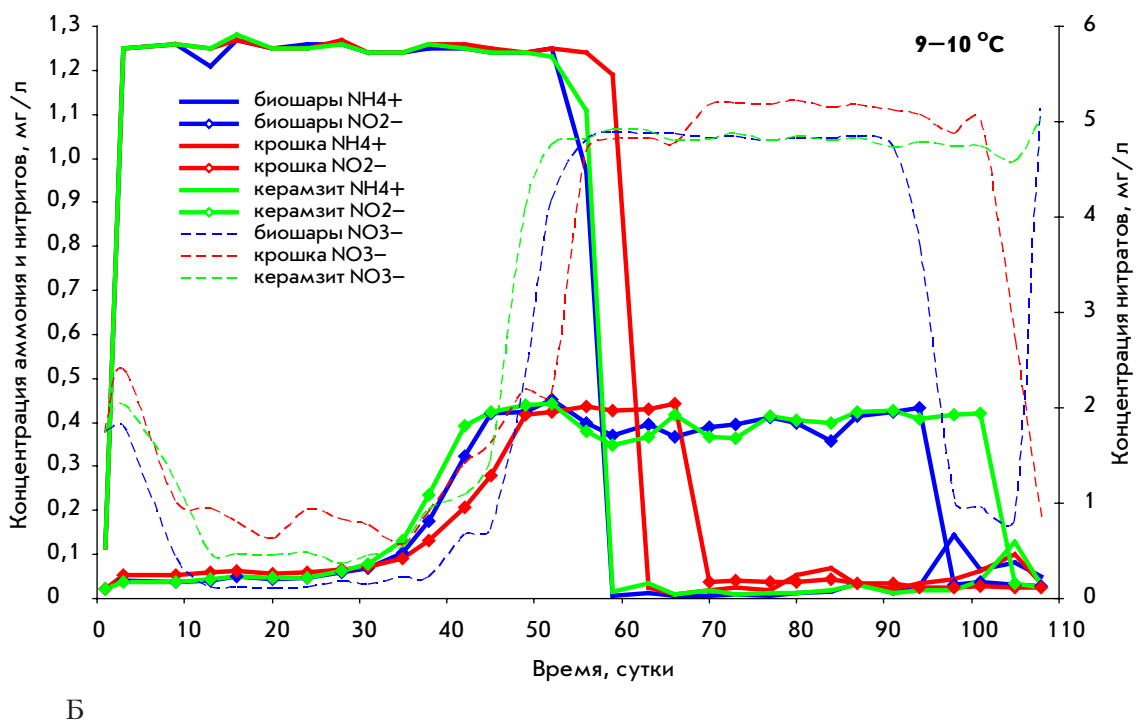
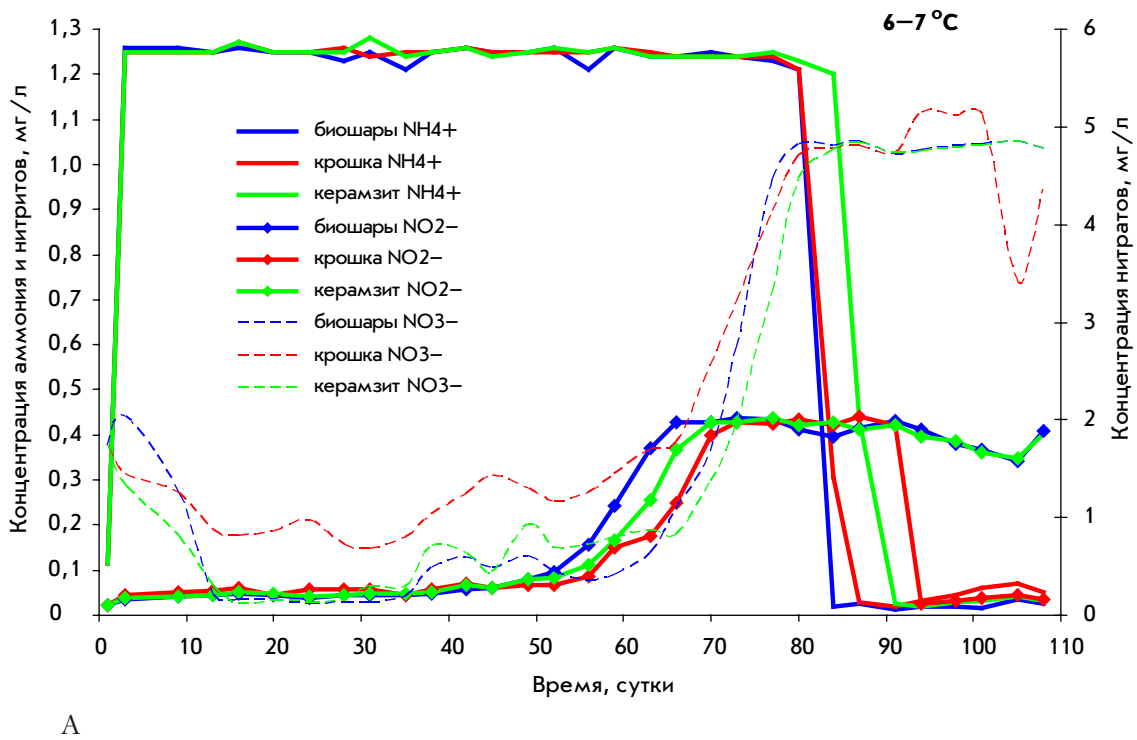


Рис. 4. Динамика процесса нитрификации при разных температурах воды:
 А – 6–7 °C; Б – 9–10 °C

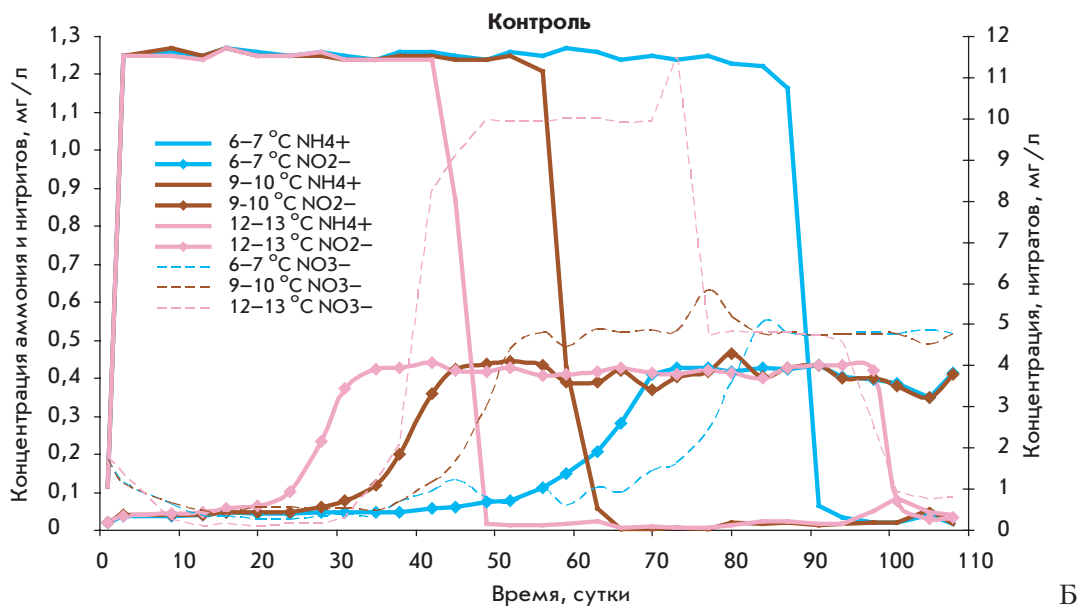
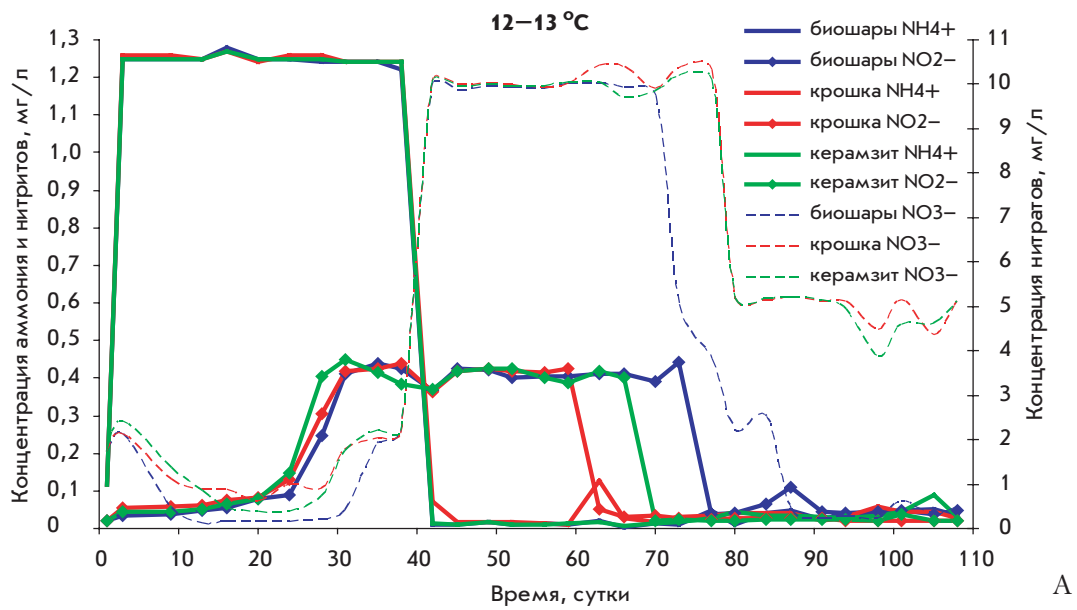


Рис. 5. Динамика процесса нитрификации при разных температурах воды:
 А – 13–14 °С; Б – контрольная группа установок

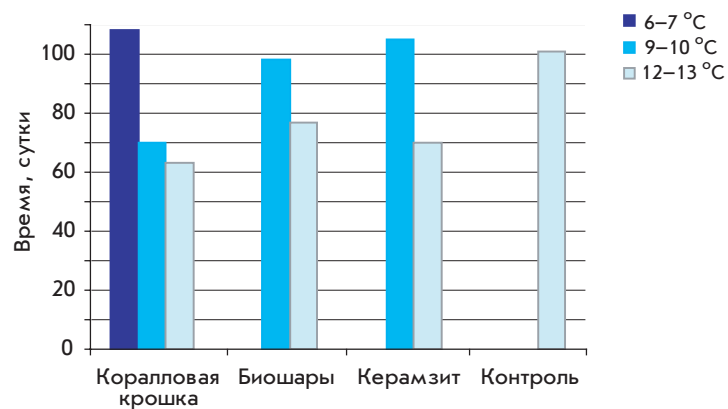


Рис. 6. Общая продолжительность стартового периода биологической очистки

с «биошарами» и керамзитом при 6–7 °С не «запустились». Стартовый период в установках с биофильтрами из «биошаров» завершился за 98 и 77 сут при 9–10 и 12–13 °С соответственно, из керамзита — за 105 и 70 сут. В контрольных установках нитрификация была отмечена только при 12–13 °С на 108 сут.

Выводы

С учётом избранных условий запуска (постоянная температура воды, количество и кратность внесения культуры бактерий, тип и начальная концентрация азотсодержащего реагента, кратность взятия проб) можно сделать следующие выводы.

1. Скорость старта процесса нитрификации в биофильтрах холодноводных морских экспериментальных установках находится в прямой зависимости от температуры воды и наполнителя.

2. Температура воды является лимитирующим фактором для стартового периода биологической очистки воды:

- при 6–7 °С процесс нитрификации регистрируется только при использовании коралловой крошки в качестве наполнителя биофильтра;
- при 9–10 °С процесс нитрификации начинается на 70–105 сут при всех использованных типах наполнителя биофильтра («биошары», коралловая крошка и керамзит);
- при 12–13 °С процесс нитрификации регистрируется на 63–101 сут при всех использованных типах наполнителя биофильтра.

3. Наполнитель играет значительную роль в скорости процессов нитрификации в холодной морской воде:

- в установках без биофильтра процесс нитрификации зафиксирован только при температуре воды 12–13 °С;
- при температуре воды 6–13 °С лучшим наполнителем для биологической очистки является коралловая крошка.

Эксперименты в указанном направлении продолжаются. Авторами планируется издание методической инструкции с рекомендациями по эксплуатации биофильтров в холодноводных установках замкнутого цикла водоиспользования, применяемых для передержки и аквакультуры ракообразных.

ЛИТЕРАТУРА

Жигин А.В. 2007. О возможности использования биоочистки в УЗВ при низких температурах воды // Материалы научно-практич. конференции «Рациональное использование пресноводных экосистем — перспективное направление реализации национального проекта». — М.: ВНИИР. — С. 158–160.

Ковачева Н.П. 2006. Искусственное воспроизводство и культивирование морских и пресноводных ракообразных отряда Decapoda. Автореф. дисс. на присвоен. уч. степ. д.б.н. — М.: Изд-во ВНИРО. — 53 с.

Ковачева Н.П., Калинин А.В., Эпельбаум А.Б., Борисов Р.Р., Лебедев Р.О. 2005. Культивирование камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). Часть 1. Особенности раннего онтогенеза. Бионормативы и рекомендации по искусственному воспроизводству. — М.: Изд-во ВНИРО. — 76 с.

Рубан Е.Л. 1961. Физиология и биохимия нитрифицирующих микроорганизмов. — М.: Изд-во АН СССР. Институт микробиологии. — 175 с.

Shi Y., Hu X., Wang J. 2005. Characteristics of sewage treatment by moving-bed biofilm reactor // Research on environmental science (Huanjing Kexue Yanjiu). V. 18. № 5. — P. 49–55.

Speece R.E. 1973. Trout metabolism characteristics and the rational design of nitrification facilities for water reuse in hatcheries // «Transactions of the American Fisheries Society», V. 102. № 2. — P. 323–334.

УДК 597–169:597–135:597.554.3+597.583.1

ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНВАЗИЙ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ

Л.И. Бисерова

ВНИРО, Москва, biserova_ludmila@mail.ru

PARASITOLOGICAL ASPECTS OF BIOLOGICAL INVASIONS OF ALIEN SPECIES

L.I. Biserova

VNIRO, Moscow, biserova_ludmila@mail.ru

Проблема интродукции новых видов становится все более актуальной в связи с глобализацией современного мира. К настоящему времени наука располагает множеством примеров расширения ареалов видов животных и растений. Возник новый термин – биологические инвазии, под которыми понимаются случаи проникновения живых организмов в экосистемы, расположенные за пределами их первоначального ареала. Биологические инвазии оказывают воздействие на аборигенные виды по разным направлениям: меняют среду обитания путем изменения структуры и функции экосистемы, могут стать конкурентами аборигенных видов или хищниками по отношению к аборигенным видам и этим способствовать их вытеснению, а также могут или переносить или сами вызывать заболевания и зараженность паразитами аборигенных видов [Дгебуадзе, 2003].

Настоящая работа посвящена паразитологическому аспекту данной проблемы. Паразитологические последствия биологических инвазий включают в себя: привнос новых для региона паразитов; расширение круга хозяев для аборигенных паразитов; опосредованное влияние на аборигенных паразитов вследствие изменения паразитологической ситуации в регионе. Рассмотрен случай с вселением в дельту Волги моллюска *Lithoglyphus naticoides*, который привнес с собой, по крайней мере, три новых для дельты Волги паразита.

Материал и методика

В настоящей работе использованы данные многолетних исследований и новые данные, полученные в результате исследований, проведенных в дельте Волги. Это сборы молоди карповых и окуневых рыб и моллюсков *L. naticoides*. Методом полного паразитологического вскрытия обследовано 5000 экз. молоди воблы, 870 экз. молоди окуня из сборов 1986–1996 гг., 1200 экз. молоди воблы из сборов 2006–2007 гг. Рассчитывали стандартные показатели за-

раженности: экстенсивность и интенсивность инвазии, индекс обилия. Проведено прижизненное вскрытие 4576 экз. литоглифа из сборов 1986–1996 гг. и 734 экз. — из сборов 2006–2008 гг. Для моллюсков рассчитывали экстенсивность инвазии.

Результаты и обсуждение

Первая регистрация *L. naticoides* относится к 1971 г. [Пирогов, 1972]. Этот моллюск к концу 70-х годов занял в дельте свободную экологическую нишу заиленных песков, достиг высокой численности. К настоящему времени литоглиф стал настолько обычным и распространенным, что используется как объект биотестирования [Курочкина и др., 1999]. Столь же обычными стали и трематоды *Aporhallus muehlingi*, *Rossicotrema donicum*, для которых литоглиф является единственным промежуточным хозяином и которые именно при появлении в дельте Волги литоглифа получили возможность полностью осуществлять свой жизненный цикл. Их окончательными хозяевами являются птицы и млекопитающие, в частности, чайки. *A. muehlingi* и *R. donicum* регистрировались у них и до вселения литоглифа [Солоницын, 1928; Шигин, 1954, 1961 и др.]. Многочисленные виды рыб дельты стали служить вторыми промежуточными хозяевами: в их мышцах стали обитать личиночные стадии этих паразитов — метацеркарии. Подробное описание распространения литоглифа и апофаллюса с россикотремой сделаны в предыдущих работах [Бисерова, 1989, 1990; 1996, 2001, 2005, 2007], в этой работе хотелось бы вычленить отдельные моменты.

В период 1986–1988 гг. отмечен пик зараженности молоди карповых и окуневых метацеркариями *A. muehlingi* и *R. donicum*. Нами было подсчитано, что примерно 80 % молоди воблы в середине 80-х гг. погибало именно вследствие высокой интенсивности инвазии *A. muehlingi*. Литоглиф в это период был заражен партенитами *A. muehlingi* и *R. donicum* исключительно высоко: в среднем до 56 %, а в отдельные годы до 92 %. Всего у моллюска обнаружено 14 видов партенит и церкарий трематод, из них большинство не идентифицировано с половозрелыми формами. Три вида известны — это *A. muehlingi*, *R. donicum*, *Nicolla skrjabini*, два вида рода *Sanguinicola*. Все эти виды — паразиты рыб, первые три вида — новые для рыб дельты Волги. Сангвиниколидные трематоды отмечены в крови рыб дельты и до вселения литоглифа, но данные по ним и по их развитию в дельте Волги очень скудные и возможно, что один из двух их видов также привнесен литоглифом. Так или иначе, литоглиф расширил круг хозяев для сангвиниколид, являющихся возбудителями сангвиникоза, наносящего ущерб прудовым хозяйствам. Был установлен факт взаимосвязи между появлением в дельте нового паразита карповых *A. muehlingi* и резким снижением зараженности молоди карповых рыб метацеркариями *Posthodiplostomum cuticola*, зараженность которыми ранее достигала 55,5–86,6 % [Дубинин, 1952, Астахова, 1964, 1967 и др.]. Так, с 1986 по 1996 гг. зараженность молоди воблы метацеркариями *P. cuticola* колебалась от 0,06 до 7,6 %, в то время как зараженность *A. muehlingi* составляла 44–100% при интенсивности в сотни паразитов. У этих двух видов общие вторые промежуточные хозяева — карповые рыбы. Первые промежуточные хозяева — моллюски *L. naticoides* и *Planorbis planorbis* — обитают в совершенно различных биотопах. Литоглиф живет в русловой части, это чисто бентосный вид, предпочитающий песчанисто-илистые грунты. Планорбис — фитофил, живущий в стоячей воде. Молодь карповых появляется на свет и проводит первые дни жизни именно в местах обитания планорбиса и таким образом первоначально заражается *P. cuticola*. При последующем скате в русло реки молодь подвергается напа-

дению церкарий *A. muehlingi*. Это период первой половины лета, когда молодь мала, не превышает 30 мм длины (0,5–0,6 г) и очень уязвима. На природном материале было установлено, что патогенность метацеркарий *P. cuticola* для молоди воблы приблизительно в 100 раз выше патогенности метацеркарий *A. muehlingi* (учитывалась разница размеров, аналогичность локализации, максимальная интенсивность инвазии при совместном заражении) и летальная доза их составляет не более 13–14 метацеркарий на 1 г массы. С половое и нерестилищ скатывается рыба, зараженная в различной степени, даже 2–4 метацеркарии *P. cuticola*. для нее уже сублетальны, дополнительная паразитарная нагрузка в виде церкарий и метацеркарий инвазийного паразита *A. muehlingi* становится для многих рыб непосильной, тем более, что численность последних в дельте очень высока. Численность молоди, зараженной одновременно обоими видами составляла менее 10 %, причем у этой молоди высокий индекс обилия метацеркарий *A. muehlingi* соответствовал низкому индексу обилия метацеркарий *P. cuticola* и наоборот. Косвенным подтверждением того, что именно с появлением нового для рыб дельты Волги паразита связано уменьшение численности аборигенного паразита служат литературные данные о том, что зараженность взрослых карповых рыб метацеркариями *P. cuticola* в этот период времени не претерпела существенных изменений [Иванов, Семенова, 2000].

Таким образом, значительно более высокая патогенность паразита рыб *P. cuticola* по сравнению с патогенностью инвазийного *A. muehlingi*, а также высокая численность последнего в дельте Волги привели к существенному снижению зараженности молоди рыб аборигенным *P. cuticola*. Пик развития *A. muehlingi* пришелся на середину 80-х гг. прошлого века, в дальнейшем отмечалось снижение и экстенсивности и интенсивности инвазии. По данным 2006–2007 гг. зараженность молоди воблы *A. muehlingi* составляла 35,6 % при индексе обилия 1,04. Но в то же время отмечается тенденция к росту зараженности молоди воблы *P. cuticola*, которая в тот же период времени составила 13,7 % при индексе обилия 0,14. Снижение зараженности рыб *A. muehlingi*, по-видимому, связано с адаптацией рыб к новым для них паразитам.

L. naticoides привнес в дельту три чужеродных вида, но лишь два из них получили в дельте широкое распространение. Первым промежуточным хозяином для всех трех может служить только литоглиф. Вторыми промежуточными для апофаллюса и россикотремы служат рыбы, причем для апофаллюса это преимущественно карповые, для россикотремы — окуневые. Окончательные хозяева для них птицы и в меньшей степени млекопитающие, в том числе и человек. Для *N. skrjabini* рыбы служат окончательными хозяевами, а вторыми промежуточными — бокоплавры *Pontogammarus crassus* и *Dikerogammarus haemobaphes*, широко распространенные в дельте Волги. Партениты (личиночные стадии) всех трех видов регистрировались в литоглифах дельты Волги с самого начала наших исследований моллюсков, т.е. с 1987 года. Но если метацеркарии апофаллюса и россикотремы впервые зарегистрированы в Каспийском бассейне в конце 60-х годов прошлого века [Атаев, Ломакин, 1969], то *N. skrjabini* была впервые отмечена в рыбах дельты в 1993 г. [Бисерова, 1996]. Связано это с тем, что в цикле *A. muehlingi* присутствуют чайки — перелетные птицы, а цикл *N. skrjabini* проходит с участием только водных животных.

В последнем случае появление паразита связано непосредственно с моллюсками. Причин широкого распространения *A. muehlingi* и *R. donicum* очень много, налицо совпадение множества благоприятствующих этому факторов, как то: высокая численность и широкое распространение первых и вторых промежуточных, окончательных хозяев, слабая элиминация свободноживущих стадий паразита. Казалось бы и для *N. skrjabini* эти условия благоприятны, т.к. её вторые промежуточные хозяева — гаммариды также многочисленны в дельте

Волги. Но этот вид на протяжении уже многих лет достаточно редок у рыб. Лишь однажды в 1996 г. метацеркарий *N. skrjabini* было много у молоди стерляди: от 3 до 23 экз. при экстенсивности инвазии 33 %. Зараженность *L. naticoides* партенитами *N. skrjabini* на протяжении всех лет исследований составляла обычно 3–5 %, максимальная — не превышала 11 %. Есть данные о том, что *N. skrjabini* в 70-е годы прошлого века появилась в Крыму. Зараженность литоглифа *N. skrjabini* оказалась намного выше, чем зараженность аборигенным для Крыма *A. muehlingi* — 36,2 % против 7,1 % [Стенько, 1978]. Исходя из этого можно сделать вывод, что особенности биологических циклов *A. muehlingi* и *N. skrjabini* не могут быть причиной преобладания одного вида над другим.

Изучение возрастной зараженности литоглифа в 2006–2008 гг. показало, что моллюски с возрастом накапливают *A. muehlingi* и *R. donicum*, зараженность другими видами падает (рис. 1). Такая же закономерность наблюдается и внутри каждой возрастной группы (рис. 2). Для объяснения этого явления необходимы дополнительные данные по зараженности гаммарид и рыб. Моллюски могут быть заражены лишь одним видом партенит, случаи двойного или множественного заражения крайне редки, в отношении литоглифа нами установлены несколько подобных случаев, но всегда вторым видом служат сангвиниколитные личинки. Совместного заражения *A. muehlingi* и *N. skrjabini* мы не наблюдали. Моллюск, заразившись каким-то видом трематод, остается зараженным им всю жизнь. Снижение зараженности одновозрастных моллюсков может быть связано только с их гибелью.

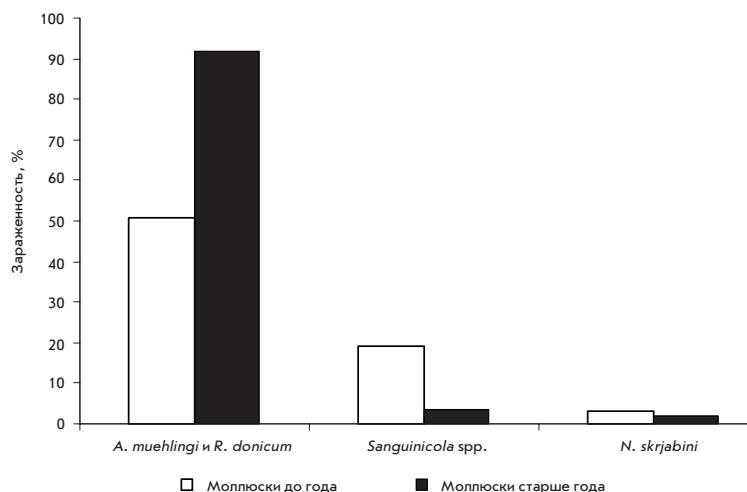


Рис. 1. Зараженность *L. naticoides* в августе–сентябре 2007–2008 гг.

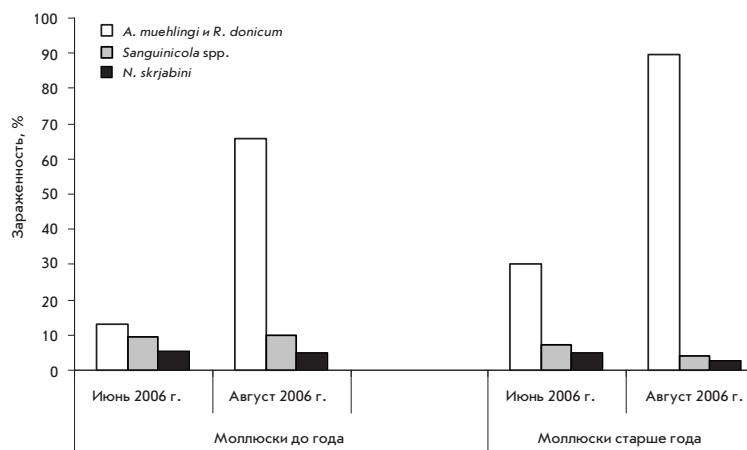


Рис. 2. Динамика зараженности разновозрастных *L. naticoides* летом 2006 г.

Совместного заражения *A. muehlingi* и *N. skrjabini* мы не наблюдали. Моллюск, заразившись каким-то видом трематод, остается зараженным им всю жизнь. Снижение зараженности одновозрастных моллюсков может быть связано только с их гибелью.

Существуют данные о спонтанном проникновении в Волгу, в том числе и Нижнюю, пресноводного китайского мохнаторукого краба *Eriocheir sinensis* [Козлова, 2008]. В связи с этим есть опасность распространения в европейской части России паразитарной болезни человека — парагонимоза, для возбудителей которого (трематод рода *Paragonimus*), этот краб, наряду с другими дальневосточными пресноводными ракообразными, является вторым промежуточным хозяином. Для этого достаточен занос яиц этих трематод человеком или животным и появле-

ние возможности развиваться в аборигенных моллюсках, что вполне вероятно, т.к. парагонимиды мало специфичны в отношении моллюсков.

Заключение

При планировании мероприятий, способных привести к проникновению чужеродных видов на новые акватории необходимо учитывать паразитологические последствия при интродукции чужеродных видов: привнос новых паразитов, расширение круга хозяев для аборигенных паразитов, вытеснение аборигенных паразитов, что меняет сложившиеся отношения в экосистеме и может привести к негативным последствиям.

ЛИТЕРАТУРА

- Астахова Т.В. 1964. Чернопятнистая болезнь карповых рыб // Сб. паразитол. работ. Тр. Астраханского заповедника. Вып. 9. — С. 40–56.
- Астахова Т.В. 1967. Паразиты и болезни молоди промысловых рыб дельты Волги и Северного Каспия // Тр. КаспНИРХ. Т. 23. — С. 181–226.
- Атаев А.М., Ломакин В.В. 1969. К изучению гельминтов рыб Каспийского моря (1966–1968) // Матер. науч. конф. ВОГ. Ч. 2. Москва. — С. 137–145.
- Бисерова Л.И. 1989. О причинах вспышки численности трематоды *Apophallus muehlingi* в дельте Волги // Проблемы изучения, охраны и рационального использования природных ресурсов Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. Тез. докл. Астрахань, — С. 72–73.
- Бисерова Л.И. 1990. О факторах, обусловивших вспышку численности трематод *Apophallus muehlingi* и *Rossicotrema donicum* в дельте Волги // Факторы регуляции популяционных процессов у гельминтов Тез. докл. симп. Пушино. — Пушино. — С. 17–18.
- Бисерова Л.И. 1996. Паразиты моллюска-вселенца *Lithoglyphus naticoides* // Проблемы гидробиологии континентальных вод и их малакофауна. Тез. докл. межд. конф. — С.-П. — С. 12–13.
- Бисерова Л.И. 2001. Гельминтофауна молоди рыб дельты Волги // Сб. науч. тр.: Экология молоди и проблемы воспроизводства каспийских рыб. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 58–61
- Бисерова Л.И. 2005. Патогенность как фактор, способствующий вытеснению аборигенного паразита рыб *Posthodiplostomum cuticola* (Nordman, 1832) паразитом вселенцем *Apophallus muehlingi* (Jagerskiold, 1898) // Второй межд. симп. по изучению инвазийных видов. Чужеродные виды в Голарктике (Борок 2). Борок. — С. 70–71.
- Бисерова Л.И. 2007. Оценка смертности рыб от паразитов по натурным наблюдениям. // Материалы междунар. науч.-прак. конф. Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов — 2. Борок–Москва. — С. 305–309.
- Дгебуадзе Ю.Ю. 2003. Национальная стратегия, состояние, тенденции, исследования, управление и приоритеты в отношении инвазий чужеродных видов на территории России // Инвазии чужеродных видов в Голарктике: рос.-амер. симп. по инвазийным видам. — Борок. — С. 26–34.
- Дубинин В.Д. 1952. Фауна личинок паразитических червей позвоночных животных дельты Волги // Паразитол. сб. ЗИН АН СССР. Т. 14. — С. 213–264.
- Иванов В.М., Семенова Н.Н. 2000. Мониторинг зараженности рыб метацеркариями трематод в дельте Волги // Вопросы ихтиологии. Т. 40. № 6, — С. 826–831.
- Козлова Ф.Ш. 2008. Вселенцы неплановой интродукции // Рыбное хозяйство. № 3. — С. 84–86.
- Курочкина Т.Ф., Насибулина Б.М., Ивлиева Л.М. 1999. Оценка токсичности емкостных вод сезонного регулирования Астраханского газоконденсатного комплекса на гидробионты // XI всерос. конф. по пром. океанологии. — М.: ВНИРО. — С. 27–28.
- Пирогов В.В. 1972. О нахождении *Lithoglyphus naticoides* в дельте Волги // Зоол. журн. Т. 51. Вып. 6. — С. 912–913.
- Солоницын И.А. 1928. К познанию гельминтофауны птиц Волжско-Камского края // Ученые зап. Казанского гос. вет. инс-та. 38(1). — С. 75–98.
- Стенько Р.П. 1978. О трематодофауне некоторых моллюсков Крыма и ее изменениях под влиянием антропогенных факторов // Вестник зоол. №5. — С. 90–91.
- Шигин А.А. 1954. Гельминтофауна рыбоядных птиц Рыбинского водохранилища. Автореф. дисс. канд. биол. наук. М. — 14 с.
- Шигин А.А. 1961. Гельминтофауна чайковых птиц Рыбинского водохранилища // Тр. Дарвинского заповедника. Вып. 7. — С. 309–362.

*Светлой памяти
Леонарды Владимировны Игумновой
посвящается*

УДК 639.371.2:639.3.04:639.3.03

К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ САМОК РУССКОГО ОСЕТРА *ACIPENSER GUELLENSTAEDTII* ВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ПО ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВУ ПОТОМСТВА В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ

В.Д. Крылова

ВНИРО, Москва, maricul@vniro.ru

ON THE ASSESSMENT OF QUALITY OF WILD RUSSIAN STURGEON FEMALES *ACIPENSER GUELLENSTAEDTII* FROM THE VOLGA POPULATION BY PRODUCTIVITY AND QUALITY OF THEIR PROGENY IN EARLY ONTOGENESIS

V.D. Krylova

VNIRO, Moscow, maricul@vniro.ru

Осетровые рыбы представляют собой ценнейшие генетические ресурсы отечественной и мировой ихтиофауны, промысловые запасы и численность которых в настоящее время повсеместно подорваны [Ходоревская, Рубан, Павлов, 2007]. Серьезную озабоченность вызывает также высокая генетическая изменчивость волжских осетровых в природных популяциях с низкими характеристиками качества производителей заводского происхождения [Рябова и др., 2008]. В связи с этим, актуальное значение приобретают исследования, направленные на сохранение, поддержание и восстановление численности осетровых путем научно-обоснованного управления биотехнологией искусственного разведения, воспроизводства, выращивания и формирования на осетровых рыбозаводах (ОРЗ) продуктивных маточных стад, приспособленных к содержанию и репродукции в неволе. Возрастает роль мониторинговых исследований по формированию и эксплуатации маточных стад, которые в настоящее время создаются на ОРЗ двумя путями [Бурцев, Николаев, 1999; Сафронов, 2003]:

- путем одомашнивания (доместикации) природных производителей;
- из оплодотворенной икры, полученной на ОРЗ от природных производителей, и дальнейшего выращивания из неё зрелых самок и самцов в условиях ОРЗ, так называемый цикл «от икры до икры».

Однако в последние годы резко снизилась эффективность работы ОРЗ Волго-Каспийского бассейна ввиду снижения качества производителей (самок

и самцов), отлавливаемых из нерестовой части волжской популяции, и увеличилась доля самок и самцов, дающих недоброкачественную икру и сперму, непригодные для рыбоводных целей и целей искусственного воспроизводства. В связи с этим, особенно остро встал вопрос разработки критериев оценки качества зрелых самок русского осетра по рыбоводно-биологическим показателям их продуктивности и качеству потомства в раннем онтогенезе. Методический подход и принципы формирования таких стад подробно изложены в статье [Сафронов, Крылова, 2004].

Цель работы — изучить результаты прижизненного получения икры от диких самок русского осетра волжской популяции, отловленных в июле—августе 1999 г. и в мае 2000 г. по рыбоводно-биологическим показателям их продуктивности на Волгоградском ОРЗ в 2000 г.

Задача заключалась в селекционно-племенной оценке качества природных самок по продуктивности и качеству потомства в раннем онтогенезе.

Материал и методы

Работа проведена с 13 мая по 5 июня 2000 г. на Волгоградском ОРЗ ФГУ «Нижеволжрыбвода». Раствором сурфагона было проинъецировано 46 самок и 45 самцов русского осетра, из которых созрели 28 самок (63 %) и 13 самцов (30 %) [Крылова, Козовкова, 2005]. Следует отметить низкий потенциал репродуктивных самцов русского осетра в этом году. От числа проинъецированных самцов по партиям созревали от 10 до 30 %. Из 28 экз. самок 27 шт. были самки озимой расы и одна самка — яровой биологической расы, пойманной в конце мая на тоне «Булгаково» в низовье Волги. Ввиду отсутствия на заводе зрелых самцов яровой расы, ее икра была оплодотворена спермой трех самцов озимого осетра. Овулировавшая икра была сравнительно крупная, диаметром $3,6 \times 3,1$ мм, средней массой 19,2 мг, бежевого цвета, в черной «шапочке»: анимальный полюс был сильно пигментирован, далее светлое кольцо разделяло анимальный и вегетативный полюса.

Качество зрелых самок русского осетра и потомства оценивали по рыбоводно-биологическим показателям, представленным в табл. 1. Для рыбоводно-биологической оценки качества самок русского осетра и качества потомства были изучены: длина (L , l_1 , l_2) и масса самок (W), упитанность рыб (K_F), масса икры ($W(\text{egg})$), рабочая (Q_p) и относительная (Q_o) плодовитость, количество икринок в 1 г (q), генеративный индекс ($Q, \%$), продуктивность самки по икре ($Q(\text{egg})$), масса 1 ооцита ($P(\text{egg})$), диаметр ооцита ($d(\text{egg})$), процент оплодотворения икры ($f, \%$), количество оплодотворенной икры (Q_f), количество морфологических аномалий в развитии эмбрионов на стадиях 32—35, выход личинок на выклеве ($S, \%$), длина (L_0) и масса (W_0) личинок на выклеве.

Перечень рыбоводно-биологических показателей и их условные обозначения разработаны в лаборатории марикультуры ВНИРО, обсуждены и одобрены Методическим советом в августе 1999 г. Он вошел в информационно-аналитический блок «Аквакультура» информационно-статистической программы ИСП «Осетр-2000» [Богерук, Крылова, 2002; Богерук, Крылова, Шубин, 2003; Крылова, Николаев, Шубин, 2005].

Все количественные показатели по каждой самке и выборке в целом ($n = 28$ шт.) обработаны современными методами статистического анализа по программе «Осетр-2000» [Крылова, Николаев, Шубин, 2005], а также методом отклонений и сравнительного анализа индивидуальных показателей самок от средней выборки [Марти, 1964; Соколов, Кашин, 1965, Сафронов, Крылова, 2004].

Таблица 1

**Рыбоводно-биологические показатели качества самок русского осетра
и потомства в раннем онтогенезе**

Условные обозначения	Название показателя	Единицы измерения
W	Масса (вес) рыбы	кг
L	Общая (зоологическая) длина тела	см
l_1	Длина тела до конца средних лучей «С» (хвостового плавника)	см
l_2	Длина тела до основания средних лучей «С»	см
K_F	Коэффициент упитанности по Фультону	%
W(egg)	Масса икры	кг
Q_p	Количество икры	тыс. шт.
Q_o	Количество икры на кг массы самки	тыс. шт./кг
q	Количество икринок в 1 г	шт./г
$Q, \%$	Количество икры от общей массы тела	%
Q(egg)	Количество икры (в граммах) на 1 кг самки	г/кг
P(egg)	Масса 1 ооцита	мг
d(egg)	Диаметр 1 ооцита	мм
f, %	Процент оплодотворения	%
Q_f	Количество оплодотворенной икры	тыс. шт.
Ue	Количество морфологических аномалий у эмбрионов (ст. 32–35)	%
U10	Количество морфологических аномалий у личинок на выклеве	%
U15	Количество морфологических аномалий у личинок (ст. 45)	%
S0	Выживание эмбрионов	тыс. шт.
S, %	Выход личинок на выклеве	%
Q_1	Количество личинок на 1 самку	%
L0	Длина личинки на выклеве	мм
L15	Длина личинки в возрасте 15 сут	мм
W0	Масса личинки на выклеве	мг
W15	Масса личинки в возрасте 15 сут	мг

Примечания: Q_p – рабочая плодовитость; Q_o – относительная плодовитость; $Q, \%$ – генеративный индекс; Q(egg) – продуктивность самки по икре, репродуктивный индекс.

В работе приведены основные статистические параметры: $\bar{\chi}$ – средняя выборки; $\pm S_{\bar{\chi}}$ – ошибка средней, min–max – колебания значений показателей; S – стандартное отклонение (S оценка σ); C, % – коэффициент вариации (изменчивости); $r \pm m_r$ – корреляция с длиной (L), массой (W) и упитанностью (K_F) рыб; μ – границы доверительных интервалов средних значений признаков по первому и третьему уровню значимости (95 и 99,9 %) [Снедекор, 1961].

Результаты и обсуждение

Рыбоводно-биологические показатели самок русского осетра представлены в табл. 2. Как видно из табл. 2, икра от 28 самок была получена шестью

Таблица 2

**Рыбоводно-биологические показатели самок русского осетра
(Волгоградский ОРЗ, 2000 г.)**

№/п	Дата получения икры	Метка	Размерно-весовые показатели		Количество икры					кг/кг	Оплодотворение, %	Количество оплодотворенной икры, тыс. шт.	Выход личинок, %
			Масса W, кг	Длина L ₁₋₂ , см	кг	шт/г	тыс. шт.	тыс. шт/кг	%				
<i>Первая партия</i>													
1	14.05	1 sl	16,3	137–122	3,3	46	151,8	9,3	20,2	0,2	95,0	144,2	
2	14.05	2 sl	19,8	145–130	2,6	43	111,8	5,6	13,1	0,13	94,6	105,8	
3	14.05	3 sl	23,7	135–115	5,2	52	270,4	11,4	21,9	0,21	83,0	224,4	
4	14.05	4 sl	15,3	140–118	2,8	43	120,4	7,8	18,3	0,18	77,7	93,6	
5 (n=5)	14.05	5 sl	22,3	139–124	5,0	55	275,0	12,3	22,4	0,22	89,6	246,4	
Сред.			19,5	139–122	3,8	48	185,9	9,3	19,2	0,18	88,0	162,9	87,2
<i>Вторая партия</i>													
6	16.05	6 sl	15,3	132–117	2,4	44	105,6	6,9	15,7	0,15	85,4	90,2	
7	16.05	7 sl	17,6	137–122	3,1	44	136,4	7,8	17,6	0,17	82,5	112,5	
8	16.05	8 sl	23,2	144–137	3,7	39	144,3	6,2	15,95	0,16	16,1	Списано	
9 (n=4)	16.05	9 sl	40,7	143–128	8,3	44	365,2	9,0	20,4	0,2	71,1	259,5	
Сред.			24,2	139–126	4,4	43	187,9	7,5	17,4	0,2	63,8	121,4	82,2
<i>Третья партия</i>													
10	19.05	04154	12,7	134–115	2,4	48	115,2	9,1	18,9	0,18	29,0	Списано	
11	19.05	04117	14,7	130–110	4,2	52	218,4	14,8	28,6	0,28	91,5	199,8	
12	19.05	04112	18,4	131–122	4,0	45	180,0	9,8	21,7	0,21	87,3	157,1	
13	19.05	04142	14,3	132–120	2,8	44	123,2	8,6	19,6	0,19	72,8	89,7	
14	19.05	04197	14,9	126–116	3,5	51	178,5	12,0	23,5	0,23	79,7	142,3	
15	19.05	04166	14,8	125–115	3,3	43	141,9	9,6	22,3	0,22	74,1	105,1	
16	19.05	04175	11,9	106–94	1,5	46	69,0	5,8	12,6	0,12	52,0	35,9	
17 (n=8)	19.05	04124	13,7	130–112	3,2	44	140,8	10,3	23,4	0,23	75,6	106,4	
Сред.			14,4	127–113	3,1	47	145,8	10,0	21,3	0,19	70,3	140,9	71,7
<i>Четвертая партия</i>													
18	24.05	04113	11,1	129–112	1,7	50	85,0	7,7	15,3	0,15	84,7	72,0	
19	24.05	04184	14,3	125–110	3,3	50	165,0	11,5	23,1	0,23	91,8	151,5	
20	24.05	04101	14,0	130–119	3,2	52	166,4	11,9	22,9	0,22	90,9	151,3	
21	24.05	04176	14,8	123–117	1,8	51	91,8	6,2	12,2	0,12	85,9	78,9	
22	24.05	04122	13,6	128–110	2,8	56	156,8	11,5	20,6	0,2	62,6	98,1	
23 (n=6)	24.05	04145	20,2	132–122	4,2	46	193,2	9,6	20,8	0,2	90,0	173,8	
Сред.			14,7	128–115	2,8	51	143,0	9,7	19,2	0,18	84,3	120,9	74,4
<i>Пятая партия</i>													
24	25.05	04134	11,7	122–100	2,1	45	94,5	8,1	11,95	0,18	66,4	62,7	
25	25.05	04148	9,8	110–99	2,3	50	115,0	11,7	23,47	0,23	67,4	77,5	
26	25.05	04158	21,2	143–127	5,6	36	201,6	9,5	26,4	0,26	74,4	150,0	

№ п/п	Дата получения икры	Метка	Размерно-весовые показатели		Количество икры					кг/кг	Оплодотворение, %	Количество оплодотворенной икры, тыс. шт.	Выход личинок, %
			Вес W, кг	Длина L-L ₂ , см	кг	шт/г	тыс. шт.	тыс. шт/кг	%				
27 (n=4)	25.05	04144	18,1	106–101	4,2	59	247,8	13,7	23,2	0,23	61,7	152,9	
Сред.			15,2	120–107	3,6	48	164,7	10,7	22,8	0,23	67,5	110,8	83,5
<i>Шестая партия</i>													
28 (n=1)	29.05	04140	16,4	128–110	3,4	45	153,0	9,3	20,7	0,2	93,2	142,6	94,7

партиями с перерывом в один–пять дней. Масса самок колебалась от 9,8 кг до 40,7 кг, а абсолютная длина тела (L, см) от 106 до 145 см. Все рыбоводно-биологические показатели самок отражают их индивидуальные характеристики. Икра двух самок из 2-ой и 3-ей партий была снята с производства из-за низкого процента оплодотворения.

Все самки были помечены индивидуальным пластиковыми метками, прикрепленными проволокой к основанию спинного плавника. Однако практика эксплуатации меток показала их ненадежность и потери.

Содержание производителей и инкубация икры в аппаратах «Осетр» проходила в сходных экологических условиях с гидрохимическими показателями, характерными для слабощелочной волжской воды. Чем выше поднималась температура воды, тем короче была продолжительность зародышевого развития.

Средние рыбоводно-биологические показатели самок русского осетра по партиям получения икры показаны в табл. 3.

Как видно из табл. 3, влияние отдельных самок с низкими рыбоводными показателями (табл. 2), снизили средние показатели по партиям получения икры.

Распределения самок осетра по длине тела (L, см), массе (W, кг) и упитанности (K_F) представлены на рис. 1, 2, 3. Как видно из рис. 1, 2, 3, показатели экстерьера самки ярового осетра находятся в пределах границ распределения самок озимого осетра.

Таблица 3

Средние рыбоводно-биологические показатели самок русского осетра по партиям получения икры [ВОРЗ, 2000 г.]

№ партии	Количество самок, шт.	Дата получения икры	Размерно-весовые показатели		Количество икры					Оплодотворение, %	Количество оплодотворенной икры, тыс. шт.	Выход личинок	
			W, кг	L-L ₂ , см	кг	%	шт/г	тыс. шт.	тыс. шт/кг			%	Дата выклева
1	5	14.05	19,5	139–122	3,8	19,2	48	185,9	9,3	88,0	162,9	87,2	22.05–23.05
2	4	15.05	24,2	139–126	4,4	17,4	43	187,9	7,5	63,8	154,1	82,2	23.05–24.05
3	8	19.05	14,4	127–113	3,1	21,3	47	145,8	10,0	70,3	104,5	71,7	25.05
4	6	24.05	14,7	128–115	2,8	19,2	51	143,0	9,7	84,3	120,9	74,4	29.05
5	4	25.05	15,2	120–107	3,6	22,8	48	164,7	10,7	67,5	110,8	83,5	31.05
6	1	29.05	16,4	128–110	3,4	20,7	45	153,0	9,3	93,2	142,6	94,7	03.06

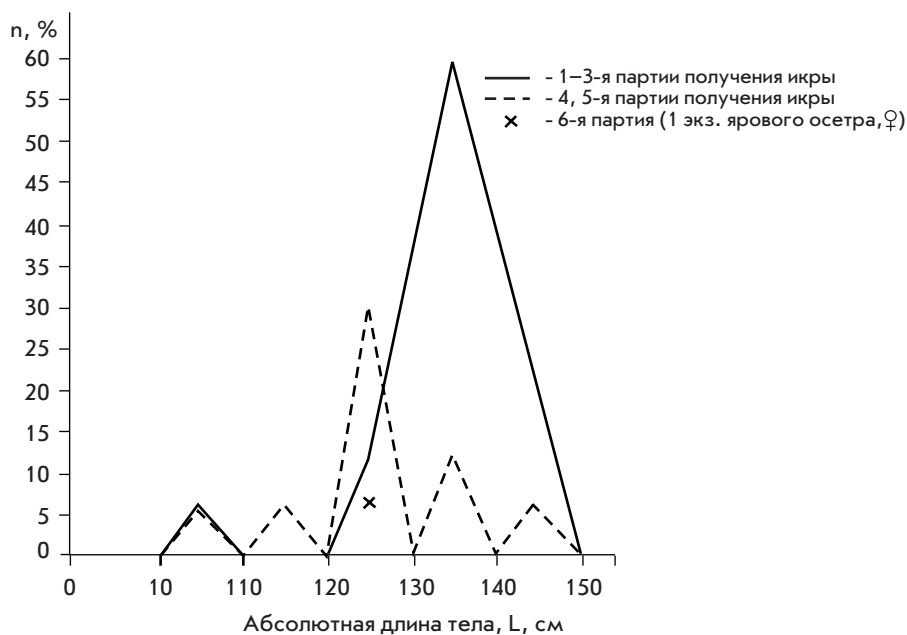


Рис. 1. Распределение самок русского осетра по абсолютной длине тела

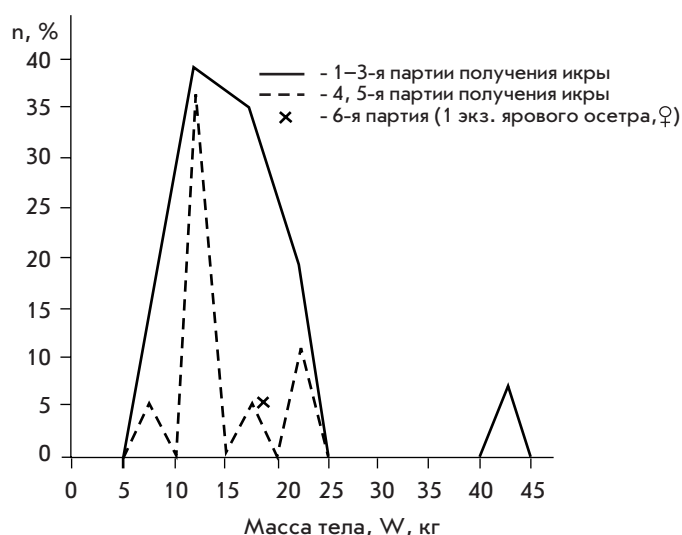


Рис. 2. Распределение самок русского осетра по массе, W, кг (n = 28)

1. Размерно-весовая характеристика самок русского осетра. Размерно-весовые показатели и статистические параметры длины, массы и упитанности представлены в табл. 4.

Средняя длина тела самок (L, см) составляет 130,07 см с колебаниями длины по отдельным самкам от 106 до 145 см (табл. 4). Изменчивость (С, %) длины тела составляет 7,8 %, что отражает однородность выборки по этому показателю [Рокицкий, 1967]. Нерестовую часть волжской популяции составляли самки средней массой (W, кг) 17 кг ($16,96 \pm 1,12$) с колебаниями веса по отдельным самкам от 9,8 до 40,7 кг и упитанностью (K_F) 1,08 с колебаниями от 0,8 до 1,9.

Высокая изменчивость самок наблюдается по массе тела (34,68 %) и упитанности (25,9 %). Отмечается зависимость массы тела от длины ($0,54 \pm 0,17$) и упитанности ($0,6 \pm 1,6$). Значения границ доверительных интервалов по перво-

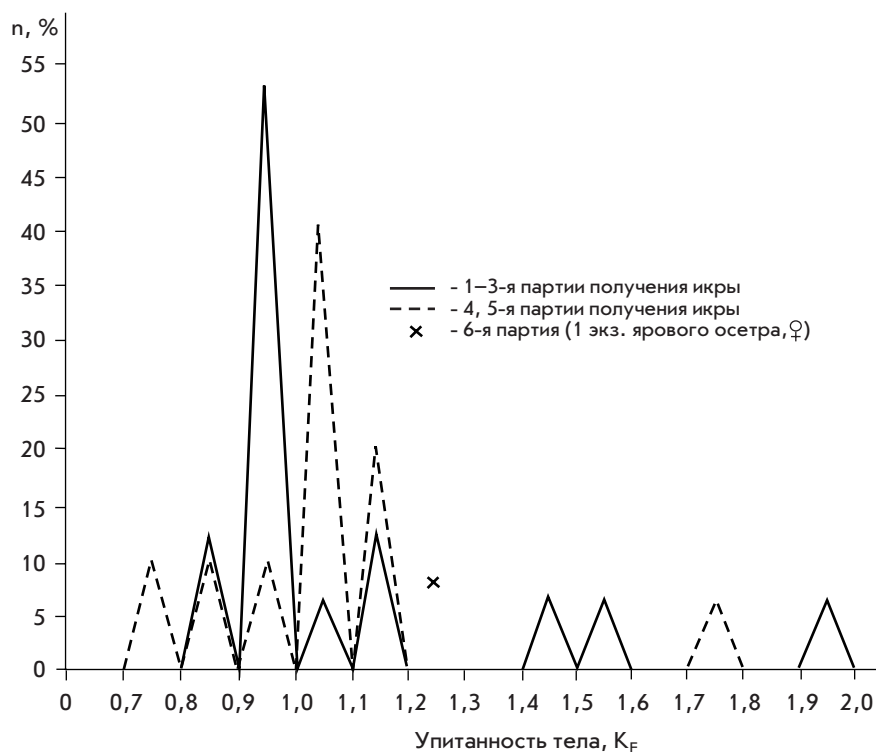


Рис. 3. Распределение самок русского осетра по упитанности, K_F ($n = 28$)

Таблица 4

Основные размерно-весовые показатели экстерьера самок русского осетра (ВОРЗ, 2000 г.)

Показатель	Статистические параметры							
	$\bar{\chi} \pm S_{\bar{\chi}}$	Колебания		S	C, %	$r_W \pm m_r$	$r_F \pm m_r$	μ (95 %)
		min	max					
L, см	$130,07 \pm 1,94$	106,0–145,0		10,24	7,87	$0,54 \pm 0,17$	$0,23 \pm 0,19$	126,1–134,04
W, кг	$16,96 \pm 1,12$	9,8–40,7		5,91	34,86	—	$0,6 \pm 0,16$	14,67–19,25
K_F	$1,08 \pm 0,05$	0,8–1,9		0,28	25,9	$0,6 \pm 0,16$	—	0,97–1,19

му уровню значимости ($P = 95\%$) представляют интерес для сравнения с данными последующих созреваний самок, изучения темпа прироста массы и с характеристиками других популяций.

Таким образом, показатели длины, массы и упитанности отражают размерно-весовую структуру и экстерьер самок, использованных в рыбоводных целях в 2000 г. на Волгоградском ОРЗ. Визуально по внешнему виду все самки были здоровы, покровы тела чистыми, без эктопаразитов, травм и потертостей.

2. Оценка продуктивности самок русского осетра по икре. Оценка продуктивности самок русского осетра по икре ($Q(\text{egg})$, г/кг) проведена нами по всему стаду ($n = 28$ шт.) (табл. 5).

Как видно из табл. 5, по результатам анализа выборки, средняя величина продуктивности самок по икре составляет 198,9 г/кг, т.е. можно признать, что на 1 кг массы зрелой самки русского осетра в среднем можно получить 200 г икры, с колебаниями от 120 до 286 г/кг веса. При этом, показатели стандартного отклонения (S) и коэффициента вариации (C,%) высокие, что говорит

Основные показатели продуктивности самок по икре

Показатель	Статистические параметры							
	$\bar{\chi} \pm S_{\bar{\chi}}$	Колебания		S	C, %	$r_L \pm m_r$	$r_W \pm m_r$	$\mu_{95-99-99,5}$ %
		min	max					
K_F	1,08±0,05	0,8	1,9	0,28	25,9	-0,23±0,19	0,60±0,1	0,97-1,19 0,94-1,23 0,89-1,28
Q(egg), г/кг	198,9±8,1	120,0	286,0	42,69	21,46	0,02±0,2	0,11±0,19	182,4-215,5 176,6-221,3 169,2-228,7

Примечания: K_F – упитанность по Фультону; $r_L \pm m_r$ – корреляция с длиной тела; $r_W \pm m_r$ – с массой рыб.

о высокой индивидуальной (генетической) изменчивости самок из природной популяции по этому признаку. Кроме того, отмечается отсутствие корреляционных связей этого показателя с длиной и массой тела.

Таким образом, анализ результатов исследования (см. табл. 3, рис. 4) говорит о том, что продуктивность самок по икре (г/кг) является прекрасным исходным генетическим показателем для селекции и отбора самок русского осетра в маточные стада разного целевого назначения, а сам показатель может служить тест-показателем или одним из критериев отбора самок по их продуктивности. Границы доверительных интервалов средних значений по трем уровням значимости являются ценными исходными показателями для сравнения с результатами последующих созреваний самок и выборками из других популяций.

3. Оценка самок русского осетра по плодовитости. Как видно из табл. 6, высокая индивидуальная изменчивость самок наблюдается по массе тела (34,75 %), упитанности (25,55 %), по весу икры (40,87 %), рабочей (41,13 %) и относительной (32,41 %) плодовитости, по количеству икры от общей массы тела (Q, %), который нами принят (как в животноводстве) за генеративный индекс самок (21,48 %), по оплодотворяемости икры (27,78 %) и количеству оплодотворенной икры (48,63 %).

Корреляционные связи между плодовитостью самок и длиной тела низки, тесная связь наблюдается между массой самок с массой икры и с рабочей плодовитостью; средняя корреляционная зависимость есть между массой и упитанностью рыб и количеством оплодотворенной икры. С упитанностью самок коррелирует показатель рабочей плодовитости, масса икры и количество оплодотворенной икры.

Как видно из табл. 6, значение границ доверительного интервала средней (μ) по первому уровню значимости ($p = 95\%$) отражают характеристики показателей продуктивности самок всей выборки. Они могут быть использованы для сравнительного анализа с выборками других популяций и с характеристиками самок при их последующих созреваниях.

На рис. 4 показано распределение самок русского осетра по трем показателям продуктивности (Q_0 ; Q,%; Q(egg)) методом отклонения индивидуальных значений каждой самки от средней выборки, или популяционной средней.

Как видно из рис. 4, по основным показателям продуктивности – 39,3 % самок русского осетра составляют высокопродуктивные самки, чьи показатели выше 10 % отклонения от средней выборки со знаком «+», 32,1 % – это продуктивные самки, чьи показатели продуктивности попадают в диапазон $\pm 10\%$, и 28,6 % – малопродуктивные самки, чьи показатели по продуктивности ниже 10 %, со знаком «-».

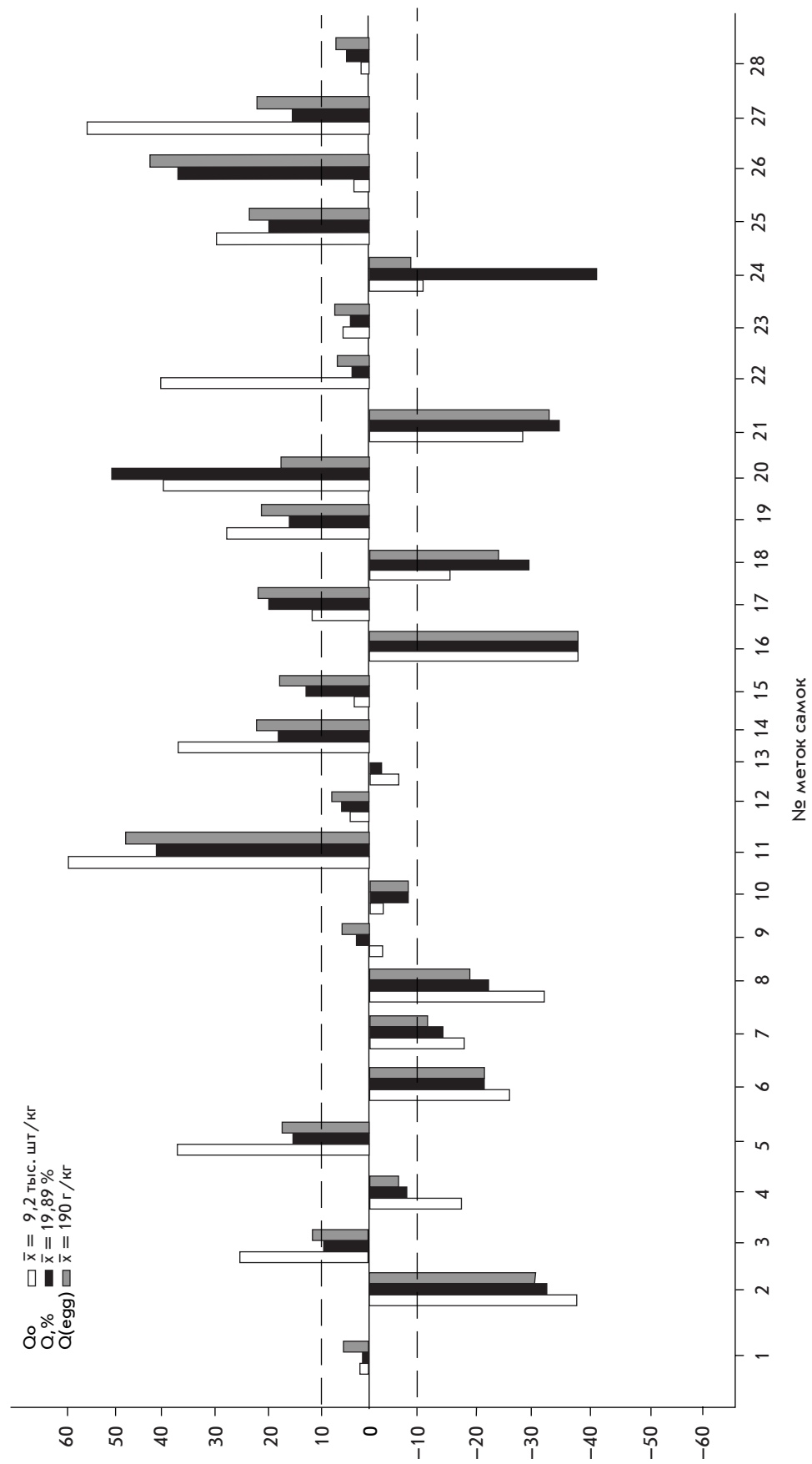


Рис. 4. Рыбоводно-биологические показатели самок озимого ($n = 27$ экз.) и ярового ($n = 1$ экз.) русского осетра (% отклонений от средней выборки ($n = 28$ экз.) или популяционной средней) ВОРЗ, 2000 г.

Таблица 6

Характеристика всех самок русского осетра волжской популяции по плодовитости

Показатель	Статистические параметры									
	$\bar{x} \pm S_x$	Колебания min-max	S	C, %	$r_L \pm m_r$	$r_W \pm m_r$	$r_F \pm m_r$	μ (95 %)		
L, см	130,07±1,94	106,00–145,00	10,24	7,87	–	0,55±0,16	-0,23±0,19	126,10–134,04		
l ₂ , см	89,10±0,65	81,97–95,28	3,45	3,87	0,13±0,19	0,20±0,19	0,01±0,20	87,77–90,44		
W, кг	16,99±11,16	9,80–40,70	5,90	34,75	0,55±0,16	–	0,61±0,16	14,71–19,28		
K _F	1,08±0,28	0,79–1,94	0,28	25,55	-0,23±0,19	0,61±0,16	–	0,28–1,19		
W(egg), кг	3,43±0,26	1,50–8,30	1,40	40,87	0,43±0,18	0,89±0,09	0,62±0,15	2,88–3,97		
q, шт/кг	47,25±0,97	36,00–59,00	5,15	10,89	-0,49±0,17	-0,21±0,19	0,24±0,19	45,26–49,24		
Q ₀ , тыс. шт/кг	9,20±0,56	5,60–14,80	2,98	32,41	-0,17±0,19	-0,02±0,20	0,13±0,19	8,05–10,36		
Q _p , тыс. шт/кг	161,36±12,5	69,00–365,20	66,37	41,13	0,27±0,19	0,80±0,12	0,69±0,14	135,64–187,07		
Q, %	19,89±0,81	11,95–28,60	4,27	21,48	0,02±0,20	0,11±0,19	0,13±0,19	18,23–21,54		
f, %	75,93±3,56	16,10–95,00	18,81	24,78	0,11±0,19	-0,01±0,20	-0,06±0,20	68,64–83,22		
Q _f , тыс. шт	124,31±11,4	23,20–259,50	60,45	48,63	0,27±0,19	0,63±0,15	0,53±0,17	100,89–147,73		

4. Оценка самок русского осетра по качеству половых продуктов, выживанию зародышей и размерно-весовым показателям личиной на выклев. Исследованы рыбоводно-биологические показатели самок, характеризующие качество их половых продуктов, зародышей и личинок на выклев.

Оценка по качеству половых продуктов. На живом материале проанализированы зрелые ооциты от 10 самок (IV–V партий получения икры) по 10–15 икринок от каждой самки. Результаты статистической обработки данных приведены в табл. 7.

Как видно из табл. 7, выборка по размеру небольшая ($n = 10$ экз.), но самки в нее попали методом случайного отбора и представляют две последние партии икры от озимого осетра, содержащегося в преднерестовом состоянии на приплотинном садковом комплексе. Выборка однородна по длине тела самок, что подтверждается коэффициентами изменчивости ($C, \%$) L , см (8,54 %) и l_2 , см (4,67 %) [Рокицкий, 1967].

Таблица 7

Основные показатели и статистические параметры самок озимого осетра ($n = 10$) и их зрелых ооцитов

Показатель	Статистические параметры							
	$\bar{x} \pm S_x$	Колебания		S	C, %	$r_L \pm m_r$	$r_W \pm m_r$	$\mu(95 \%, 99,9 \%)$
		min	max					
L, см	124,80±3,37	106,0	143,0	10,65	8,54	—	0,42±0,32	117,19–132,41
l_2 , см	85,95±1,32			4,18	4,67	–0,27±0,34	0,45±0,32	86,60–92,58
W, кг	14,88±1,20	9,80	21,20	3,82	25,70	0,42±0,32	—	12,14–17,61
K_F	1,07±0,08	0,80	1,80	0,27	25,01	–0,58±0,29	0,38±0,33	0,88–1,26
P(egg)	19,02±0,71	16,10	24,00	2,23	11,74	0,42±0,32	0,53±0,30	17,42–20,62
d(egg)	3,12±0,06	2,90	3,40	0,18	5,81	0,30±0,34	0,36±0,33	2,99±3,25
d(egg)	3,48±0,09	3,10	3,90	0,29	8,22	0,22±0,35	0,45±0,32	3,28–3,68

Стандартное отклонение или разброс данных (S) низкий и отражает также однородность биологического материала. Поэтому рассмотрение параметров для оценки самок по качеству половых продуктов, с нашей точки зрения, правомерно.

Ооциты озимого осетра имеют среднюю массу 19,02±0,71 мг с колебаниями в потомствах разных самок от 16 до 24 мг. Изменчивость этого показателя по самкам (11,74 %) при низкой зависимости от длины тела и средней зависимости от массы может быть селективным тест-показателем. Диаметр зрелых ооцитов отражает естественный разброс данных (C, % 5,81 и 8,22) и однородность самок по этому показателю.

Оценка самок по выживанию зародышей и размерно-весовым показателям личинок на выклев. Наблюдения за ходом зародышевого развития потомств 18 самок озимого осетра (III–IV–V партии) проведены на живом материале. Пробы икры по 100–150 шт. в чашке Петри в 2-кратной повторности брались на 35 стадии эмбрионального развития и под биноклем просматривались на предмет выявления количества морфологических аномалий (Ue) и нормально развивающихся эмбрионов. Длину (L_0) и массу (W_0) личинок определяли на выклев прижизненно. Результаты статистической обработки данных приведены в табл. 8.

**Основные показатели и статистические параметры зародышей
и личинок русского осетра (на выклеве)**

Показатель	Статистические параметры							
	$\bar{\chi} \pm S_{\bar{\chi}}$	Колебания		S	C, %	$r_L \pm m_r$	$r_W \pm m_r$	$\mu = 95 \%$
		min	max					
L, см	125,67±2,28	106,0	143,0	9,68	7,70	—	0,40±0,2	120,85–130,48
W, кг	14,68±0,72	9,80	21,20	3,05	20,81	0,40±0,23	—	13,16–16,20
K _F	1,04±0,06	0,80	1,80	0,24	23,38	-0,69±0,18	0,23±0,2	0,92–1,16
W ₀	17,83±0,42	15,0	20,30	1,79	10,05	0,34±0,24	0,09±0,2	16,94–18,72
L ₀	11,54±0,11	10,50	12,0	0,47	4,08	0,44±0,22	0,27±0,2	11,30–11,77
U _e	5,81±1,25	0,00	21,30	5,29	41,11	-0,18±0,25	-0,31±0,2	3,17–8,44
S, %	89,14±4,89	78,70	100,0	7,76	19,13	-0,28±0,23	-0,34±0,2	78,81–99,46

Как видно из табл. 8, рыбоводно-биологические показатели самок по развивающейся икре и личинкам на выклеве отражают высокую разнокачественность самок озимого осетра по массе (20,81 %), упитанности (23,38 %), по количеству морфологических аномалий (41,11 %) и нормально развивающихся зародышей на стадии 35 (19,13 %); отмечается слабая корреляция этих показателей с длиной и массой рыб.

Таким образом, морфобиологические особенности данной генерации самок русского осетра могут служить хорошим индикатором их биологических различий и могут быть использованы при оценке жизнеспособности популяции в целом.

Проблеме сохранения осетровых России в современный период придают в настоящее время серьезное внимание, считая основным источником формирования и поддержания запасов заводское воспроизводство [Баранникова, Никоноров, Белоусов, 2000]. Для этого рыбоводные заводы Нижней Волги должны быть готовы, по мнению авторов, к «поддержанию генетической гетерогенности формируемых популяций и их экологической структуры», к проведению мониторинга: учету, слежению и сохранению заготавливаемых для рыбоводных целей производителей осетровых рыб, мигрирующих в Волгу в разные сроки, при разном состоянии половых желез и относящихся к различным биологическим группам.

Анализ оценки качества природных производителей — самок русского осетра волжской популяции, отловленных в 1999–2000 гг. для рыбоводных целей, показал, что работа Волгоградского ОРЗ строится практически полностью на озимой биологической расе. Для ВОРЗ нерестовой кампании 2000 г. было заготовлено 91 экз. зрелых производителей, из них 98 % озимого и только 2 % ярового осетра. Из этого количества производителей икра была получена от 60 % проинъецированных самок и сперма от 30 % проинъецированных самцов. Поскольку на завод не было завезено ни одного самца ярового хода, икру самки яровой расы оплодотворили смесью спермы трех самцов озимого осетра.

Такое положение на ОРЗ не ново. Из года в год не хватает самцов яровой расы, отчего в настоящее время на осетровых рыбоводных заводах при искусственном оплодотворении икры сохранить чистоту биологических рас русского осетра не представляется возможным. К настоящему времени практически у производителей русского осетра заводского происхождения потеряна экологическая структура вида и чистота биологических рас. Вызывает тревогу низкий

репродуктивный потенциал самцов озимого осетра. Из шести проинъецированных самцов для второй партии сперму отдал только один самец, другой самец был взят из первой партии. Подобная ситуация повторилась в 2001 г.

Проведенные в 2000 г. исследования по оценке качества природных производителей (самок) русского осетра по продуктивности, качеству половых продуктов и жизнеспособности потомства в эмбриогенезе с использованием компьютерной программы «Осетр» и метод сравнительного анализа индивидуальных показателей по каждой самке как отклонение (%) от средней выборки по стаду ($n = 28$) позволил всех самок русского осетра по продуктивности разделить на 3 группы:

1. Высокопродуктивные самки, чьи показатели продуктивности выше 10 % отклонения от средней выборки со знаком «+»;

2. Продуктивные самки, чьи показатели продуктивности составляют ± 10 % от средней выборки;

3. Малопродуктивные самки, чьи показатели по продуктивности как отклонение от средней по стаду или популяционной средней были ниже 10 % со знаком «-».

Таким образом, 70 % самок русского осетра весенней нерестовой компании 2000 г. составили пополнение продуктивного ядра маточного стада, формируемого на Волгоградском ОРЗ с 1997 г. и только 30 % самок из природной популяции отнесены нами к малопродуктивным. Если по результатам повторного созревания, они будут повторены, то с нашей точки зрения, малопродуктивные самки должны быть переданы товарным рыболовным хозяйствам для производства деликатесной продукции — мяса (осетрины) и пищевой черной икры.

Метод отклонений (%) индивидуальных показателей самок русского осетра по продуктивности от средней по выборке, наряду с анализом и оценкой статистических параметров позволяет выявить тест-показатели отбора самок в маточные стада по их племенной ценности, к которым можно отнести:

- рабочую плодовитость — Q_p , тыс. шт.;
- относительную плодовитость — Q_o , тыс. шт./кг;
- генеративный индекс — Q , %;
- продуктивность самок по икре — $Q(\text{egg})$, г/кг;
- оплодотворяемость икры — f , %;
- выживаемость эмбрионов на ст. 35 — S , %;
- массу 1 ооцита — $P(\text{egg})$, мг;
- массу личинок на выклев — W_0 , мг.

Более детальное изучение характера распределений, отклонений от средней и значений статистических показателей самок осетра волжской популяции по продуктивности, качеству половых продуктов и жизнеспособности потомства в эмбриогенезе, их корреляции, и величины регрессии с показателями экстерьера самок позволит определить четкие критерии отбора самок по продуктивности в маточные стада разного целевого назначения: для искусственного воспроизводства и для производства мясной и икорной продукции.

Для более полной оценки качества природных самок русского осетра по продуктивности целесообразно, на наш взгляд, провести дальнейшие исследования по экспериментальному выращиванию опытной партии потомства от разных самок до стадии сеголетка в бассейнах ВОРЗа для получения сравнительных характеристик по темпу роста, приросту массы, здоровью и жизнеспособности на разных этапах выращивания (от личинок до сеголеток) с целью объективной оценки качества самок по рыболовно-биологическим показателям потомств при выращивании в сходных условиях среды.

Использование в работе компьютерной программы «Осетр-2000» и усовершенствование методики работы со зрелыми производителями с обязательной

оценкой и анализом рыбоводного качества зрелых самок позволит в перспективе значительно повысить эффективность пастбищного осетрового хозяйства России, а также сохранить и восстановить древнейшую реликтовую группу ныне живущих хрящекостных рыб, как осетровые.

Следует однако заметить, что при отсутствии финансирования работ по изучению возрастной структуры самок осетра, индивидуальная оценка качества зрелых самок была проведена нами без учета возраста пойманных рыб. Вместе с тем, этот этап работы чрезвычайно важен в биотехнологии искусственного разведения, поскольку известно, что все характеристики рыб подвержены, главным образом, возрастной изменчивости и целиком зависят от генотипа самки, возраста рыб, факторов окружающей среды и качества кормов.

На многих российских и зарубежных осетровых хозяйствах (фермах) уже созданы достаточно крупные маточные стада разных видов и разных возрастов осетровых рыб, но достоинство таких стад, на наш взгляд, должно состоять не в их количестве, а в качественной характеристике показателей племенной ценности каждого производителя, закрепленных их генотипом. Например, накопленный нами опыт в результате многолетних селекционно-генетических исследований с формируемыми племенными стадами бестера — межвидового гибрида между белугой и стерлядью — на протяжении четырех поколений позволил создать три продуктивные породы бестера — «Бурцевская», «Аксайская», «Внировская», занесенные в Государственный реестр селекционных достижений в 2000 г. как первые породы в осетроводстве [Бурцев и др., 2002], характеризующиеся своими породными рыбоводно-биологическими показателями, закрепленными их генотипами.

Заключение

Для повышения эффективности работы осетровых рыбоводных заводов Нижней Волги целесообразно следующее:

- ежегодно осенью проводить бонитировку производителей как отловленных из природных популяций, так и из собственного маточного стада, с использованием экспресс-метода щуповых проб для оценки стадии зрелости самок и самцов. Это позволит к нерестовой весенней кампании своевременно отобрать зрелых самок и самцов на IV стадии зрелости, сэкономить деньги на приобретение гормональных препаратов, а также сэкономить трудозатраты при работе с производителями, что исключит диагноз «не ответили на инъекцию». От грамотно проведенной осенней бонитировки зависит прогноз получения икры в весеннюю нерестовую кампанию. Важным этапом в работе со зрелыми самками осетровых является определение их готовности к нересту. Широко используются два теста для экспресс-диагностики степени зрелости самок: штучная масса зрелой икринки и показатель поляризации ядра [Игумнова, Крылова, 2005]. Для самок русского осетра, готовых к нересту, штучная масса зрелой яйцеклетки составляет (16,0) 17–24 мг. При этом определение штучной массы икринки является более простым в использовании. Для каждого вида осетровых своя индивидуальная штучная масса зрелого ооцита. Общим для всех осетровых является показатель поляризации ядра (ПП). Он, как правило, составляет 0,07 или 7 %, если 8–9 %, то рыбу надо выдержать при нерестовой температуре еще в течение 3–4-х суток для перехода гонад в IV завершающую стадию зрелости.

- ежегодно по результатам получения икры проводить оценку качества самок осетровых рыб (русского осетра, белуги, стерляди) методом анализа статистических параметров и методом отклонения от средней выборки, что исключит формирование стад из малопродуктивных особей, позволит дать оценку

качества зрелых самок по их рыбоводно-биологическим характеристикам, показателям продуктивности, качеству половых продуктов и жизнеспособности потомства, выявить наследственно обусловленные (генотипические) признаки как тест-показатели отбора лучших самок в племенное стадо;

- формировать на каждом ОРЗ компьютерный банк данных по генетическим паспортам каждого производителя маточного стада и каталог племенных производителей отдельно по самкам и самцам.

Определенные нами показатели, отражающие рыбоводно-биологические характеристики самок, рекомендуется использовать для усовершенствования методики формирования продуктивных маточных стад, управления прогнозированием получения икры и повышения эффективности работ ОРЗ по выпуску жизнестойкой молоди для пополнения численности осетровых в Волго-Каспийском бассейне, как ценных водных биологических ресурсов. Данный методический подход в равной степени относится и к оценке самок, выращенных от икры природных производителей, а также самок повторно созревших на ОРЗ.

Выводы

1. Выявлена высокая индивидуальная биологическая разнокачественность самок русского осетра из природной волжской популяции, отбираемых в маточные стада, по показателям экстерьера, качеству половых продуктов, продуктивности и жизнеспособности потомства в эмбриогенезе.

2. Продуктивность самок озимого и ярового осетра определяется такими показателями, как плодовитость рабочая (Q_p) и относительная (Q_o), показатель генеративного индекса ($Q, \%$), индекс продуктивности самок по икре ($Q(\text{egg}), \text{г/кг}$), процент оплодотворения икры ($f, \%$), выход (выживаемость) личинок на выклеве ($S, \%$), масса 1 ооцита ($P(\text{egg}), \text{мг}$) и масса личинок на выклеве ($W_0, \text{мг}$).

3. Анализ статистических параметров рыбоводно-биологических показателей выявил высокую индивидуальную изменчивость самок по массе тела (34,75 %), упитанности (25,55 %), весу икры (40,87 %), относительной (32,41 %) и рабочей плодовитости (41,13 %), по генеративному индексу (21,48 %), индексу продуктивности самок по икре (22,17%), проценту оплодотворения икры (24,75%) и количеству оплодотворенной икры (48,63 %), что является ценным исходным материалом для селекции (отбора) продуктивных самок в маточное стадо и составления каталога племенных производителей (самок и самцов) русского осетра на Волгоградском осетровом рыбоводном заводе (ВОРЗ).

4. Оценка самок по продуктивности методом отклонений (%) от средней выборки по стаду ($n = 28$ шт.) позволила разделить всех самок по их племенной ценности на 3 группы:

- высокопродуктивных (39,3 %);
- продуктивных (32,1 %);
- малопродуктивных самок (28,6 %).

5. Индивидуальное и серийное мечение самок и самцов, проводимое на Волгоградском ОРЗ с 1997 г., позволяет проводить мониторинг за качеством производителей при их последующих созреваниях и качеством их потомства, а также прогнозировать выпуск жизнестойкой молоди крупных размеров для пастбищной аквакультуры.

6. Формирование электронного (компьютерного) банка данных по стаду производителей русского осетра, получению и инкубации икры и оценка качества зрелых производителей на каждом ОРЗ позволит сформировать структуру высокопродуктивных разновозрастных производителей и определить оптимальные размеры стада и его пополнения по паспортным данным производителя.

7. По результатам оценки качества самок русского осетра волжской популяции не выявлено различий по характеристикам рыбоводно-биологических показателей между самками озимого и ярового хода.

ЛИТЕРАТУРА

Баранникова И.А., Никоноров С.И., Белоусов А.Н. 2000. Проблема сохранения осетровых России в современный период // Осетровые на рубеже XXI века. Международная конференция. Тезисы докладов. Астрахань. — С. 7–8.

Богерук А.К., Крылова В.Д. 2002. Методы оценки качества производителей осетровых рыб с помощью компьютерной программы «Осетр-2» // Генетика, селекция и воспроизводство. Доклады Первой Всероссийской конференции по генетике, селекции и воспроизводству рыб. — СПб. — С. 71–72.

Богерук А.К., Крылова В.Д., Шубин Ю.А. 2003. Программный комплекс по оценке статистических параметров. Породы и одомашненные формы рыб России // Международный симпозиум «Холодноводная аквакультура; старт в XXI век». Материалы симпозиума, СПб. — С. 224–225.

Бурцев И.А., Николаев А.И. 1999. Методы формирования и эксплуатации маточных стад осетровых в условиях ОРЗ для целей воспроизводства и пастбищной марикультуры // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Материалы докладов 2-го Международного симпозиума. — Адлер. — С. 20–21.

Бурцев И.А., Николаев А.И., Крылова В.Д., Филиппова О.П., Сафронов А.С. 2002. Первые породы осетровых рыб, созданные на основе межродового гибрида белуги со стерлядью — бестера // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития. Материалы Международной научно-практической конференции (п. Рыбное, 3–6 сентября 2002 г.). — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 146–250.

Игумнова Л.В., Крылова В.Д. 2005. Методы экспресс-диагностики степени зрелости гонад у самок русского осетра // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. Сб. научных трудов ГНУ ВНИИР и РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Т. 3. — М. — С. 177–181.

Крылова В.Д., Козовкова Н.А. 2005. Применение методов гормональной стимуляции производителей осетровых рыб в аквакультуре // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. Сборник научных трудов ГНУ ВНИИР и РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. — М. — С. 169–177.

Крылова В.Д., Николаев А.И., Шубин Ю.А. 2005. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005612201 «Информационно-статистическая программа Осетр-2000». Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 26 августа 2005 г. Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам ФСИСПТ.

Марти Ю.Ю. 1964. Использование метода отклонение при оценке пополнения запасов осетровых. Тр. ВНИРО. Т. 54. № 2. — М. — С. 42–54.

Рокицкий П.Ф. 1967. Биологическая статистика. Минск. Высшая школа. — 326 с.

Рябова Г.Д., Климонов В.О., Шишанова Е.И. 2008. Генетическая изменчивость в природных популяциях и доместичированных стадах осетровых рыб России. Атлас аллозимов. — М.: Россельхозакадемия. — 94 с.

Сафронов А.С. 2003. Оценка качества производителей осетровых рыб на примере бестера, русского, сибирского осетров и гибрида между ними как объектов разведения и селекции в аквакультуре. // Автореферат. канд. диссерт. — М.: ВНИРО. — 24 с.

Сафронов А.С., Крылова В.Д. 2004. О методическом подходе и принципах формирования продуктивных маточных стад осетровых рыб в аквакультуре // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы докладов четвертой Международной научно-практической конференции, Астрахань. — С. 74–80.

Соколов Л.И., Кашин С.М. 1965. Сравнительный анализ некоторых морфобиологических показателей у популяции сибирского осетра в различных водоемах // Вестник МГУ. Серия биологии и почвоведения. № 3. М. — С. 13–18.

Снедекор Дж. У. 1961. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. — М.: Сельхозгиз. — 301 с.

Ходоревская Р.П., Рубан Г.И., Павлов Д.С. 2007. Поведение, миграции, распределение и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. — М.: Товарищество научных изданий КМК. — 241 с.

УДК: 639.371:639.3

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОСАДКИ И СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА НА РОСТ МОЛОДИ КЕТЫ

Е.В. Тарасюк, С.Н. Тарасюк

ВНИРО, Москва, eltarasyuk@yandex.ru

INFLUENCE OF STOCKING DENSITY AND OXYGEN CONTENT ON GROWTH OF CHUM SALMON JUVENILES

E.V. Tarasyuk, S.N. Tarasyuk

VNIRO, Moscow, eltarasyuk@yandex.ru

Объемы искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России в последние годы составляют около 700 млн экз. в год, причем, более 50 % от общего выпуска молоди приходится на кету [Итоги..., 2007]. Эффективность работы рыбоводных заводов, воспроизводящих кету, существенно различается в зависимости от их географического положения и уровня применяемой биотехники, от очень низкой — в Магаданской области [Смирнов и др., 2006], до очень высокой — на большей части ЛРЗ Сахалинской области [Каев, Игнатъев, 2007]. В значительной степени положительные результаты работы ЛРЗ проявились после их масштабной реконструкции, выполненной в 1990-е годы, когда были внесены коррективы в биотехнику разведения и системы водоснабжения заводов. На большей части эффективно работающих ЛРЗ пресноводное подращивание мальков кеты стало осуществляться до получения навески в 1,0 г и более. Выпуск крупной подрощенной молоди, а также его синхронизация с ходом природных процессов в прибрежье, обеспечивающая попадание молоди в благоприятные условия для откорма, приводит к увеличению коэффициентов промыслового возврата [Кобаяси, 1988; Кляшторин, Смирнов, 1992; Смирнов и др., 2006].

Одной из причин низкой эффективности работы некоторых ЛРЗ является дефицит грунтовых вод и неблагоприятное влияние связанных с ним факторов — низкой обеспеченности молоди кислородом, проявляющейся в наибольшей степени при высокой плотности посадки молоди. Инструкцией по искусственному разведению тихоокеанских лососей при длительном кормлении рекомендована плотность посадки 10 тыс. шт/м² [Смирнов, 1963]. Временными биотехническими нормативами по разведению кеты максимальная допустимая плотность посадки молоди при подращивании до навески 1,0 г установлена равной 8,0 тыс. шт/м² [Приказ..., 1999]. Однако, даже при соблюдении указанных плотностей на ЛРЗ, в случае недостаточной интенсивности водообмена и ухудшения некоторых физических и химических показателей воды (темпера-

тура, концентрация растворенного кислорода) может происходить гипоксия молоди, негативно влияющая на скорость роста и качество молоди.

Известно, что по мере увеличения концентрации рыбы возрастает ее потребность в кислороде, в свою очередь, потребление кислорода увеличивается с возрастанием температуры и понижается одновременно с ростом молоди [Винберг, 1956; Ивлев, 1977; Канидьев, 1984]. Переуплотнение может вызывать задержку роста у лососей. Поэтому, одним из критериев соответствия плотности посадки молоди лососей ее потребностям в кислороде является темп роста [Канидьев, 1984; Лавровский, 1981; Линник, 1988]. Между тем, опубликованные работы о влиянии плотности посадки на темп роста молоди кеты крайне немногочисленны и противоречивы. В частности, Н.Б. Хоревиной [1988] наибольший темп роста выявлен у молоди кеты, подращиваемой при плотности 20 тыс. шт/м². Нашими исследованиями было установлено, что плотность посадки более 40 тыс. шт/м³ при температурах от 4,2 до 13,6 °С оказывает отрицательное влияние на темп роста [Тарасюк, Кушнарева, 1998]. Благоприятное влияние на темп роста молоди кеты разреженной плотности (8 тыс. шт/м²) при низких значениях температуры (менее 1,5 °С) было отмечено Хованским [2006].

Целью настоящей работы является изучение влияния плотности посадки молоди кеты на темп ее роста при разных значениях температуры, а также концентрации кислорода и анализ существующих биотехнических нормативов и их соответствия критерию обеспечения максимальной скорости роста.

Материал и методика

В основу работы положены материалы экспериментальных работ по подращиванию молоди кеты, которые были проведены в 1988–2002 гг. на ЛРЗ «Залом», а также на Охотском, Соколовском, Ясноморском рыбоводных заводах, расположенных в южной части о-ва Сахалин. Подращивание молоди кеты осуществлялось при переменных значениях температуры, что обеспечивалось ее естественной сезонной динамикой, среднесуточные значения температур в целом за период подращивания варьировали в различных вариантах в диапазоне от 3,6 до 9,4 °С.

При подращивании в условиях цехов (ЛРЗ «Залом») использовали производственные рыбоводные каналы (площадью 38 м² каждый) с уровнем воды в них 0,18–0,20 (реже — 0,50) м. На других ЛРЗ (Охотском, Соколовском, Ясноморском) использовали садки площадью 1 м², уровень воды в которых составлял 0,20–0,31 м. Плотность посадки молоди кеты в экспериментальных вариантах была искусственно задана в интервале от 10 до 75 тыс. шт. в 1 м³ (от 5 до 25 тыс. шт. под 1 м²). Кормление производилось, начиная с возраста от 456 до 526 сут б.в., что по нашим данным соответствует оптимальному диапазону для начала кормления.

В качестве кормов использовали гранулированный корм японского производства, были приняты относительные суточные рационы от 2,2 до 3,0 % от массы тела, которые корректировались в сторону увеличения по мере роста молоди. Концентрацию кислорода измеряли с помощью рыбоводного оксиметра японского производства на входе и выходе рыбоводных каналов, а при подращивании в садке — в его средней части. Расход воды на один рыбоводный канал варьировал от 100 до 200 л/мин, его увеличивали по мере возрастания массы тела молоди и с учетом плотности посадки, а в конце подращивания он составлял во всех вариантах около 200 л/мин.

Пробы на биологический анализ отбирали один раз в пятидневку, всего отобрано на биологический анализ 106 проб, включающие в себя 5300 шт. мо-

лоди кеты. Даты проведения экспериментальных работ и объем собранного материала по каждому из вариантов представлены в табл. 1.

Удельные приросты молоди рассчитывали по формуле:

$$C_w = \frac{\ln W_j - \ln W_i}{D_j - D_i} \cdot 100\%,$$

где D_i и D_j — длительность развития на i -е и j -е календарные сутки развития; W_i и W_j — средняя масса тела особей на i -е и j -е календарные сутки развития.

В качестве меры времени использовали биологический возраст [Тарасюк, Тарасюк, 1989, 2007]. Количественная оценка биологического возраста кеты производилась в соответствии с методом масштабных характеристик.

Потребление молодью кислорода Q (мг кислорода/г массы рыбы в час) в зависимости от ее массы и температуры воды рассчитывали по уравнению, предложенному Винбергом [1956] для лососевых рыб, выращиваемых при 20 °С: $Q = 0,712 \cdot W^{0,76}$ с соответствующими температурными поправками, указанными для диапазона от 5 до 30 °С и рыбы массой 1 г. Для температур ниже 5 °С примерные значения температурных поправок рассчитали в соответствии с трендом кривой, построенной по данным таблицы поправок.

Расход кислорода на дыхание молодью общей массой 1 кг Q' в (мг кислорода/кг массы рыбы в час) рассчитывали по уравнению:

$$Q' = \frac{Q \cdot 1000}{k \cdot W},$$

где k — температурная поправка, W — масса тела рыбы, г.

Балансовое уравнение для проточных бассейнов, учитывающее траты кислорода на окисление органических веществ [Лавровский, 1981; Канидьев, 1984] использовали в виде:

$$B = \frac{n \cdot (O_2'' - O_2') \cdot 1000 \cdot 90}{Q' \cdot 1000},$$

где B — общая масса рыбы в 1 м³ рыбоводного канала, кг; n — кратность смены воды в канале за 1 час; O_2'' и O_2' — концентрация кислорода, соответственно, на вытоке и втоке канала, в мг/л; Q' — расход кислорода на дыхание рыбами общей массой 1 кг (мг кислорода/кг массы рыбы в час).

Кратность смены воды в канале определяли по уравнению:

$$n = \frac{R \cdot 60}{V},$$

где R — расход воды в канале, л /мин; V — объем воды в канале, л.

Результаты и обсуждение

Темп роста личинок и мальков при различной плотности посадки и содержании кислорода. Удельные приросты молоди кеты варьировали по вариантам в пределах от 0,99 до 3,73 % в сутки (табл. 2). Максимальные приросты наблюдались при плотности посадки 26 тыс. шт/м³ и температуре 9,4 °С, а минимальные — при плотности 50 тыс. шт/м³ и температуре 3,6 °С. Поскольку на скорость роста, кроме плотности посадки, оказывают влияние и другие факторы среды, мы попытались вычленить влияние этих факторов.

Как известно, одним из основных факторов, определяющих скорость роста рыб является температура [Хоар и др., 1983; Смирнов, 1975; Канидьев, 1984 и др.]. Связь потенциально возможной способности роста кеты с температурой, как следует из графика [Wetherley, Gill, 1995 — взято: Леман, Чебанова, 2002], близка к прямо пропорциональной (рис. 1,А). Нанеся на гра-

Таблица 1

Объем биологического материала, собранного в ходе экспериментального подращивания молодых кеты в 1988–2002 гг.

ЛРЗ	Дата оплодотворения	Дата выпуска	Дата начала кормления	Плотность посадки, тыс. шт./м ³	Уровень воды, м	Количество проб, шт.	Общий объем проб, экз.
Охотский	17.09.87	27.05.88	15.03.88	50	0,20	10	500
Соколовский	03.10.88	31.05.89	21.04.89	50	0,20	4	200
Залом	28.10.93	12.06.94	17.04.94	30	0,50	8	400
Залом	28.10.93	12.06.94	17.04.94	28	0,50	8	400
Залом	28.10.93	12.06.94	17.04.94	15	0,50	8	400
Залом	28.10.93	12.06.94	17.04.94	10	0,50	7	350
Залом	28.10.93	12.06.94	17.04.94	30	0,18	8	400
Залом	13.10.94	30.05.95	24.03.95	42	0,20	8	400
Залом	13.10.96	18.05.97	14.03.97	45	0,20	8	400
Залом	06.10.96	14.05.97	07.03.97	55	0,20	8	400
Залом	03.10.96	13.05.97	07.03.97	66	0,20	7	350
Залом	10.10.96	14.05.97	07.03.97	75	0,20	7	350
Залом	25.09.96	04.05.97	14.02.97	72	0,20	6	300
Ясноморский	06.09.01	26.05.02	23.04.02	26	0,31	5	250
Ясноморский	15.09.01	12.06.02	13.05.02	26	0,31	4	200

Условия подращивания и показатели роста молоди кеты при различных плотностях посадки (* — садок)

Продолжительность подращивания, сутки ($D_j - D_i$)	Концентрация кислорода в конце подращивания, мг/л		Плотность посадки, тыс. шт./м ³ P	Средняя температура при подращивании, °С T	Средняя масса тела, мг		Удельные приросты, %/сут $C_{\text{ш}}$
	на входе O_2'	на выходе O_2''			на начало подращивания, W_i	на конец подращивания W_j	
67		н.д.*	50	6,4	373,0	1201,4	1,75
34		н.д.*	50	3,6	399,3	559,4	0,99
35	11,0	8,5	30	5,0	494,4	909,8	1,74
35	11,0	8,5	30	5,0	494,4	938,0	1,83
35	11,0	9,7	15	5,0	494,4	1024,2	2,08
35	11,0	10,1	10	5,0	494,4	1021,8	2,07
35	11,0	8,3	30	5,0	494,4	1035,0	2,11
31	10,1	6,5	42	5,2	626,1	936,8	1,30
70	9,5	4,5	45	5,5	356,1	1084,5	1,59
66	9,5	4,3	55	5,8	390,7	1069,7	1,52
54	9,5	3,4	66	5,6	441,1	954,5	1,17
67	9,5	3,3	75	5,6	433,3	847,4	1,00
45	9,5	3,4	72	5,7	580,5	954,1	1,10
32		7,3*	26	6,8	349,3	860,4	2,82
29		7,4*	26	9,4	358,2	1057,2	3,73

фик данные наших наблюдений, мы убедились, что в пяти случаях из пятнадцати молодью кеты была достигнута скорость роста, близкая к потенциально возможной — при 5,0 °С (в трех случаях), а также при 6,8 и 9,4 °С. Скорость роста при этом, в соответствии с увеличением температуры, возрастала от 2,1 до 3,7 % в сутки. Плотность посадки в этих вариантах была минимальной и составляла от 10 до 30 тыс. шт/м³. Напротив, в трёх случаях скорость роста молоди значительно уступала потенциально возможной — при температуре 5,6–5,7 °С она составляла около 1,0–1,2 % в сутки, что соответствует 40–50 % от потенциально возможной, и была отмечена при максимальных плотностях посадки — от 66 до 72 тыс. шт/м³.

Выразив скорость роста молоди кеты в разных вариантах подращивания через ее долю от потенциально возможной, выраженную в процентах, и тем самым нивелируя влияние температуры, построили график относительной скорости роста в зависимости от плотности посадки (рис. 1,Б). Оказалось, что между относительной скоростью роста и плотностью посадки существует нелинейная связь, которую можно с высокой степенью детерминации описать S-образной кривой. При этом, точки, соответствующие данным по подращиванию молоди как в рыбоводных каналах (в производственных условиях), так и в садках (в экспериментальных условиях), закономерно располагались вблизи графика аппроксимирующей эти данные кривой.

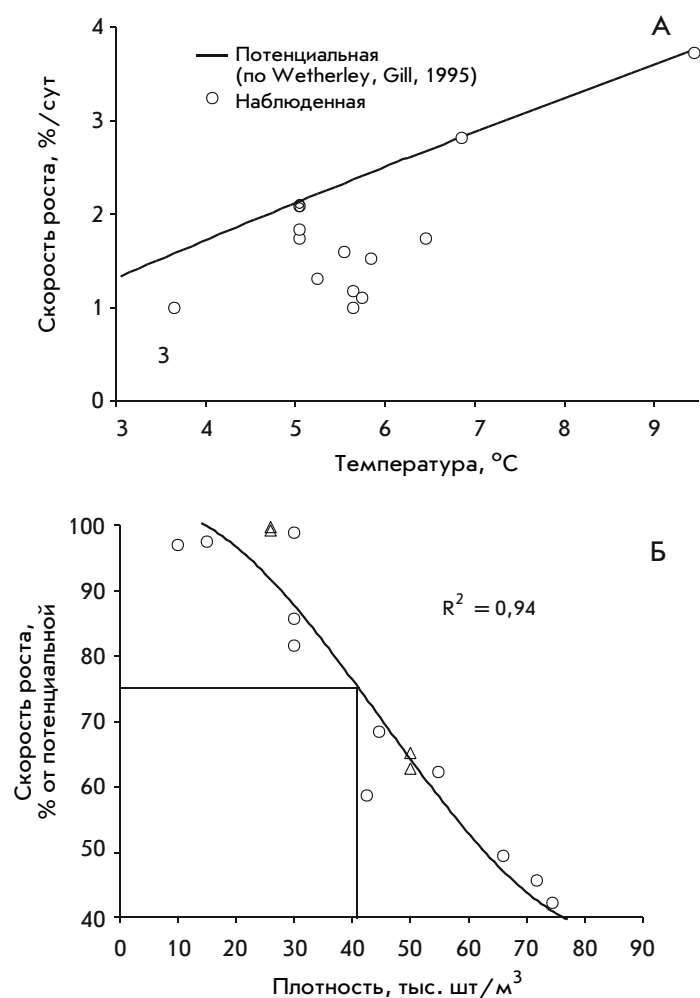


Рис. 1. Изменение скорости роста: суточной — в зависимости от температуры (А); относительной (в процентах к потенциальной) — в зависимости от плотности (Б) (треугольниками обозначены данные по скорости роста молоди кеты в садках)

По мере возрастания плотности посадки до 10 тыс. шт/м³ приросты начинали снижаться, сначала постепенно, а затем, по достижению плотности 20 тыс. шт/м³ — все более резко. В интервале значений плотности посадки от 30 до 60 тыс. шт/м³ скорость снижения темпа роста была примерно одинакова, после чего она несколько замедлялась. Можно полагать, что снижение скорости роста при увеличении плотности посадки молоди кеты связано с проявлением гипоксии. На графике изменения относительной скорости роста в зависимости от концентрации кислорода рыбоводных каналов видно, что рост был тем выше, чем выше была концентрация кислорода на вытоке канала (рис. 2).

Как известно, при выращивании молоди лососей концентрация кислорода не должна снижаться далее определенного уровня, за которым наступает снижение обмена веществ. Таким критическим уровнем считается концентрация

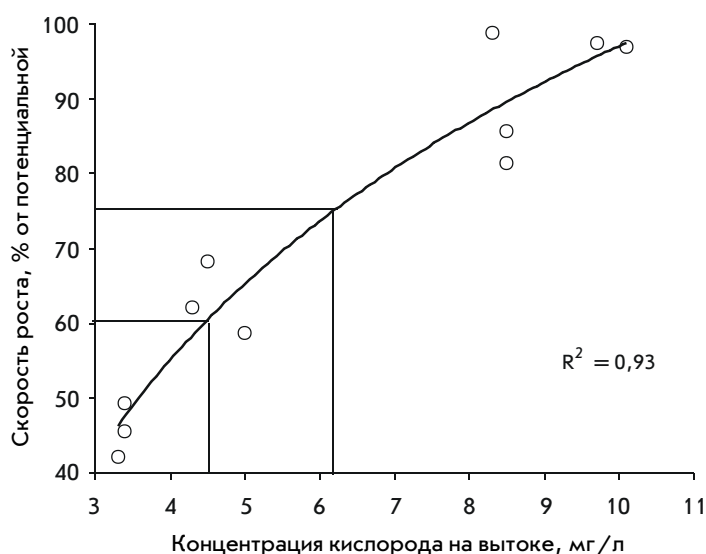


Рис. 2. Изменение относительной (в процентах к потенциальной) скорости роста в зависимости от концентрации кислорода на вытоке рыбоводных каналов

6–7 мг/л, ниже которого тормозятся потенциальные возможности роста [Канидьеv, 1984], а при концентрации 5 мг/л у молоди кеты наблюдается снижение интенсивности дыхания [Леванидов, 1969]. Как следует из наших данных, при концентрации кислорода на вытоке канала 8 мг/л и более относительная скорость роста составляла 80–100 % от потенциальной, в то время как при концентрации 5 мг/л и менее она составляла только 40–70 %.

При исследовании влияния интенсивности водообмена и плотности посадки на скорость роста радужной форели А.В. Линником

[1988] было предложено в качестве нижней границы кислородного режима и плотности посадки считать такой уровень водообмена, при котором темп роста составляет не менее 75 % от максимального. В соответствии с нашими данными (см. рис. 1Б, 2), такая скорость роста наблюдается при плотности посадки менее 40 тыс. шт/м³ (или 8 тыс. шт/м²) и концентрации кислорода на вытоке канала более 6 мг/л.

Темп роста и продолжительность подращивания. Скорость роста определяет продолжительность периода подращивания. На рис. 3 приведены графики, демонстрирующие темп роста молоди кеты, реализующий более 75% потенциально возможной скорости роста в условиях оптимальной плотности посадки (менее 40 тыс. шт/м³).

Молодь достигает массы тела 1 г к возрасту 680 сут б.в., длина тела к этому времени составляет около 47 мм. Рост массы тела лучше описывается экспоненциальной функцией, а длины — уравнением прямой. Поскольку биологический возраст стандартизирует рост к одной температуре, то ее влияние в данном случае не проявляется. Длительность подращивания в единицах биологического возраста при разных температурах до достижения навески 1 г составляет около 180 сут б.в. (680 – 500 = 180).

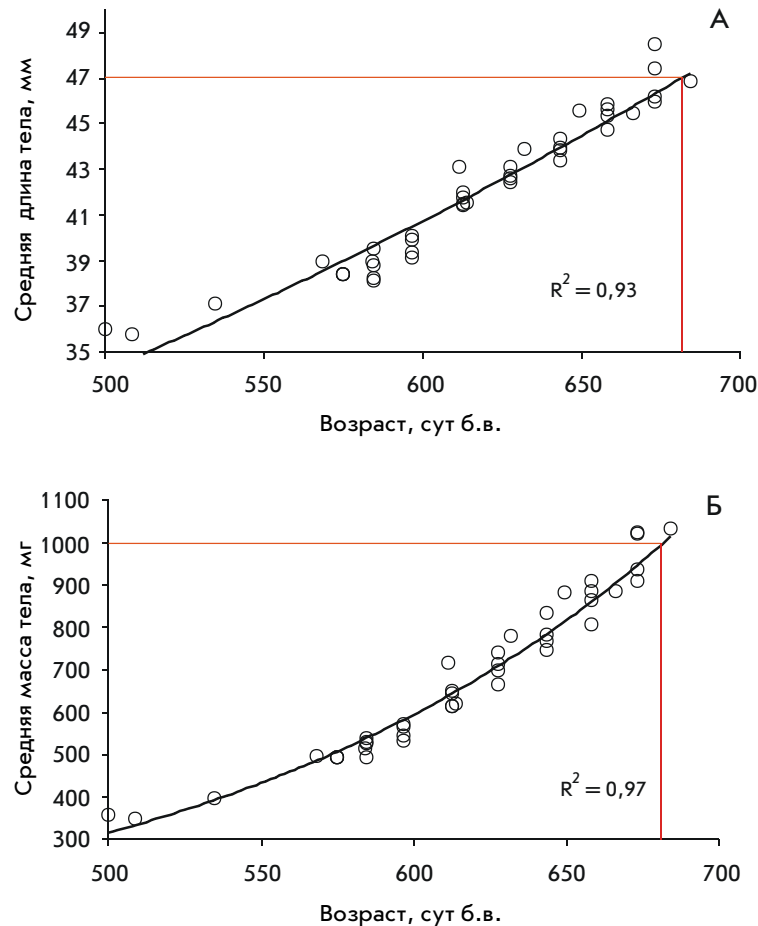


Рис. 3. Динамика средней длины (А) и массы (Б) тела личинок и мальков кеты в процессе их выдерживания при плотностях посадки менее 40 тыс. шт/м³

В единицах календарного времени длительность подращивания до навески 1 г будет существенно зависеть от температуры, уменьшаясь по мере ее возрастания. Если исходить из критерия 75 % скорости роста молоди от потенциальной, то воспользовавшись формулой для расчета удельных приростов молоди и зависимостью потенциальной скорости роста от температуры можно рассчитать примерную продолжительность периода подращивания молоди кеты при той или иной температуре. Например, при 3 °С потенциальная скорость роста составляет 1,3 % в сут, а 75 % от нее — 0,975 % в сут. При подращивании молоди кеты, начиная с навески 375 мг до 1000 мг продолжительность подращивания равна:

$$(D_j - D_i) = \frac{(\ln W_j - \ln W_i) \cdot 100}{C_W} = \frac{0,9809 \cdot 100}{0,9975} = 98,3 \text{ сут.}$$

Аналогичным образом рассчитанная длительность для других температур составляет: при 5 °С — 60, при 7 °С — 44, а при 10 °С — 33 сут. Расчетные значения длительности подращивания подтверждаются также результатами, полученными в экстремальных температурных условиях. Так, при очень низких температурах (1,5–0,6 °С) даже длительное подращивание в течение 3,5 мес позволило получить навеску молоди лишь около 0,5 г [Хованский, 2006]. Напротив, при очень высоких температурах (14–15 °С) экспериментальное подращивание молоди кеты до массы 0,9 г длилось всего 20 дней [Строганов и др.,

2006]. Применяя упомянутое уравнение, получаем, что до навески 1 г при таких температурах молодь нужно было бы подрачивать, в первом случае — 187 сут, а во втором — 24 сут.

Очевидно, что чем меньше период эффективного подрачивания, тем больше будет экономия ЛРЗ за счет уменьшения расхода кормов. Это также увеличит возможности управления длительностью биотехнических циклов воспроизводства с целью синхронизировать выпуск рыбоводной продукции со сроками наступления наиболее благоприятных кормовых условий в прибрежье, и тем самым увеличить коэффициенты возврата кеты.

Расход количества воды, необходимой для подрачивания молоди кеты. Для реализации молодью кеты не менее 75 % от своего потенциала роста, по всей видимости, потребуются внесение изменений в биотехнические нормативы в части критической концентрации кислорода. Это, в свою очередь, сопряжено с одновременным внесением изменений в биотехнические нормативы в части тесно связанных с этой величиной минимальных расходов воды в зависимости от ее насыщения кислородом и температуры.

Расход воды может быть рассчитан по уравнению баланса кислорода при заданных постоянных значениях минимальной концентрации кислорода и плотности посадки, где в качестве переменных величин выступают концентрация кислорода на входе в рыбоводный канал (бассейн) и температура воды. Мы рассчитали нормы расхода воды для рыбоводного канала площадью 38 м² при уровне воды в нем 20 см (табл. 3) при плотности посадки 8 тыс. шт/м² и минимальной концентрации кислорода на выходе 6 мг/л. Способ расчета по балансовому уравнению для форели подробно изложен В.В. Лавровским [1981], тем не менее, учитывая особенности выполнения расчетов в нашем случае, приведем в качестве примера один из таких расчетов для определения минимального расхода воды при концентрации кислорода 13,5 мг/л и температуре 5 °С.

Расходная часть баланса выглядит следующим образом. Потребление кислорода одной особью кеты массой 1 г за 1 час при температуре 20 °С составляет 0,712 мг/л [Винберг, 1956; Канидзев, 1984]. При 5 °С с учетом температурной поправки, равной 5,19 [Винберг, 1956], потребление кислорода уменьшается до 0,1372 мг/л. Из расчета на 1 кг массы молоди потребление кислорода молодью кеты составляет 137,2 мг/л в час. Общая биомасса рыбы *B* в объеме воды 1 м³ с учетом заданной плотности 8 тыс. шт/м² составляет 40,0 кг. Следовательно, балансовое уравнение сводится к виду:

$$40 = \frac{90 \cdot R \cdot 60 \cdot (13,5 - 6,0) \cdot 1000}{38 \cdot 0,2 \cdot 1000 \cdot 100 \cdot 137,2},$$

откуда необходимый расход воды (*R*) равен 103 л/мин. В расчете на 1 млн шт. рыбоводной продукции он составит 5,6 л/с.

Аналогичным образом провели расчеты для различных температур и при разной концентрации растворенного в воде кислорода в диапазоне от 3 до 15 °С (табл. 3). При этом, при выборе диапазона значений, максимальную концентрацию кислорода выбрали, исходя из максимального значения 13,5 мг/л, соответствующего 100 % насыщению при температуре 3,0 °С [Справочник..., 1971]. Минимальное значение концентрации 7,0 мг/л было выбрано, как значение, соответствующее 50–60 % от предельной величины насыщения воды кислородом, которое определяется как минимально допустимое [Смирнов, 1963]. Диапазон температур выбран в пределах обычно наблюдаемых на ЛРЗ значений (от 3 до 10 °С), расширенный до 15 °С с учетом опубликованных в печати положительных результатов подрачивания при таких температурах [Строганов и др., 2006].

Таблица 3

Минимальный расход воды (л/с) в расчете на 1 млн шт. рыбоводной продукции при подращивании молоди кеты до навески 1 г в зависимости от начальной концентрации растворенного в воде кислорода и её температуры при условии минимальной концентрации кислорода на выгоке 6,0 мг/л

Кислород, мг/л	Температура, °С													
	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	
13,5	4,6	5,2	5,6	6,5	7,4	8,4	9,6	11,0	12,2	13,6	15,1	16,9	18,7	
13,0	4,9	5,5	6,1	6,9	7,9	9	10,3	11,8	13,1	14,6	16,2	18,1	20,0	
12,5	5,3	5,9	6,5	7,5	8,5	9,8	11,1	12,7	14,1	15,7	17,4	19,5	21,5	
12,0	5,8	6,4	7,1	8,1	9,2	10,5	12,1	13,8	15,3	17,0	18,9	21,1	23,4	
11,5	6,2	7,0	7,7	8,8	10,1	11,5	13,2	15,0	16,7	18,5	20,6	23,0	25,5	
11,0	6,9	7,7	8,5	9,7	11,1	12,7	14,5	16,5	18,4	20,4	22,7	25,3	28,0	
10,5	7,7	8,6	9,4	10,7	12,3	14,0	16,1	18,3	20,4	22,6	25,2	28,1	31,1	
10,0	8,6	9,6	10,6	12,1	13,8	15,8	18,0	20,6	22,9	25,4	28,3	31,6	35,0	
9,5	9,8	11,0	12,1	13,8	15,8	18,1	20,6	23,5	26,2	29,1	32,4	36,1	40,0	
9,0	11,5	12,8	14,1	16,1	18,4	21,1	24,1	27,5	30,5	33,9	37,8	42,1	46,7	
8,5	13,8	15,4	16,9	19,4	22,1	25,3	28,8	32,9	36,7	40,8	45,3	50,5	56,0	
8,0	17,2	19,2	21,2	24,2	27,6	31,6	36,1	41,2	45,8	50,9	56,7	63,2	70,0	
7,5	22,9	25,7	28,2	32,2	36,8	42,1	48,1	54,9	61,1	67,9	75,5	84,2	93,4	
7,0	34,4	38,5	42,4	48,3	55,3	63,2	72,1	82,3	91,7	101,8	113,3	126,4	140,1	

Инструкцией по разведению тихоокеанских лососей расходы воды рекомендуются не менее 1,5–2,0 л/с на 1 млн шт. молоди кеты [Смирнов, 1963], а существующими нормативами – от 8 до 15 л/с [Приказ..., 1999]. Как показали расчеты по балансовому уравнению, для получения 1 млн шт. рыболовной продукции с высоким темпом роста, расходы воды варьируют значительно и превышают нормативные значения. При концентрации кислорода 13,5 мг/л они составляют: 4,6 л при температуре 3 °С и 18,7 л при температуре 15 °С. При снижении насыщения кислорода до 7 мг/л потребность в расходе воды резко возрастает, варьируя от 34,4 л при 3 °С до 140,1 л при 15 °С.

Столь значительное возрастание необходимого для эффективного роста молоди расхода воды при повышении ее температуры может существенно ограничить возможности акселерации за счет повышения температур при подращивании в производственных условиях ЛРЗ.

Заключение

Результаты изучения влияния плотности посадки на скорость роста молоди кеты показали, что существующий биотехнический норматив по допустимой плотности посадки для подращивания молоди кеты до навески 1 г, равный 8 тыс. шт/м², обеспечивает скорость роста более 75 % от максимальной.

Температуры воды от 3 до 10 °С, которые отмечаются на ЛРЗ юга Сахалина, определяют максимальную продолжительность подращивания до навески 1 г сроками от 3 до 1 месяца. Поскольку период подращивания необходимо увязывать с оптимальными сроками выпуска и наступлением готовности молоди к смешанному питанию, то на ЛРЗ, не имеющих технической возможности осуществлять терморегуляцию, попытки достижения задачи выпуска молоди нормативной навески будет приводить либо к задержке сроков выпуска, либо к выпуску молоди меньших размеров. И то и другое будет уменьшать коэффициенты возврата.

При концентрации кислорода 4,5 мг/л, которая определена в качестве критического значения указанными нормативами, молодью может быть реализовано не более 60 % от потенциальной скорости роста. Для увеличения эффективности искусственного воспроизводства кеты необходимо, чтобы концентрации кислорода на вытоке рыболовной емкости, применяемой для подращивания, была не менее 6 мг/л.

Возможности подращивания молоди кеты с обеспечением ее водой с необходимым для дыхания и эффективного роста количеством кислорода могут существенно ограничиваться дебетом источников водоснабжения в зависимости от температуры и ее исходного насыщения кислородом.

Полученные результаты позволяют анализировать причины недостаточно эффективной работы заводов и определить способы их устранения с учетом конкретных особенностей источника водоснабжения на том или ином ЛРЗ. Кроме того, они могут быть полезны при проектировании строительства новых ЛРЗ по воспроизводству кеты для предварительной оценки их предполагаемой эффективности и целесообразности строительства.

ЛИТЕРАТУРА

Винберг Г.Г. 1968. Методы определения продукции водных животных. — Минск: Вышшая школа. — 244 с.

Ивлев В.С. 1977. Экспериментальная экология питания рыб. — Киев: Наукова думка. — 270 с.

Итоги работы лососевых рыболовных заводов на Дальнем Востоке в 2005/2006 производственном году // Рыбное хозяйство. № 4. 2007. — С. 48–50.

- Каев А.М., Игнатъев Ю.И.* 2007. Заводское разведение лососей в Сахалинской области // Рыбное хозяйство. № 6.— С. 57–60.
- Канидьев А.Н.* 1984. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб.— М.: Изд-во Лёгкая и пищевая промышленность.— 216 с.
- Кляшторин Л.Б., Смирнов Б.П.* 1992. Тихоокеанские лососи: состояние запасов и воспроизводство // Рыбное хозяйство. Сер. Аквакультура: Обзорная информация. Вып. 2.— М.: ВНИЭРХ.— 36 с.
- Кобаяси Т.* 1988. Воспроизводство запасов лососей в Японии // Рыбное хозяйство. № 2.— С. 57–62.
- Кожин Н.И.* 1971. Справочник рыбовода.— М.: Пищевая промышленность.— 208 с.
- Лавровский В.В.* 1981. Пути интенсификации форелеводства.— М.: Изд-во Лёгкая и пищевая промышленность.— 168 с.
- Леванидов В.Я.* 1969. Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура // Труды ТИНРО.— Т.67.— 242 с.
- Леман В.Н., Чебанова В.В.* 2002. Возможности повышения эффективности искусственного разведения кеты (*Oncorhynchus keta* (Walbaum)) и экология заводской молоди в бассейне реки Большая (Западная Камчатка) // Экологическая физиология и биохимия рыб в аспекте продуктивности водоемов. Труды ВНИРО.— М.: Изд-во ВНИРО. Т.141.— С.102–113.
- Линник А.В.* 1988. Влияние плотностей посадки и интенсивности водообмена на рост и питание радужной форели: Автореф. дис... канд. биол. наук.— М.: ВНИИПРХ.— 26 с.
- Приказ Государственного комитета Российской Федерации по рыболовству от 21 сентября 1999 г. № 264 «Об утверждении временных биотехнических нормативов по разведению молоди ценных промысловых рыб предприятиями по искусственному воспроизводству рыбных запасов Российской Федерации»* — М.: Госкомрыболовство, 1999.— 14 с.
- Смирнов А.И.* 1975. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей.— М.: Изд-во МГУ.— 335 с.
- Смирнов А.И.* 1963. Инструкция по искусственному разведению лососей.— М.: Изд-во Рыбное хозяйство.— 60 с.
- Смирнов Б.П., Леман В.Н., Шульгина Е.В.* 2006. Заводское воспроизводства тихоокеанских лососей в России: современное состояние, проблемы и перспективы // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока. Международный научно-практический семинар. Петропавловск-Камчатский. 30 ноября — 1 декабря 2006 г.: Материалы докладов.— Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. Книж. изд-во.— С. 16–26.
- Строганов А.Н., Стрючкова Л.В., Каверзин С.А., Новиков Г.Г.* 2006. Модульные рыбоводные заводы — перспективы и опыт использования при культивировании дальневосточных лососей // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока. Международный научно-практический семинар. Петропавловск-Камчатский. 30 ноября — 1 декабря 2006 г.: Материалы докладов.— Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. Книж. изд-во.— С. 44–48.
- Тарасюк Е.В., Кушнарёва А.А.* 1998. Факторы среды и рост молоди кеты при ее подращивании в условиях сахалинских рыбоводных заводов // Северо-восток России: проблемы экономики и народонаселения: «Северо-восток России: прошлое, настоящее, будущее». Магадан. 31 марта — 2 апреля 1998: Тезисы докладов. Магадан.— С. 46–48.
- Тарасюк Е.В., Тарасюк С.Н.* 2007. Метод масштабных характеристик и его применение для совершенствования биотехники искусственного разведения горбуши.— М.: Изд-во ВНИРО.— 149 с.
- Тарасюк Е.В., Тарасюк С.Н.* 1989. Применимость метода безразмерных характеристик и уравнения Таути для прогнозирования длительности стадий эмбриогенеза рыб // Ранний онтогенез объектов мариккультуры.— М.: Изд-во ВНИРО.— С. 102–113.
- Хоар У., Рендолл Д., Дж. Бретт.* 1983. Рост и биоэнергетика рыб.— М.: Изд-во Лёгкая и пищевая промышленность.— 407 с.
- Хованский И.Е.* 2006. Эколого-физиологические и биотехнические факторы эффективности лососеводства (на примере искусственного разведения тихоокеанских лососей на северном побережье Охотского моря): Автореф. дис... докт. биол. наук.— М.: ВНИИПРХ.— 47 с.
- Хоревина Н.Б.* 1988. К оптимизации плотности посадки молоди кеты при подращивании на рыбоводных заводах // III Всесоюз. совещ. по лососевидным рыбам.— Тольятти.— С. 348–349.
- Wetherley A., Gill H.* 1995. Growth // Pacific Salmon Life History. (ed. Groot c. & Margolis L.).— Vancouver: UBC Press.— P. 103–158.

УДК 639.371.2:(639.311.053.1:556.551.32).

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ БЕСТЕРА *ACIPENSER NIKOLJUKINI* НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ГАМЕТОГЕНЕЗА И ВОЗРАСТ ДОСТИЖЕНИЯ ПОЛОВОЙ ЗРЕЛОСТИ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ И В ПРУДАХ

*О.П. Филиппова, И.А. Бурцев, А.С. Сафронов,
К.В. Дудин, М.С. Аветиков, А.С. Чекмарев*

ВНИРО, Москва, maricul@vniro.ru

INFLUENCE OF BESTER *ACIPENSER NIKOLJUKINI* REARING TEMPERATURES ON GAMETOGENESIS DURATION AND FIRST SEX MATURATION IN WATER RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS AND PONDS

*O.P. Filippova, I.A. Burtsev, A.S. Safronov,
K.V. Dudin, M.S. Avetikov, A.S. Chekmarev*

VNIRO, Moscow, maricul@vniro.ru

Введение

Основные проблемы, которые приходится преодолевать при разведении осетровых рыб в аквакультуре, связаны с видоспецифическими особенностями их репродуктивной биологии. Все исследованные виды осетровых — это поздно созревающие рыбы, характеризующиеся отчетливо выраженной сезонностью размножения, прерывистым оогенезом, единовременным нерестом и многолетним (от 2 до 6 лет для разных видов) межнерестовым интервалом и, как следствие этого, сравнительно невысокой индивидуальной и низкой популяционной плодовитостью. Комплекс именно этих факторов, определяющих слабый репродуктивный потенциал осетровых рыб, делает их естественные популяции весьма уязвимыми, как со стороны меняющихся экологических факторов, так и со стороны антропогенного воздействия, а самих осетровых неудобным, на первый взгляд, объектом аквакультуры, тем более для целей производства икры.

Однако, по нашему мнению, лишь два из перечисленных факторов — тип оогенеза и тип нереста, являются консервативными репродуктивными параметрами осетровых рыб. Все остальные: позднее созревание, сезонность нереста, длительные межнерестовые периоды, могут быть изменены в условиях аквакультуры опосредованно, т.е. изменением условий содержания, что наиболее доступно в контролируемых условиях рециркуляционной системы, позволяю-

щей круглогодично поддерживать оптимальные для роста и развития температурные условия и исключить зимнюю задержку развития рыб за счет исключения зимнего периода низких температур [Андрианов и др., 2004; Бурцев, Николаев, 2004; Nikolaev et al., 2009].

Максимальное сокращение сроков достижения половозрелости осетровых рыб возможно также за счет генетического фактора, а именно путем использования в качестве объектов культивирования межвидовых гибридов осетровых, например бестера, наследующего признак ускоренного созревания от стерляди и закрепляемого селекционным путем.

В 2002 г. Госкомрыболовством России был объявлен открытый конкурс по приоритетному направлению «Аквакультура» на разработку и практическое воплощение новых технологий ускоренного выращивания осетровых в рециркуляционных системах и создания опытного производства пищевой черной икры в сжатые сроки по теме: «Разработать и внедрить технологию ускоренного созревания трех пород бестера в опытно-промышленных установках в Московской и Ростовской областях для получения пищевой икры». ФГУП «ВНИРО» как инициатору этой идеи, уже имевшему ряд достижений в ее реализации, удалось выиграть конкурс и получить финансовую поддержку для ее воплощения (Госконтракт 7-10/2003–2005 г.).

По инициативе сотрудника ВНИРО, кандидата биол. наук Д.П. Андрианова была выбрана ближайшая от Москвы точка — тепличный комплекс агрофирмы «Нива», расположенный за МКАД, в г. Дзержинский Московской обл. Аренда теплицы, которая вполне подходила по площади и температуре, освободила от строительства нового помещения. Более простая технологическая схема (весь цикл водоснабжения бассейнов и регенерации воды обеспечивается одним насосом) и эскизы объектов установки были разработаны под руководством Д.П. Андрианова группой сотрудников ВНИРО: д-ра наук А.В. Жигина, уже имевшего опыт создания замкнутой рыбоводной установки на ТЭЦ-22 Мосэнерго, а также к.т.н. М.М. Докукина и ведущего инженера С.Е. Зуевского. По площади рыбоводных бассейнов и эффективности регенерации воды установка рассчитана на содержание до 5 т рыбы.

Воплощение конструкций в пластик и металл было осуществлено в сжатые сроки Московской строительной организацией ООО «Экострой», имевшей опыт создания очистных сооружений. Основные работы были выполнены в 2004 г. менее чем за 4 мес, и после гидравлических испытаний установка была запущена с 01.06.2004 г.

Для изменения в положительную сторону лабильных репродуктивных характеристик осетровых был избран путь создания постоянного оптимума температур. Выбранный путь прост и очевиден, и основывается на том, что рыбы — пойкилотермные животные, т.е. уровень их физиологического обмена полностью зависит от температуры окружающей среды. Следовательно, повышение температуры воды при содержании рыбы в пределах толерантности должно интенсифицировать процессы роста и созревания. Установлено, что оптимумом жизнедеятельности большинства осетровых является температура 20–24 °С [Гершанович и др., 1987]. Однако сезонная динамика с длительной зимой значительно тормозит максимально возможные потенциалы роста и созревания. Исключение периода покоя (зимовки) у осетровых остается открытым вопросом в технологии выращивания, т.к. по данным зарубежных и отечественных исследователей, период покоя вызывает синхронизацию различных стадий оо- и сперматогенеза, благодаря чему проявляется сезонность в созревании производителей осетровых. Есть негативные примеры, когда в отсутствие годовых колебаний температуры, созревание самок и самцов заканчивалось резорбцией зрелых гамет.

Поскольку основной задачей проекта являлось обеспечение скорейшего созревания самок бестера, мы проводили исследование развития воспроизводительной системы у разновозрастных особей пород бестера («Аксайская», «Бурцевская» и «Внировская»), отличающихся по темпам роста и скороспелости [Филиппова, 2006; Филиппова и др. 2007]. В качестве контроля гаметогенеза использовалось традиционное прудовое выращивание [Бурцев, 1967в, 1969, 1970; Бурцев и др. 2002; Бурцев и др. 2009; Filippova, 1997].

При описании процесса развития половых клеток использовали классификацию В.А. Мейена [1939]. Оогенез подразделяется на три периода: 1) период синаптенного пути; 2) период малого (цитоплазматического) роста; 3) период большого (трофоплазматического) роста.

Индифферентный период развития гонад, когда дифференцировка развития в мужском или в женском направлениях еще не произошла, сменяется периодом, когда половые различия становятся более или менее отчетливыми. [Персов, 1969].

Сроки анатомической и цитологической дифференцировки пола у разных видов осетровых сильно различаются. Анатомические признаки (у самок — это появление борозды-щели вдоль гонады и затем поперечных складок) определяются в возрасте от 7 до 30 мес; цитологические признаки дифференцировки гонад (преобразование гониев в ооциты синаптенного пути) — от 8,5 до 40 мес.

Опыты, проведенные в лабораторных условиях сотрудниками проф. Г.М. Персова показали, что дифференцировка гонад у стерляди *Acipenser ruthenus* может начинаться в возрасте 6 мес. В возрасте 6–7,5 мес появляются признаки анатомических различий в строении гонад. Позже, в возрасте 8–16 мес, преобладает число особей с признаками цитологической дифференцировки пола [Персов, 1966; Зубова, 1971]. Дифференцировка пола у стерляди в природных условиях (рр. Обь, Волга, Северная Двина) наступает позднее. Самки стерляди бассейна р. Обь могут участвовать в нересте уже в возрасте 3–4 лет при массе в 260 г и абсолютной длине 44 см, а дифференцировка пола у них начинается в возрасте более одного года. Сопоставляя оба эти факта следует сказать, что период закладки и дифференцировки гонад длился столько же, сколько весь остальной отрезок развития яичников, когда происходит рост и созревание ооцитов. По-видимому, сходное явление наблюдается у озёрного (жёлтого) осетра *Acipenser fulvescens*, у которого дифференцировка пола происходит в возрасте 9 лет, а половое созревание — в возрасте около 18 лет [Magnin, 1962; 1966].

Таким образом, у осетровых задержка развития гонад может происходить не только на II стадии зрелости яичника, но и в более ранний период — до дифференцировки пола [Персов, 1975].

У самок русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Вг. процессы раннего гамето- и гонадогенеза в большей степени коррелируют с массой тела, тогда как у самцов эти процессы в основном определяются возрастом рыб [Ахундов, Фёдоров, 1990]. Поскольку у самцов осетровых процессы раннего гамето- и гонадогенеза в большей степени связаны с возрастом, то, вероятно, их развитие подчинено наследственной программе индивидуального развития. У самок на всех этапах развития половых желёз масса тела определяет процессы и гаметогенеза, и особенно гонадогенеза. Известно, что у самок бестера темп развития половых желёз в основном связан с темпом роста рыб, а качественный переход ооцитов к вителлогенезу связан с достижением высокого уровня упитанности рыб [Бурцев, 1967а,б], что во многом определяется условиями их существования.

Материал и методика

Посадочный материал для выращивания в экспериментальном модуле УЗВ ВНИРО завозили из рыбопитомника ЗАО «Казачка» (Ростовской области) на стадии предличинок в два этапа: весной 2003 г. — «Бурцевская» порода бестера (БС) F3 и F4, весной 2004 г. — «Аксайская» порода бестера (С.БС) F3. Условия выращивания пород были сходными. В первый год молодь содержали в открытых бассейнах с проточной водой из р. Волги, а при понижении температуры до 14 °С переводили в экспериментальную замкнутую систему. Максимальная температура содержания рыбы не превышала 21 °С, а в среднем составляла 15 °С. До двухлетнего возраста рыбу содержали в модельной рециркуляционной установке (годовая сумма тепла в этот период составила 5300 градусо-дней, а далее перевезли в большую экспериментальную установку, расположенную в г. Дзержинский Московской области (с годовой суммой тепла — 8000 градусо-дней), где её содержат до настоящего времени.

В качестве контрольной группы на рыбхозе ЗАО «Казачка» в 2003 и 2004 гг. также были оставлены аналогичные личинки для дальнейшего выращивания. Молодь до осени содержали в бассейнах ИЦА-2 с проточной донской водой, а после снижения температуры воды до 12 °С, высаживали в пруд площадью 0,3 га на зимний период. Последующее выращивание рыбы производили в этом же пруду. Годовая сумма тепла для этого района составляет 4500 градусо-дней.

Выкармливание личинок и выращивание мальков во всех случаях в течение первого лета проводилось с использованием импортных датских кормов (Aller Aqua и Biomar). Далее с 7-месячного возраста молодь в прудах начали кормить фаршем из малоценной рыбы с некоторым добавлением гранулированных импортных кормов, с перерывом в зимний период. В годовалом возрасте молодь, содержащаяся в рециркуляционной установке, была переведена на искусственные корма отечественного производства Гипрорыбфлот «Экос» (Иван-город), а с трехлетнего возраста рыбу вновь кормили импортными кормами практически всех фирм-производителей осетровых кормов, представленных на российском рынке.

До двухлетнего возраста пробы гонад в основном отбирались у погибшей рыбы, а у трехлеток биопсийные пробы гонад были взяты на анализ прижизненно. В качестве фиксатора использовались растворы Буэна и формалина [Роскин, Левинсон, 1957]. При описании стадий зрелости гонад и развития половых клеток у изучаемых рыб использовали универсальную шкалу [Трусов, 1964].

Гистологическую обработку зафиксированного материала проводили по следующей методике: проводку осуществляли через автомат для гистологической обработки тканей карусельного типа (STP-120); заливку в парафин через заливочную станцию ЕС 350; срезы толщиной 5–7 мкм делали на санном микротоме MICROM YM 440E и окрашивали квасцовым гематоксилином по Эрлиху [Ромейс, 1953] с докраской эозином.

Четырехлетки «Бурцевской» и трехлетки «Аксайской» породы бестера были подвергнуты однократному обследованию на предмет определения половой принадлежности с использованием эндо-

Таблица 1
Объём обработанного материала

Обработанный материал	Количество, экз.
Визуальный анализ вскрытой рыбы	55
Просмотрено особей с использованием эндоскопа	472
Просмотрено особей с использованием УЗ-аппарата	520
Обработано биопсийных проб гонад	131

скопа немецкой фирмы Karl Storz W/470, имеющем видеокамеру в трубке диаметром 5 мм.

Дальнейшее созревание бестера мы контролировали при помощи регулярных (не менее одного раза за два месяца) обследований всей рыбы ультразвуковым диагностическим аппаратом Aloka SSD-500 японского производства, при необходимости отбирая биопсийные пробы гонад с помощью щупа.

Оценка степени зрелости ооцитов у созревающих самок проводилась по стандартной методике с использованием экспресс-метода определения степени их поляризации [Казанский и др., 1978]. Производителей, достигших в условиях УЗВ IV незавершенной стадии зрелости, переводили в бассейны с охлажденной до 6–8 °С водой во избежание их перезревания и предотвращения резорбции половых клеток старших генераций. Перевод производителей в преднерестовое состояние, гормональную стимуляцию и получение зрелых половых продуктов проводили через 1–3 мес «искусственной зимовки» при повышении температуры воды до нерестовой (12–14 °С). Получение икры производили прижизненными методами (ВНИРО или С.Б. Подушки).

Результаты и обсуждение

При анализе молоди в возрасте 5 мес, выращенной в разных условиях, обнаружены только первичные половые клетки, но анатомической дифференцировки пола обнаружить не удалось (рис. 1,а).

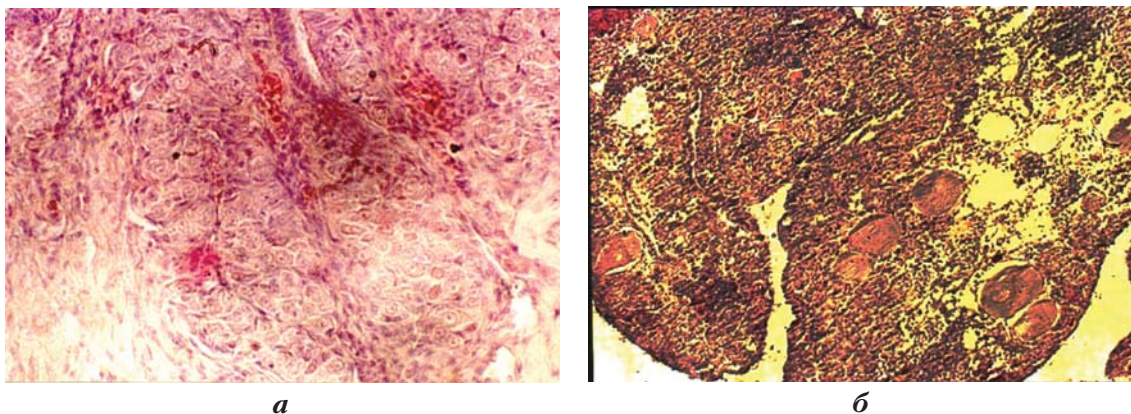


Рис. 1. Поперечные срезы гонад бестера ранних стадий зрелости:

а — ювенильная особь С.БС, возраст 0+. Ув.: ок.10 × об.40;

б — микроструктура яичника БС ювенильной стадии, возраст 1+. Ув.: ок.10 × об.10

Средняя масса сеголеток, выращенных в бассейнах на протоке, составляла для БС 74 г, а для С.БС — 50 г. Годовики после зимовки в прудах имели более низкую навеску: средняя масса БС — 63 г, С.БС — 42 г. Годовики, выращенные за зимний период в модельной УЗВ, имели среднюю массу соответственно 234 и 175 г.

Переход от оогоний к ооцитам синаптенного пути протекает довольно быстро, поэтому при просмотре препаратов ооциты стадии лептотены могли быть упущены. Развитие ооцитов периода синаптенного пути длится достаточно долго. Вследствие этого первыми ооцитами, обнаруженными нами, были ооциты синаптической фазы. Ооциты в различных стадиях синапсиса хромосом у самок БС мы наблюдали в возрасте 1+ у двухлеток, выращенных как в прудовых условиях, так и в условиях рециркуляционной установки (рис. 1,б).

При переходе семенников ко II стадии зрелости группы сперматогоний, окруженные общей соединительнотканной оболочкой, образуют ампулы. Внут-

ри ампулы вместе со сперматогониями находятся также клетки с овальными, бедными хроматином ядрами, идентифицированные с клетками Сертолли вышших позвоночных (рис. 2а, б).

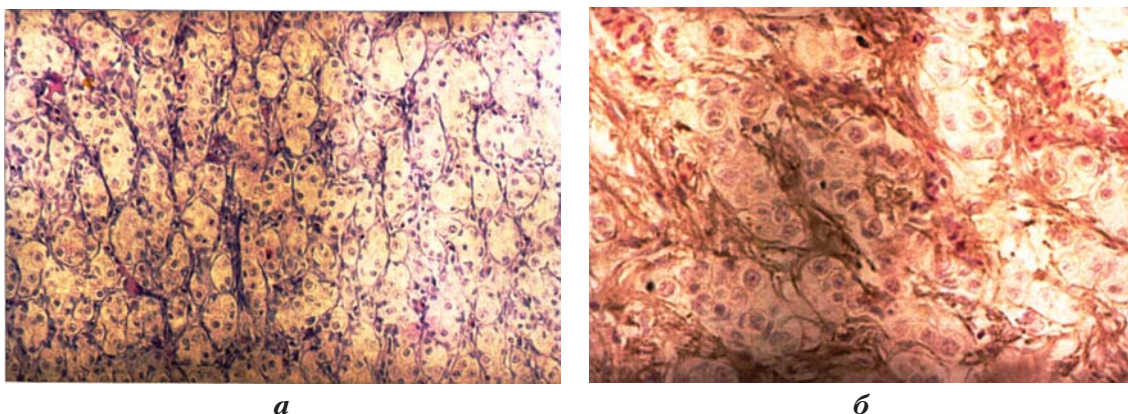


Рис. 2. Микроструктура семенников бестера на II стадии зрелости:
а — поперечный срез семенника С.БС, возраст 1+. Ув.: ок.10 × об.40;
б — поперечный срез семенника БС, возраст 2+. Ув.: ок.10 × об.40

Следующий этап развития семенников характеризуется объединением ампул в клеточные тяжи, подобные семенным канальцам.

В возрасте 2+ все самцы С.БС и 47 % самцов БС, выращенных в рециркуляционной установке, находились на II стадии зрелости гонад. Начальной волны сперматогенеза, характеризующейся многократным делением сперматогоний, и перехода к III стадии зрелости, пока не наблюдалось. Прямой зависимости между массой тела и степенью зрелости гонад у самцов не обнаружено.

В прудовых условиях в возрасте 2+ семенники у 80 % самцов С.БС и 37 % самцов БС находились на II стадии зрелости, остальные — на ювильной.

В возрасте 3+ в рециркуляционной установке гонады 30 % самцов БС (рис. 4,а) и 46 % С.БС достигли III стадии зрелости, а 12 и 51 % — IV стадии зрелости соответственно. В прудовых условиях в этом возрасте III стадия зрелости наблюдается только у 27 % самцов С.БС, у самцов БС обнаружена лишь II стадия зрелости, а половозрелые самцы отсутствовали.

В течение пятого года жизни в УЗВ происходит массовое созревание самцов «Аксайской» породы, часть которых отсадили в бассейны с охлажденной до 7 °С водой для последующей оценки качества половых продуктов. Через 60 сут из 32 отсаженных в охлажденную воду самцов 19 экз. отдали сперму достаточно высокого качества (5 и 4 балла по Г.М. Персову) [1941]. Остальные либо не отреагировали на гормональную стимуляцию сурфагоном, либо дали сперму низкого качества. Последнее может быть связано с неточным определением степени зрелости самцов, т.к. в теплой воде брачный наряд у них отсутствует и ориентироваться можно только по консистенции кусочков гонад при взятии биопсийной щуповой пробы.

В пятилетнем возрасте происходит созревание и первых выращенных в УЗВ самцов «Бурцевской» породы (до 14 % от общего количества). К концу шестого года выращивания самцы «Бурцевской» породы созревают полностью, в отличие от прудовых условий, где созревание самцов «Аксайской» породы происходило в 4–5, а «Бурцевской» породы — 5–7-годовалом возрасте.

Проведенные гистологические исследования биопсийных проб яичников рыб, содержащихся в УЗВ показали, что в возрасте 2+ самки С.БС массой более 500 г достигли II стадии зрелости, со средним диаметром ооцитов от

75 до 205 мкм и диаметром ядер от 32 до 77 мкм (рис. 3,а, б); 50 % самок БС, средней массой 700 г находятся на ювенильной стадии и 50 % достигших массы 900 г и более — на II стадии зрелости, с диаметром ооцитов не превышающим 250 мкм.

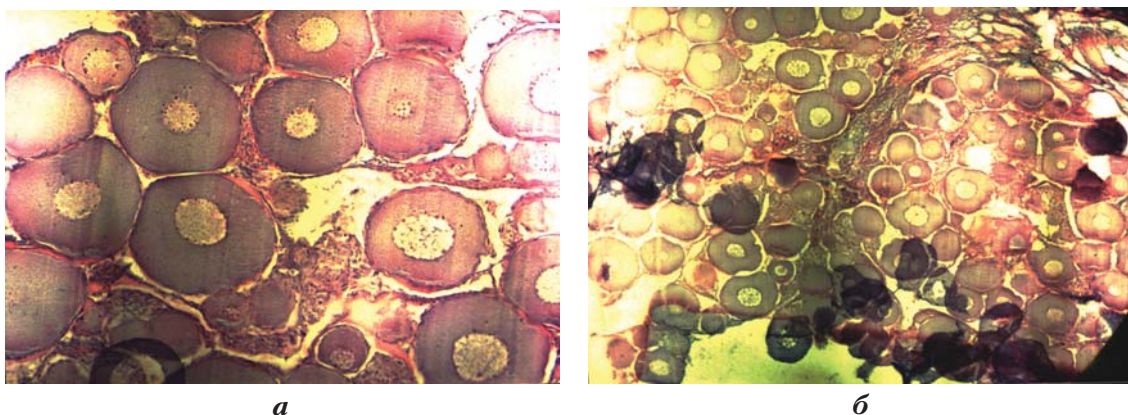


Рис. 3. Микроструктура яичника бестера «Аксайской» породы II стадии зрелости
а — возраст 2+. Ув.: ок.10 × об.20; б — возраст 2+. Ув.: ок.10 × об.4

При выращивании в прудовых условиях ЗАО «Казачка» наблюдается большая задержка в развитии яичников. В возрасте 2+ до 80 % самок С.БС и БС находятся на II стадии зрелости гонад, а остальные на ювенильной стадии зрелости.

В течение четвертого года выращивания в условиях УЗВ созрело 30 % самок «Аксайской» породы, а к концу пятого года — все остальные самки, и 15 % созрели повторно (см. рис. 4,б). Средняя масса впервые созревающих самок этой породы составила 1,2 кг; рабочая плодовитость — 18,5 тыс. икринок.

Созревание самок «Аксайской» породы в прудовых условиях отмечено от 6 до 9-годовалого возраста. Созревание первых самок «Бурцевской» породы произошло в конце пятого года выращивания в УЗВ (9 %). В течение шестого года и до середины седьмого года выращивания созрело более 79 % всех самок. Однако некоторые самки остались неполовозрелыми и к середине седьмого года (около 8 %), в то время как до 12 % самок созревали повторно. Средняя масса впервые созревающих самок бестера составила 7,4 кг, рабочая плодовитость 43,5 тыс. икринок. В прудовых условиях созревание первых самок произошло только в семилетнем возрасте.

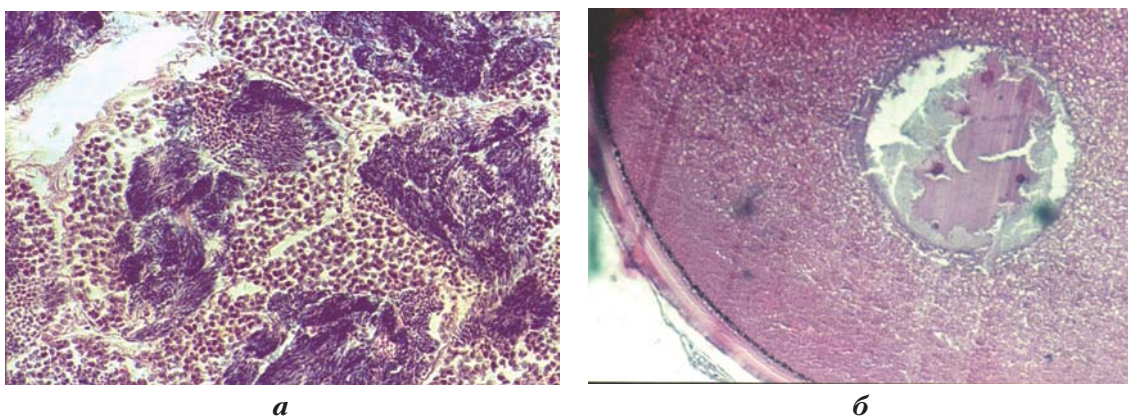


Рис. 4. Поперечные срезы гонад бестера на III и IV стадиях зрелости:
а — семенник БС, возраст 4 г., III стадия зрелости. Ув.: ок.10 × об.20;
б — яичник С.БС, возраст 4 г., IV незавершенная стадия зрелости. Ув.: ок.10 × об.10

Обобщенные данные по размерам ооцитов самок разных пород бестера в зависимости от стадии зрелости представлены в табл. 2.

Заключение

Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что создание круглогодичного термооптима увеличивает скорость роста и развития осетровых, при этом возраст достижения половой зрелости самок существенно сокращается: с 6–9 до 4–5 лет

у «Аксайской» породы бестера, с 8–11 до 5–7 лет у «Бурцевской» породы бестера при выращивании рыбы в условиях установки замкнутого водоснабжения в сравнении с прудовым хозяйством. Длительность отдельных этапов оогенеза у самок можно выразить в общих для разных условий выращивания относительных единицах – сумме эффективного тепла (табл. 3). Таким образом, например, самкам «Аксайской» породы необходимо до достижения III стадии зрелости набрать 22 780 градусо-дней, что в прудовых условиях займет 5 лет (годовая сумма тепла 4500 градусо-дней), в УЗВ – 3 года (годовая сумма тепла 8000 градусо-дней), а в наших условиях – 4 года, т.к. рыба не всегда содержалась при оптимальных температурах.

Результаты настоящего исследования показали, что задача быстрого создания и эффективной эксплуатации маточных стад разных видов осетровых наиболее эффективно решается именно в рыбоводных хозяйствах, оснащенных УЗВ. При этом исключение периодической зимовки рыбы не оказывает, вероятно, заметного отрицательного влияния на нормальное осуществление гаметогенеза у осетровых, вплоть до достижения IV незавершенной стадии зрелости. Однако для успешного получения зрелых половых продуктов и жизнеспособного потомства выявлена необходимость выполнения дополнительных технологических операций: постоянного контроля состояния гонад производителей по стадиям зрелости, своевременного перевода производителей на IV незавершенной стадии зрелости в охлажденную воду (приближенную к температурам зимовки – 3–5 °С) с целью предотвращения перезревания и синхронизации завершающих процессов гаметогенеза, с последующим повышением температуры воды до нерестовой для перевода производителей в преднерестовое состояние и гормональное стимулирование конечного созревания и получения зрелых половых продуктов.

По сравнению с традиционными методами такая технология имеет целый ряд преимуществ.

Таблица 2

Диаметры ооцитов, соответствующие стадиям зрелости разных пород бестера

Стадия зрелости	Диаметр ооцитов, мм	
	«Аксайская» С.БС	«Бурцевская» БС
I	0,13–0,2	0,15–0,2
II	0,2–0,42	0,2–0,5
Начало желткакопления, II–III	0,45–0,7	0,5–0,8
Заполнение желтком плазмы, II–III	0,7–1,2	0,8–1,3
Появление пигментного слоя, III	1,2–1,4	1,3–1,6
IV незавершённая	1,8–2,0	2–2,3
IV завершённая	2,1–2,5	2,6–3,0

Таблица 3

Длительность этапов оогенеза у передовых самок бестера разных пород

Стадия зрелости	Длительность стадии, градусо-дни	
	«Аксайская» порода	«Бурцевская»
I	6000	8500
II	16780	26440
III	4020	5360
IV	1400	2000

Главное преимущество замкнутых систем — полная контролируемость и независимость производственного процесса от природно-климатических условий. Как уже было сказано, это позволяет добиваться ускоренного созревания производителей и интенсивного использования маточного стада, обеспечивает круглогодичное получение жизнестойкой молоди как для воспроизводства, так и для получения крупного посадочного материала и товарной рыбы на осетровых хозяйствах. При этом обеспечивается предотвращение массовых заболеваний и получение экологически чистой продукции.

Появляется возможность эксплуатации осетровых рыбоводных заводов на основе полициклической технологии с постоянной загруженностью бассейнов в течение года и, как следствие, снижение эксплуатационных затрат (фонда оплаты труда, электроэнергии, и т.д.) на единицу продукции, а также круглогодичная занятость персонала.

УЗВ сокращает объемы водопотребления и сброса не менее, чем в 10 раз, что также снижает затраты. Система циркуляции воды обеспечивает утилизацию продуктов жизнедеятельности рыбы и экологическую безопасность.

Мировой приоритет нашей страны в создании технологии товарного осетроводства и многолетний опыт разработки УЗВ позволили нам подойти к созданию промышленных осетровых предприятий для получения пищевой осетровой икры и сопутствующей продукции (биологически активных препаратов, косметических средств и т.п.).

Таким образом, выращивание осетров в УЗВ решает три проблемы культивирования осетровых в аквакультуре:

- рыба быстрее созревает из-за наличия постоянного оптимума температуры;
- сезонность нереста отсутствует, так как нет сезонности внешних условий;
- популяционная плодовитость возрастает, поскольку оптимум температур позволяет рыбам созревать каждый год, а не через 2–6 лет, как при естественной температуре.

ЛИТЕРАТУРА

Андреанов Д.П., Бурцев И.А., Копыленко Л.Р., Котенев Б.Н., Николаев А.И., Сафронов А.С. 2004. Состояние и перспективы развития производства пищевой чёрной икры, как нового направления товарного осетроводства // Сб. докл. III междунар. научно-практ. конф. Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. 22–25 марта 2004 г. — Астрахань: Изд-во НПЦ БИОС. — С. 17–20.

Ахундов М.М., Фёдоров К.Е. 1990. О критериях сравнительной оценки развития половых желёз молоди на примере русского осетра *Acipenser gueldenstaedti* // Вопр. ихтиологии. Т. 30. Вып.6. — С. 963–973.

Бурцев И.А. 1967а. Вителлогенез в ооцитах гибрида белуги со стерлядью (*Huso huso* (L.) — *Acipenser ruthenus* L.) // Сб. докл. АН СССР. Т. 172. №2. — С. 464–467.

Бурцев И.А. 1967б. Влияние питания на гаметогенез некоторых гибридов осетровых рыб при прудовом содержании // Обмен веществ и биохимия рыб. — М.: Наука. — С. 241–243.

Бурцев И.А. 1967в. Некоторые данные по гаметогенезу гибридов осетровых рыб // Тр. Центр. НИИ осетр. хоз-ва. Т. 1. — С. 252–257.

Бурцев И.А. 1969. Получение потомства от межродового гибрида белуги со стерлядью // Генетика, селекция и гибридизация рыб. — М.: Наука. — С. 232–242.

Бурцев И.А. 1970. Половое созревание гибридов белуги со стерлядью в Азово-Донском бассейне // Тр. Всесоюз. НИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 76. — С. 238–243.

Бурцев И.А., Николаев А.И., Крылова В.Д., Филиппова О.П., Сафронов А.С. 2002. Первые породы осетровых рыб, созданные на основе межродового гибрида белуги со стерлядью — бестера // Мат-лы междунар. научно-практ. конф. Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития. Пос. Рыбное, 3–6 сентября 2002 г. — М.: Изд-во: ВНИРО. — С. 146–150.

Бурцев И.А., Николаев А.И. 2004. Инновационные пути развития осетроводства в России // Журн. «Моя Москва». № 8/100. — С. 68–73.

- Бурцев И.А., Крылова В.Д., Николаев А.И., Сафронов А.С., Филиппова О.П. 2009. Группа пород бестера *Acipenser nikoljukini*. В кн.: Каталог пород и одомашненных видов осетровых рыб. (в печати).
- Гершанович А.Д., Пегасов В.А., Шатуновский М.И. 1987. Экология и физиология молоди осетровых. — М.: ВО Агропромиздат. — 215 с.
- Зубова С.Э. 1971. Сроки дифференцировки гонад и соотношение самцов и самок у молоди волжской стерляди // Вопр. ихтиологии. Т. 11. Вып. 3(68). — С. 524–526.
- Казанский Б.Н., Феклов Ю.А., Подушка С.Б., Молодцов А.Н. 1978. Экспресс метод определения степени зрелости гонад производителей осетровых // Рыб. хоз-во. № 2. — С. 24–27.
- Мейен В.А. 1939. К вопросу о годовом цикле изменений яичников костистых рыб // Изв. АН СССР. Сер. биол. № 3. — С. 389–418.
- Николюкин Н.И. 1972. Отдаленная гибридизация осетровых и костистых рыб. — М.: Пищ. промышленность. — 335 с.
- Персов Г.М. 1941. Учет осетроводных работ в связи с применением гипофизарных инъекций // Сб.: Метод гипофизарных инъекций и его роль в воспроизводстве рыбных запасов. — Л.: Изд-во ЛГУ. — С. 42–50.
- Персов Г.М. 1966. Формирование половой системы и гаметогенез у осетров в первые месяцы их жизни // Тезисы докл. на отчетной сессии ЦНИОРХ 22–25 февраля 1966 г., Астрахань. — С. 63–66.
- Персов Г.М. 1969. Дифференцировка пола и становление индивидуальной плодовитости у рыб // Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — Л.: ЛГУ. — 50 с.
- Персов Г.М. 1975. Дифференцировка пола у рыб. — Л.: Изд-во ЛГУ. — 148 с.
- Ромейс Б. 1953. Микроскопическая техника. — М.: Иностранная литература. — 648 с.
- Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. 1957. Микроскопическая техника. — М.: Советская наука. — 478 с.
- Трусов В.З. 1964. Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желез осетра // Тр. Всесоюз. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 56. — С. 69–78.
- Филиппова О.П. 2006. Влияние температуры воды на развитие воспроизводительной системы бестера трех пород при выращивании в разных экологических условиях // Сб. докл. IV междунар. научно-практ. конф. Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Астрахань, 13–15 марта 2006 г. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 134–137.
- Филиппова О.П., Сафронов А.С., Горбачева М.Н. 2007. Формирование репродуктивной системы у самцов бестера «Аксайской» породы при выращивании в условиях тепловодной аквакультуры // Сб. докл. междунар. симп. Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата. 16–18 апреля 2007 г. Астрахань. — Изд-во: АГТУ. — С. 376–379.
- Magnin E. 1962. Recherches sur la systematique et la biologie des Acipenserides, *Acipenser sturio* L., *Acipenser oxyrinchus* Mitc. et *Acipenser fulvescens* Raf. — Thlse Fac. Sci. Univ. Paris, ser. A, n. 3964. — Ann. Stat. Centr. Hydrob. Appl. N 9. — P. 8–242.
- Magnin E. 1966. Recherches sur les cycles de reproduction des esturgeons *Acipenser fulvescens* Raf. de la riviere Nottaway tributaire de la baie James. — Verh. Internat. Limnol., Stuttgart. Bd. 16. — P. 1018–1024.
- Nikolaev A.I., Andrianov D.P., Burtsev I.A., Kopylenko L.R., Kotenev B.N., Safroнов A.S. 2009. Intenational trade in caviar and business perspectives in Russia. In book: Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons. Series: Fish & Fisheries Series. V. 29. Carmona R., Domezain A., Garcia-Gallego M., Hernando J.A., Rodriguez F., Ruiz-Rejyn M. (Eds.). XVIII. — P. 321–337.
- Filippova O.P. 1997. Review of reproductive system development in sturgeon hybrids *Huso huso* — *Acipenser ruthenus*, over three successive generations // Proc. III-rd Int. symp. Sturgeon. Italy, Piacenza. July 8–11, 1997. — P. 111.

УДК: 639.371:639.3

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА НАЧАЛА КОРМЛЕНИЯ НА ТЕМП РОСТА МОЛОДИ КЕТЫ ПРИ ЕЕ ПОДРАЩИВАНИИ НА РЫБОВОДНОМ ЗАВОДЕ

Е.В. Тарасюк, С.Н. Тарасюк

ВНИРО, Москва, eltarasyuk@yandex.ru

INFLUENCE OF FIRST FEEDING AGE ON GROWTH RATE OF JUVENILE CHUM SALMON IN HATCHERIES

E.V. Tarasyuk, S.N. Tarasyuk

VNIRO, Moscow, eltarasyuk@yandex.ru

Искусственное разведение кеты *Oncorhynchus keta* осуществляется на 40 из 46 лососевых рыболовных заводов (ЛРЗ), расположенных на Дальнем Востоке. Выпуск молоди этого вида составляет более 50 % общего выпуска тихоокеанских лососей всеми заводами и превышает 350 млн шт. [Итоги..., 2007]. Большая часть выпуска молоди кеты (81 %) приходится на рыболовные заводы, расположенные на территории Сахалинской области, при этом, более 57 % выращенной молоди выпускается у восточного побережья о-ва Сахалин.

Актуальнейшей проблемой искусственного воспроизводства кеты является повышение промысловых возвратов. Мировой опыт, в частности, результаты воспроизводства лососей в Японии показывают, что возврат кеты может достигать 4 % и более. Столь значительный коэффициент возврата обусловлен применением биотехники, которая предусматривает подращивание и своевременный, с точки зрения природных условий, выпуск молоди [Канидьев, Леванидов, 1968; Смирнов, 1963; Кобаяси, 1988; Кляшторин, Смирнов, 1992; Shigachata, 1985; Hiroi, 1998].

На рыболовных заводах Юго-Восточного Сахалина в 1995–2000 гг. коэффициенты возврата кеты изменялись в пределах от 0,05 до 4,1 % [Смирнов и др., 2006]. Наблюдающиеся в некоторых случаях высокие значения коэффициентов дали основание заключить, что в результате проведенной на Сахалине реконструкции заводов величина возврата рыб по отношению к объемам выпускаемой молоди достигла на некоторых рыболовных заводах мирового уровня [Каев, Игнатъев, 2007].

Вместе с тем, отдельные положительные примеры и относительно высокие возвраты заводских рыб [Каев, Игнатъев, 2007], к сожалению, не являются

стабильными. Следует иметь в виду, что часть рыбоводных предприятий имеют низкие коэффициенты возврата и, видимо, экономически не рентабельны. В определенной степени это обусловлено различиями температурных характеристик источников водоснабжения лососевых заводов, что определяет различную скорость развития и роста эмбрионов, личинок и молоди кеты.

Известно, что увеличение размеров выпущенной молоди кеты положительно влияет на ее выживаемость [Parker, 1962; Ricker, 1966; Леванидов, 1964, 1965; Канидъев, Леванидов, 1968; Канидъев, 1967, 1984; Senn, Hager, 1976; Леман, Чебанова, 2002]. Чем крупнее выпускаемая молодь, тем короче время ее пребывания в мелководном прибрежье, тем скорее переходит она к морской миграции и тем ниже ее смертность [Kaeriyama 1989, 1996]. По мере роста молоди совершенствуется осмотическая регуляция и плавательная способность молоди, что также способствует увеличению ее выживаемости в море [Запорожец, Запорожец, 2006]. По этой причине выпуск крупной, подрощенной молоди является существенным вкладом в увеличение возврата заводской рыбы.

Хотя биотехника подращивания молоди кеты достаточно подробно разработана и внедрена на ЛРЗ, в том числе и путем утверждения соответствующих нормативов [Смирнов, 1975, 1963; Канидъев, 1984; Приказ..., 1999], вопрос оптимизации времени начала кормления и его продолжительности ранее не рассматривался. Между тем, от времени начала кормления и длительности зависит не только конечная масса подращиваемой молоди кеты, но и, в значительной степени, экономические показатели работы ЛРЗ.

Целью настоящей работы является изучение влияния возраста молоди кеты на дату начала кормления и темп ее роста при подращивании.

Материал и методика

В основу работы положены материалы экспериментальных работ по выдерживанию и подращиванию молоди кеты, которые были проведены в 1987–1997 гг. на ЛРЗ Охотском, Соколовском, Березняковском и «Залом», расположенным в юго-восточной части о-ва Сахалин. Выдерживание свободных эмбрионов и личинок проводилось на гравийном и сотовом субстрате (ЛРЗ «Залом») в прямооточных бетонных бассейнах. Температура воды при этом изменялась от 1,3 до 6,4 °С.

Часть личинок с целью изучения скорости расходования запасов желточного мешка выдерживали без искусственной подачи корма в садках площадью 1 м² с уровнем воды 0,2 м.

Подращивание молоди кеты осуществлялось в садках и прямооточных бассейнах при переменной температуре, что обеспечивалось ее естественной сезонной динамикой в прудах и в цехах ЛРЗ, где ее среднесуточные значения изменялись в диапазоне от 3,0 до 8,7 °С. Садки имели площадь 1 м², уровень воды составлял 0,15–0,20 м. При подращивании в условиях цехов (ЛРЗ «Залом») использовали прямооточные бассейны площадью 38 м² с уровнем воды в них 0,20 м. Плотность посадки молоди кеты в экспериментальных вариантах составляла от 40 до 50 тыс. шт/м³, что соответствовало нормативным требованиям при производственном подращивании кеты [Приказ ..., 1999]. В качестве кормов использовали гранулированный корм японского производства, в зависимости от температуры были использованы относительные суточные рационы от 2,2 до 3,0 % от массы тела, корм подавался 8–12 раза в светлое время суток.

Экспериментальные варианты различались возрастом, с которого начинали искусственное кормление. Диапазон возрастов составлял от 351,2 до 650,4 сут б.в. [Тарасюк, Тарасюк, 2007].

Пробы на биологический анализ отбирали один раз в пятидневку, в ходе анализа измеряли длину тела, массу тела, массу желточного мешка, массу пищевого комка. Всего отобрано на биологический анализ 159 проб, включающие в себя 8220 шт. молоди кеты. Даты проведения экспериментальных работ, объем собранного материала по каждому из экспериментальных вариантов представлены в табл. 1.

В качестве меры времени использован биологический возраст, обоснование применения которого выполнено ранее для горбуши [Тарасюк, Тарасюк, 1989, 2007]. Данный показатель учитывает различие в температурных условиях, наблюдающихся при подращивании молоди кеты в разных экспериментальных вариантах, что позволяет проводить сравнение биологических показателей между ними на один и тот же биологический возраст. Количественная оценка биологического возраста кеты, основанная на использовании коэффициентов квадратичного экспоненциального уравнения, производилась в соответствии с методом масштабных характеристик [Тарасюк, Тарасюк, 2007].

В качестве информационной основы для расчета коэффициентов квадратичного экспоненциального уравнения использовали рыбоводные данные по продолжительности развития эмбрионов от оплодотворения до вылупления при различной температуре в 464 производственных партиях кеты, инкубировавшихся на ЛРЗ Юго-Восточного Сахалина в 1976–1998 гг.

Удельные приросты молоди рассчитывали по формулам:

при выдерживании $C_{W_A} = \frac{W_{A_j} - W_{A_i}}{A_j - A_i}$, где A_i и A_j , W_{A_i} и W_{A_j} – биологический возраст и, соответственно, средняя масса свободных эмбрионов на i -е сутки и j -е сутки развития;

при подращивании $C_w = \frac{\ln W_j - \ln W_i}{D_j - D_i} \cdot 100\%$, где D_i и D_j – длительность развития на i -е и j -е календарные сутки развития; W_i и W_j – средняя масса тела особей на i -е и j -е календарные сутки развития.

развития на i -е и j -е календарные сутки развития; W_i и W_j – средняя масса тела особей на i -е и j -е календарные сутки развития.

Результаты и обсуждение

Инкубация икры и оценка биологического возраста. Скорость развития эмбрионов и личинок лососей зависит от температурного режима. В отечественном лососеводстве для расчета длительности инкубации используют интегральную температуру или так называемую сумму градусодней, получаемую путем суммирования среднесуточных температур. Расчет по градусодням может быть довольно точен, только в случае, если температуры в период развития варьируют слабо. Вместе с тем, на сахалинских заводах, где температуры различаются весьма значительно, количество градусодней до вылупления кеты колеблется в пределах от 223 до 610 [Смирнов, 1975].

Несмотря на то, что показатель возраста в градусоднях уже многие годы подвергается критике, он продолжает широко использоваться. Причина этого заключается в простоте вычисления, хотя точность расчетов с применением данного показателя очень невысока. В результате поиска количественного показателя развития, не зависящего от температуры, в 50-е гг. в России был разработан метод безразмерных характеристик [Детлаф, Детлаф, 1960; Городилов, 1980; Детлаф, 2001]. Суть метода заключается в использовании какой-либо «эталонной» длительности определенной стадии развития, в качестве меры для описания продолжительности других стадий. При этом, в качестве элементарной единицы продолжительности развития используется безразмерные характерис-

Таблица 1

Объем биологического материала, собранного в ходе выдерживания
и экспериментального подращивания молоди кеты в 1987—1998 гг.

№ п/п	ЛРЗ	Дата оплодотворения	Дата выпуска	ВЫДЕРЖИВАНИЕ			ПОДРАЩИВАНИЕ		
				Дата начала наблюдений	Количество проб, шт.	Общий объем проб, экз.	Дата начала кормления	Количество проб, шт.	Общий объем проб, экз.
1	Охотский	17.09.87	27.05.88	12.12.87	10	500	15.03.88	10	500
2	Охотский	17.09.87	27.05.88	12.12.87	15	750	—	0	0
3	Охотский	27.09.87	27.05.88	11.01.88	6	300	16.03.88	10	500
4	Соколовский	03.10.88	31.05.89	02.01.89	8	400	21.04.89	4	200
5	Соколовский	12.10.88	31.05.89	13.02.89	7	350	21.04.89	4	200
6	Березняковский	03.10.88	31.05.89	23.01.89	9	450	20.05.89	2	100
7	Березняковский	03.10.88	31.05.89	23.01.89	11	550	—	0	0
8	Березняковский	06.10.88	31.05.89	17.04.89	3	150	20.05.89	2	100
9	Залом	13.10.94	30.05.95	—	0	0	24.03.95	8	400
10	Залом	13.10.96	18.05.97	28.01.97	5	250	14.03.97	7	350
11	Залом	06.10.96	14.05.97	28.01.97	4	200	07.03.97	8	400
12	Залом	10.10.97	12.05.98	12.01.98	6	300	10.03.98	7	350
13	Залом	03.10.97	12.05.98	12.01.98	5	250	24.02.98	8	670
Итого:				1987—1998 гг.	89	4450	1988—1998 гг.	70	3770

тики, либо длительность одного митотического цикла (τ_0) в период синхронных дроблений [Детлаф, Детлаф, 1960], либо продолжительность формирования одной пары сомитов (τ_s) [Городилов, 1980]. Эти величины были предложены авторами в качестве меры биологического возраста.

С целью создания достаточно надежного, но в то же время более простого в использовании способа количественного описания возраста эмбрионов эталонной величиной, не зависящей от температуры, нами был предложен и апробирован на горбуше метод масштабных характеристик [Тарасюк, Тарасюк, 2007]. Согласно данному методу, величина биологического возраста представляет собой масштабный коэффициент квадратичного экспоненциального уравнения (a_i), описывающего зависимость длительности инкубации от температуры. Величина a_i не зависит от температуры, в отличие от безразмерных характеристик имеет размерность (сутки, часы, минуты биологического возраста), и представляет собой условную длительность развития до определенного момента, протекающие при условной температуре 0 °С. Метод масштабных характеристик может быть применен на базе рыбоводных данных.

Анализ рыбоводных данных по инкубации производственных партий кеты показал, что развитие эмбрионов кеты на ЛРЗ юга Сахалина протекает в до-

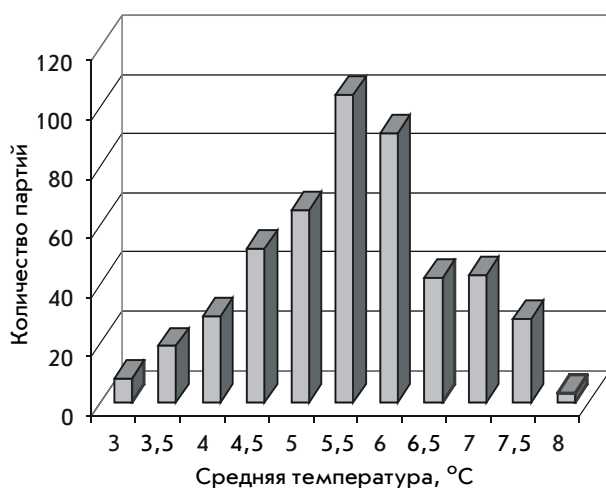


Рис. 1. Средняя температура воды на ЛРЗ Юго-Восточного Сахалина при инкубации икры кеты

вольно широком диапазоне температур, которые в среднем за период инкубации варьировали от 3 до 8 °С. Как правило, инкубация протекает при средней температуре около 5,5 °С (рис. 1).

На дату массового вылупления температура на холодноводных ЛРЗ (Лесной) составляла в среднем около 0,2 °С, а на тепловодных (Залом) — около 6,5 °С. Длительность инкубации изменялась в пределах от 70 до 150 сут, в среднем составляя около 90 сут. Её изменение в зависимости от температуры хорошо описывается экспоненциальным уравнением Таути [Higurashi, Tauti, 1925; Леман, Чебанова, 2002]. Однако учитывая,

что коэффициент термоллабильности в экспоненциальном уравнении Таути не является константой и изменяется в зависимости от температуры [Городилов, 1992; Тарасюк, 2004; Тарасюк, Тарасюк, 2007], мы использовали квадратичное экспоненциальное уравнение (рис. 2).

Доля объясненной дисперсии рассчитанного уравнения регрессии составила 90,9 %, а само уравнение имело следующий вид:

$d_i = 252,4285 \times e^{(-0,22648 \cdot T + 0,006764 \cdot T^2)}$, где d_i — длительность развития эмбрионов до массового вылупления (сутки), T — средняя температура (°С).

Для количественного описания процессов роста молоди кеты более удобной единицей измерения биологического возраста являются «сутки биологического возраста» (далее — сутки б.в.). При этом, масштабный коэффициент (a_i) на i -е сутки развития рассчитывается по уравнению:

$$a_i = d_i \times e^{(-0,22648 \cdot T + 0,006764 \cdot T^2)}.$$

На практике, когда температура воды не является постоянной и колебания ее значительны, при расчете величины a_i следует уменьшить период усредне-

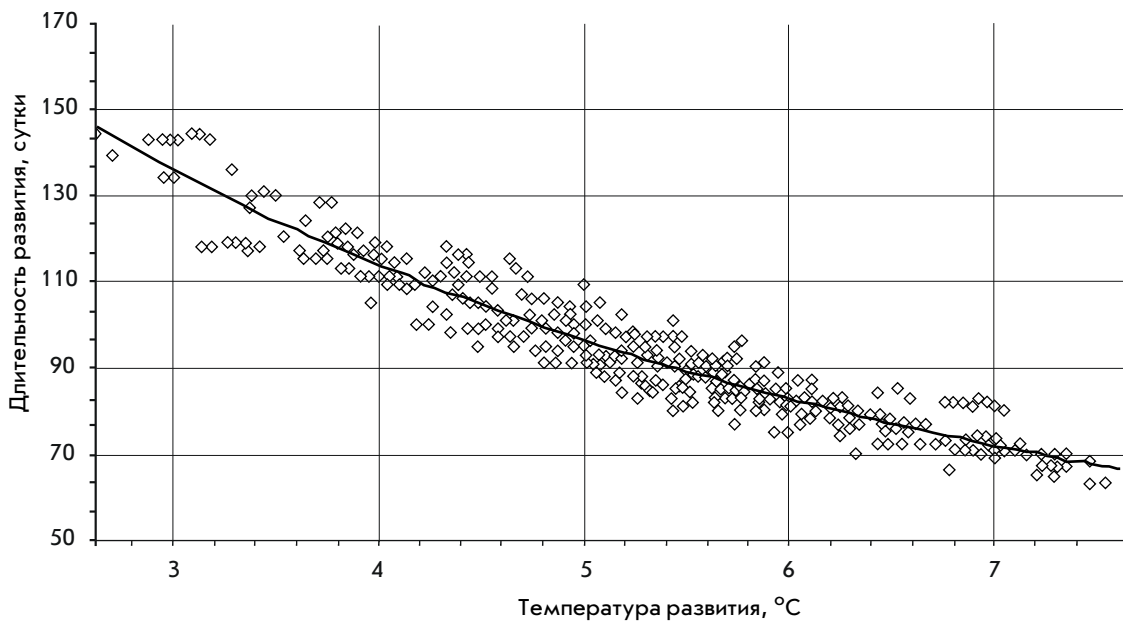


Рис. 2. График квадратичного экспоненциального уравнения, использованного для описания зависимости между длительностью эмбрионального развития кеты и температурой

ния температур до одних суток, рассчитывая величину биологического возраста a_i на каждые сутки развития. Для этого воспользуемся величиной приращения биологического возраста за одни календарные сутки. Например, биологический возраст кеты на i -тые сутки развития равен a_i , а на следующие календарные сутки, соответственно, a_{i+1} . Тогда, поскольку интервал наблюдений ($d_i - d_{i+1}$) равен одним суткам:

$$a_i - a_{i+1} = (d_i - d_{i+1}) \times e^{(-0,22648 \cdot T + 0,006764 \cdot T^2)} = e^{(-0,22648 \cdot T + 0,006764 \cdot T^2)}.$$

Уравнением становится удобно пользоваться при исчислении биологического возраста, начиная от нулевого значения, соответствующего дате оплодотворения кеты. На каждые последующие сутки необходимо к аккумулярованному значению биологического возраста добавить соответствующее его приращение за прошедшие сутки, расчет которого проводится с использованием среднего значения температуры за двое смежных суток. Схема расчетов биологического возраста кеты на каждые сутки наблюдений с использованием среднесуточной температуры показана в табл. 2. В первой колонке приводятся даты наблюдений, начиная с момента оплодотворения. Во второй проставляются среднесуточные температуры, рассчитанные как средняя арифметическая величина двух соседних значений. Например, через одни календарные сутки после оплодотворения, на дату 18 сентября, берется средняя температура на даты 17 и 18 сентября, т.е. $T = (6,2 + 6,2) / 2$.

Для последующих суток наблюдений, на дату 19 сентября, используется значения температуры $T = (6,2 + 8,0) / 2$, и так далее. В третьей колонке подсчитывается среднесуточное приращение биологического возраста на каждый день наблюдений. В последней, четвертой колонке, суммируются приращения биологического возраста, и на каждую дату развития определяется его нарастающее значение. Так, на дату 19 сентября биологический возраст исходя из суммы 3,14 и 3,55 составил 6,69 сут б.в.

Таким образом, на каждые сутки наблюдений, определен биологический возраст кеты. Биологическим возрастом, при котором происходит массовое вылупление эмбрионов кеты, является величина 252,4 сут б.в. Учитывая, что скорость развития пойкилотермных животных видоспецифична [Медников, 1977],

Таблица 2

Пример подсчета биологического возраста эмбрионов кеты на каждый день наблюдений на примере партии икры, заложеной на инкубацию 17.09.87 (Охотский ЛРЗ)

Дата наблюдений	Среднесуточная температура	Суточное приращение биологического возраста, сут	Биологический возраст, сут б.в.
17.09.87	6,2	0,00	0,00
18.09.87	6,2	3,14	3,14
19.09.87	8,0	3,55	6,69
...
26.05.89	10,1	4,78	721,91
27.05.89	10,0	4,92	726,83

полагаем, что характер ее связи с температурой не меняется и на последующих периодах (личиночном, мальковом) раннего онтогенеза кеты.

Выдерживание свободных эмбрионов и личинок. После выхода эмбрионов из-под оболочки наступает последний этап эмбрионального периода развития, который длится до достижения молодью способности к смешанному (эндогенному и экзогенному) питанию. Для определения возраста, при котором происходит переход с эмбрионального на личиночный период развития, мы рассмотрели динамику биологических показателей свободных эмбрионов и личинок, выдерживаемых в садках без кормления, по мере их роста. Поскольку источником энергии в этом случае является исключительно энергетическая емкость желточного мешка, то по мере накопления трат энергетических запасов на рост и дыхание с некоторого момента развития рост личинок начнет замедляться. Можно полагать, что момент начало такого снижения темпов роста будет являться индикатором наступления личиночного периода. Линейный рост свободных эмбрионов и неокормленных личинок кеты и его аппроксимация полиномиальным трендом показаны на рис. 3.

Длина тела свободных эмбрионов возрастала с 21,5–23,4 мм до максимального значения 36,8 мм в возрасте 560 сут б.в. По мере дальнейшего увеличения возраста, вплоть до 622 сут б.в., средняя длина тела личинок в пробах больше не увеличивалась, колеблясь в интервале от 36,2 до 36,8 мм. Масса тела свободных эмбрионов после вылупления составляла от 200 до 248 мг. В процессе выдерживания она постепенно возрастала, достигнув максимального значения 428 мг в возрасте 389,5 сут б.в., и в дальнейшем уже не превышала 362 мг. При этом, начиная с возраста 505 сут б.в. средняя масса тела личинок постепенно снижалась, изменяясь от 372 до 353 мг. Желточный мешок уменьшался от максимального значения 180 мг до полной резорбции, которая наблюдалась начиная с возраста 590 сут б.в.

Аппроксимация экспериментальных данных полиномиальными трендами выявила закономерный характер изменения биологических показателей по мере выдерживания молодежи кеты. Особенно показательной в этом отношении оказалась динамика математического ожидания средней массы тела (см. рис. 3,Б). Ее анализ позволил условно разделить биотехнический этап выдерживания на три качественно различающиеся друг от друга по динамике биологических показателей фазы, которые можно условно назвать фазами «равномерного роста», «замедления роста» и «прекращения роста» (табл. 3).

«Фаза равномерного роста» ограничивается возрастными от 250 до 450 сут б.в. Характеризуется прямолинейным характером увеличения массы и длины тела по мере увеличения возраста. Удельные приросты свободных эмбрионов максимальны и могут составлять 0,67 мг/сут б.в. Скорость расхо-

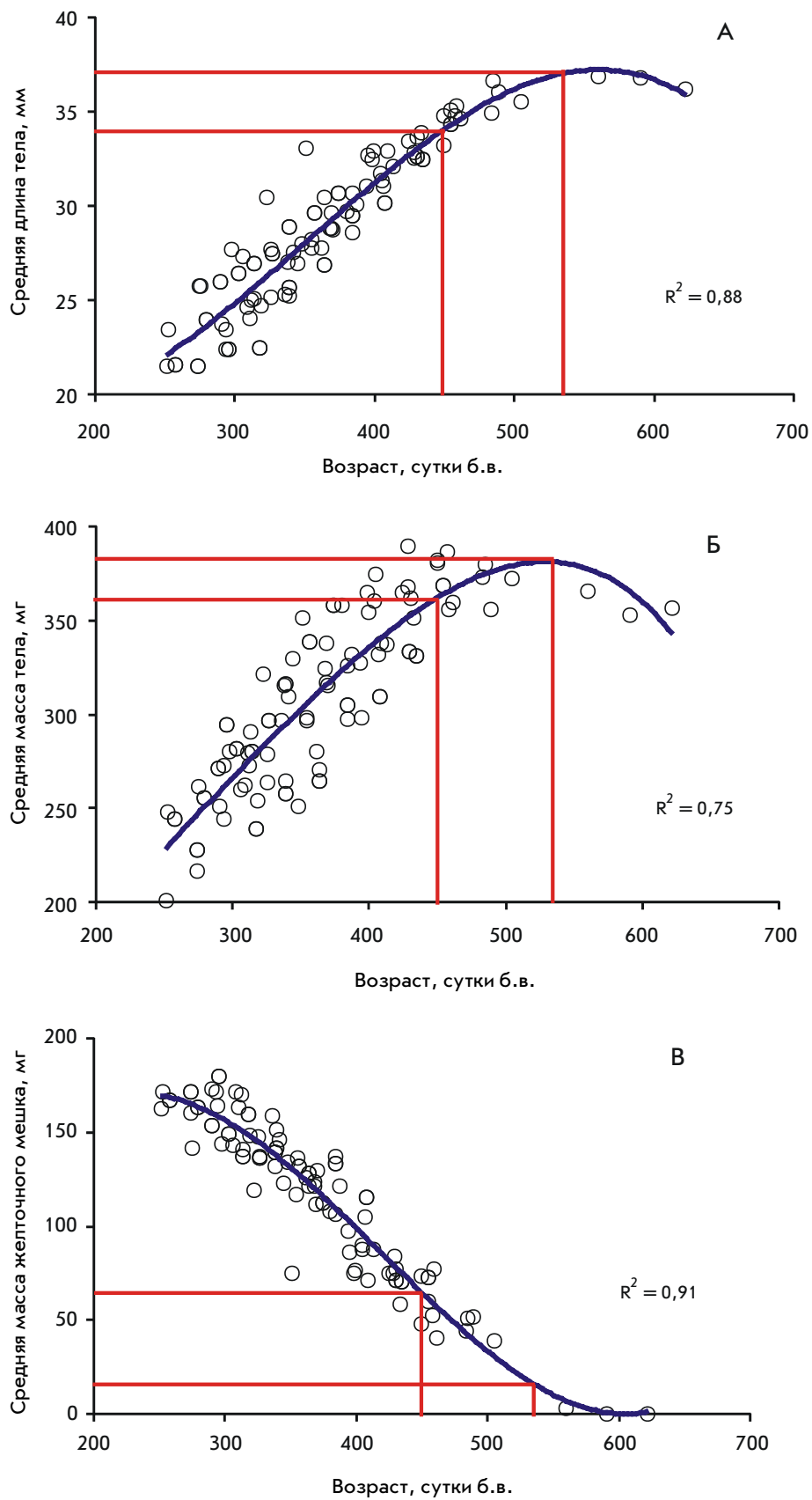


Рис. 3. Динамика средней длины (А), массы (Б) тела и массы желточного мешка (В) свободных эмбрионов и личинок кеты в процессе их выдерживания без кормления

Математические ожидания биологических показателей, характеризующие три фазы, возможные при выдерживания молоди кеты без кормления (рассчитано по уравнениям полиномиальных трендов)

Биологические показатели	Фазы роста, возможные при выдерживании		
	«равномерного роста»	«замедления роста»	«прекращения роста»
Возраст, сут б.в.	250–450	450–530	530–620
Масса тела, мг	228–362	362–381	381–345
Длина тела, мм	22,0–34,1	34,1–37,0	37,0–36,0
Масса желточного мешка, мг	170–64	64–18	18–0
Удельный прирост, мг/сут б.в.	0,67	0,24	–0,40

дования массы желточного мешка постепенно увеличивается вплоть до возраста 350 сут б.в., после чего стабилизируется. В среднем за одни сут б.в. расходуется 0,66 мг желточного мешка. При завершении фазы относительная масса желточного мешка может составлять 17,8 % от массы тела или 38 % от первоначальной массы после вылупления.

Во второй фазе («замедления роста»), которая длится до возраста 530 сут б.в. происходит снижение темпа роста. Удельные приросты массы тела уменьшаются почти в 2,5 раза, в среднем составляя 0,24 мг/сут б.в. Ко времени завершения фазы достигается максимальное за выдерживание значение массы тела (381 мг), молодь при этом имеет длину около 37 мм, массу желточного мешка — 18 мг. Равномерная скорость расходования желточного мешка постепенно начинает замедляться до 0,58 мг/сут б.в. Относительная масса желточного мешка в конце фазы уменьшается до 4,7 % от массы тела или 10,6% от первоначальной массы после вылупления.

Третья фаза («прекращения роста») характеризуется постепенным уменьшением массы тела, которое может составлять в среднем около 0,40 мг/сут б.в. Известно, что при отсутствии поступления пищи извне наблюдаются процессы, связанные с резорбцией тканей тела личинки [Новиков, 2000], что, по-видимому, и вызывает снижение их массы тела. Желточный мешок к возрасту 600 сут б.в. резорбируется полностью. Масса тела к возрасту 620 сут б.в. снижается до 345 мг.

Отход личинок, который за период экспериментального выдерживания не превышал 1 %, в конце третьей фазы возрос до 3 %. Это послужило причиной прекращения дальнейшего эксперимента по выдерживанию личинок без кормления. Можно полагать, что данная фаза не ограничивается максимальным возрастом, до которого проводились наши наблюдения, а завершается вместе с гибелью личинок, так и не перешедших на экзогенное питание. В.С. Ивлевым [1977] показано, что потеря массы молодью вследствие голодания в 25–30 % летальна. В нашем случае к возрасту 620 сут б.в. потеря массы от максимального значения могла составить только 9,5 %. Критическое значение потери массы тела (95 мг), приводящее к гибели, в соответствии с прогнозом тренда могло возникнуть в возрасте 670 сут б.в.

Выявленный нами возраст начала замедления роста (450 сут б.в.), в соответствии с принятой гипотезой, может являться тем возрастом, при котором в естественных условиях происходит переход эмбрионов на смешанное питание. Иными словами, он служит маркером достижения личиночного периода развития кеты. Биологический возраст, при котором начинается снижение массы (530 сут б.в.) и массовая гибель личинок (670 сут б.в., в условиях от-

сутствия экзогенного питания) можно отнести к критическим моментам раннего онтогенеза кеты которые следует учитывать при планировании биотехнического цикла.

Подращивание личинок и мальков. Начало перехода личинок кеты на смешанное питание в зависимости от их возраста можно проследить по первому появлению пищи в желудочно-кишечном тракте, а интенсивность перехода — по доле питающихся особей. В экспериментальных вариантах, где возраст молоди на дату начала кормления был менее 450 сут б.в., пища в желудочно-кишечных трактах особей кеты была впервые обнаружена в возрасте около 450 сут б.в. (рис. 4). В частности, при кормлении с возраста 358 сут б.в. молодь вплоть до выпуска с ЛРЗ в возрасте 387 сут б.в. так и не перешла на смешанное питание. При кормлении с возраста 414 сут б.в., в возрасте 425 сут б.в. пища в желудке отсутствовала и была отмечена лишь в возрасте 452 сут б.в. у более чем половины особей. При начале кормления молоди с 422 сут б.в. почти половина особей (46 %) начала питаться в возрасте 450 сут б.в., а при начале кормления с возраста 440 сут б.в. интенсивный переход особей (70 %) на смешанное питание произошел в возрастном интервале от 440 до 460 сут б.в.

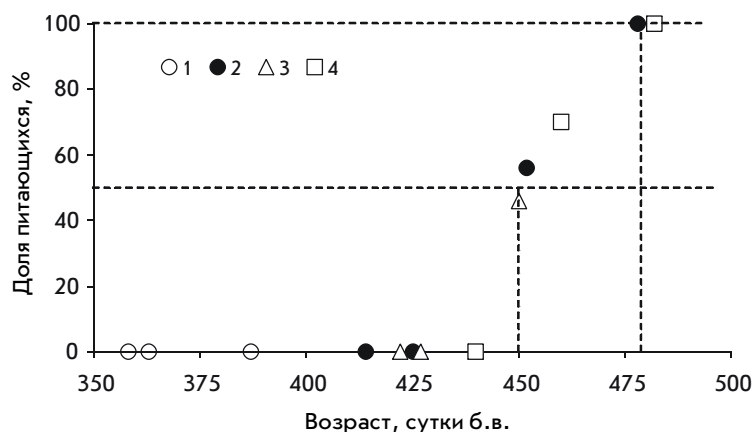


Рис. 4. Начало перехода личинок кеты на смешанное питание в зависимости от возраста личинок: 1 — кормление с 358 суток б.в.; 2 — кормление с 414 суток б.в.; 3 — кормление с 422 суток б.в.; 4 — кормление с 440 суток б.в.

Переход 100 % особей на смешанное питание отмечен нами в возрасте 478—482 сут б.в. Представленные на рис. 4 данные показывают, что переход более половины особей на смешанное питание, во всех случаях отмечалось в возрасте около 450 сут б.в. Этот возраст соответствует границе фаз «равномерного роста» и «замедления роста», выделенной по результатам наблюдений за выдерживанием свободных эмбрионов кеты без кормления. Очевидно, что в условиях ЛРЗ с данного возраста можно начинать кормление. Биологическими маркерами его наступления будут следующие средние значения биологических показателей личинок кеты: массы тела — около 360 мг; длины — около 34 мм; остатка желточного мешка — около 18 % от общей массы тела.

Удельные приросты личинок в ходе подращивания изменялись от 0,54 до 1,75 %/сут, причем, максимальные приросты пришлись на возраст начала кормления 483 сут б.в., а минимальные — на 414 сут б.в. (табл. 4). Между тем, величина приростов в значительной степени зависит от температуры. Сравнение экспериментальных данных с потенциально возможной способностью роста [Wetherley, Gill, 1995 — цит. по Леман, Чебанова, 2002] показало,

Показатели роста молоди кеты в ходе экспериментального подращивания при различных возрастах начала кормления

№ п/п	Продолжительность подращивания, сут ($D_j - Di$)	Возраст на дату начала кормления, сут.б.в. A_j	Средняя температура при подращивании, °С T	Средняя масса тела, мг		Удельные приросты, %/сутки C_w
				Дата начала наблюдений, W_i	Дата завершения наблюдений W_j	
5	34	413,5	3,6	342,0	463,1	0,89
6	8	421,4	6,0	349,9	364,8	0,54
3	72	440,2	6,6	360,1	1196,2	1,66
4	34	456,4	3,6	399,3	559,4	0,99
13	70	466,0	5,5	407,9	1157,0	1,49
12	70	482,3	5,5	384,6	1227,6	1,66
1	67	483,4	6,4	373,0	1201,4	1,75
10	70	503,5	5,5	356,1	1084,5	1,59
11	66	508,8	5,8	390,7	1069,7	1,52
9	31	524,9	5,2	626,1	936,8	1,30

что ни в одном из экспериментальных вариантов не была достигнута скорость роста, соответствующая потенциально возможной для молоди кеты, подращиваемой в пресной воде (рис. 5,А). По наблюдаемым данным, в одном случае скорость роста составила более 70 % от потенциально возможной, в шести — более 60 %, в двух — более 50 %, и в двух — менее 30 %. Сглаживание данных полиномиальным трендом позволило заключить, что максимальная скорость роста (более 60 % от потенциально возможной) соответствовала вариантам, где молодь начали кормить в диапазоне возрастов 450 и 530 сут б.в. (рис. 5,Б). Границы этого диапазона совпадают с границами фазы «замедления роста» личинок, выдерживаемых без кормления. Вершина полинома пришлась на точку, соответствующую математическому ожиданию максимального прироста (около 70 %) и возрасту начала кормления 490 сут б.в.

Заключение

Анализ экспериментальных данных по выдерживанию и подращиванию молоди кеты на ЛРЗ Юго-Восточного Сахалина проведенный с применением в качестве показателя времени биологического возраста позволил выявить некоторые особенности роста, связанные с условиями ее кормления.

На этапе выдерживания эмбрионов и личинок удалось установить три качественно и количественно различающиеся фазы роста — «равномерного роста», «замедления роста» и «прекращения роста». Как оказалось, идентификация границ фазы замедления роста является ключевым для определения даты начала кормления на последующем биотехническом этапе — при подращивании. Начало наступления фазы синхронизировано с готовностью личинок к переходу на смешанное питание и сигнализирует о необходимости приучения личинок к экзогенному питанию, хотя масса желточного мешка составляет еще более 1/3 от первоначальной. Границы фазы — от 450 до 530 сут б.в., масса тела молоди при этом изменяется в пределах 360–380 мг, длина от 34 до 37 мм, масса желточного мешка — от 18 до 5 % от массы тела. Середина фазы, которая приходится на возраст 490 сут б.в., признана оптимальной, для выбора даты начала полноценного кормления, поскольку кормление с данного возраста может обеспечить максимальные приросты. Индикаторами наступления этого момента развития могут являться следующие средние значения биологических показателей: массы тела — около 375 мг, длины тела — около 36 мм,

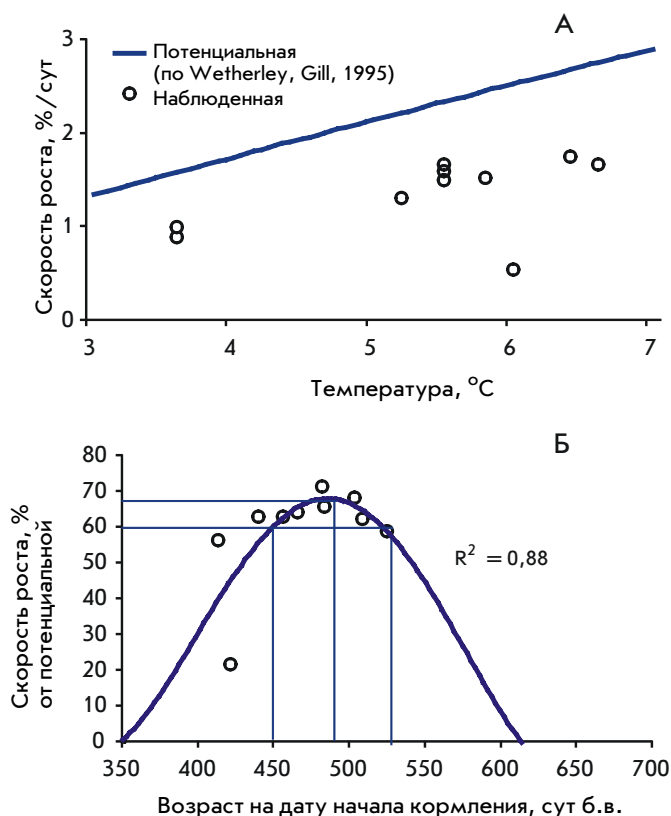


Рис. 5. Скорость роста молоди кеты при ее подращивании на ЛРЗ юго-восточного Сахалина в зависимости от температуры (А) и в процентах от потенциальной скорости роста в зависимости от возраста начала кормления (Б)

массы желточного мешка — около 40 мг, что составляет 22 % от его первоначальной массы или 10 % от массы тела.

Достаточно широкие пределы границ фазы торможения роста показывают высокую пластичность молоди кеты при переходе на смешанное питание. Вместе с тем, запоздание с началом кормления молоди и начало кормления по возрастам, соответствующим следующей фазе — «прекращения роста», неизбежно приведет к существенному снижению массы тела и в дальнейшем к их гибели. Отсутствие искусственного кормления молоди до достижения возраста 630 сут б.в., когда запасы желточного мешка утилизированы (полностью — к достижению возраста 600 сут б.в.), может явиться причиной 100%-ной ее гибели.

Вместе с тем, приведенные в настоящей статье данные свидетельствуют о том, что даже при соблюдении нормативных значений плотности посадки и рациона кормления, а также при оптимальном возрасте начала кормления потенциально возможная скорость роста не достигается. А это значит, что утвержденные нормативы условий среды (плотности посадки, концентрация кислорода в воде, расходы воды и др.) для подращивания молоди кеты на ЛРЗ нуждаются в более внимательном исследовании на предмет их соответствия обеспечению максимальной продуктивности.

ЛИТЕРАТУРА

- Городилов Ю.Н. 1980. Равномерный темп метамеризации осевого отдела у зародышей костистых рыб при постоянной температуре // Докл. АН СССР. Т. 251. № 2. — С. 469—473.
- Городилов Ю.Н. 1992. Анализ математической зависимости скорости эмбриогенеза от температуры у низших позвоночных // Журнал общей биологии. Т. 53. № 1. — С. 118—127.
- Детлаф Т.А. 2001. Температурно-временные закономерности развития пойкилотермных животных. — М.: Наука. — 211 с.
- Детлаф Т.А., Детлаф А.А. 1960. О безразмерных характеристиках продолжительности развития в эмбриологии // Докл. АН СССР. Т. 134. № 1. — С. 199—202.
- Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 2006. Качество и экологическая полноценность выращиваемой молоди лососей // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока. Международный научно-практический семинар. Петропавловск-Камчатский. 30 ноября — 1 декабря 2006 г.: Материалы докладов. — Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. Книж. изд-во. — С. 119—123.
- Ивлев В.С. 1977. Экспериментальная экология питания рыб. — Киев: Наукова думка. — 270 с.
- Итоги работы лососевых рыбоводных заводов на Дальнем Востоке в 2005/2006 производственном году // Рыбное хозяйство. № 4. 2007. — С. 48—50.
- Каев А.М., Игнатьев Ю.И. 2007. Заводское разведение лососей в Сахалинской области // Рыбное хозяйство. № 6. — С. 57—60.
- Канидьев А.Н. 1967. Факторы среды определяющие величину смертности и возможности повышения жизнестойкости заводской молоди кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) в пресноводный период жизни. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. — М.: ВНИПРХ. — 24 с.
- Канидьев А.Н. 1984. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. — М.: Легкая и пищевая промышленность. — 216 с.
- Канидьев А.Н., Леванидов В.Я. 1968. Вопросы улучшения биотехники разведения кеты // Изв. ТИНРО. Т. 65. — С. 119—132.
- Кляшторин Л.Б., Смирнов Б.П. 1992. Тихоокеанские лососи: состояние запасов и воспроизводство // Рыб. хоз-во. Сер. Аквакультура: Обзорная информация. Вып. 2. — М.: ВНИЭРХ. — 36 с.
- Кобаяси Т. 1988. Воспроизводство запасов лососей в Японии // Рыбное хозяйство. № 2. — С. 57—62.
- Леванидов В.Я. 1965. Питание и рост мальков кеты в пресных водах // Зоол. журн. Т. 34. Вып. 2. — С. 371—379.
- Леман В.Н., Чебанова В.В. 2002. Возможности повышения эффективности искусственного разведения кеты (*Oncorhynchus keta* Walbaum) и экология заводской молоди в бассейне реки Большая (Западная Камчатка) // Экологическая физиология и биохимия рыб в аспекте продуктивности водоемов. Труды ВНИРО. Т. 141. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 102—113.

- Медников Б.М.* 1977. Температура как фактор развития // Внешняя среда и развивающийся организм. — М.: Наука. — С. 7–52.
- Новиков Г.Г.* 2000. Рост и энергетика развития костистых рыб в раннем онтогенезе. — М.: Эдиториал УРСС. — 296 с.
- Приказ* Государственного комитета Российской Федерации по рыболовству от 21 сентября 1999 г. № 264. Об утверждении временных биотехнических нормативов по разведению молоди ценных промысловых рыб предприятиями по искусственному воспроизводству рыбных запасов Российской Федерации. 1999. — М.: Госкомрыболовство. — 14 с.
- Смирнов А.И.* 1963. Инструкция по искусственному разведению лососей. — М.: Изд-во Рыбное хозяйство. — 60 с.
- Смирнов А.И.* 1975. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. — М.: Изд-во МГУ. — 334 с.
- Смирнов Б.П., Леман В.Н., Шульгина Е.В.* 2006. Заводское воспроизводства тихоокеанских лососей в России: современное состояние, проблемы и перспективы // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока. Международный научно-практический семинар. Петропавловск-Камчатский. 30 ноября – 1 декабря 2006 г.: Материалы докладов. — Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. Книж. изд-во. — С. 16–26.
- Тарасюк Е.В., Тарасюк С.Н.* 1989. Применимость метода безразмерных характеристик и уравнения Таути для прогнозирования длительности стадий эмбриогенеза рыб // Ранний онтогенез объектов марикультуры. — М.: ВНИРО. — С. 102–113.
- Тарасюк Е.В.* 2004. Сравнительная оценка результатов использования различных уравнений, описывающих длительность развития эмбрионов кижуча в зависимости от температуры // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Тр. Сахал-го науч.-исслед. инс-та рыбн. хоз-ва и океанографии. — Южно-Сахалинск: СахНИРО. Т. 5. — С. 85–98.
- Тарасюк Е.В., Тарасюк С.Н.* 2007. Метод масштабных характеристик и его применение для совершенствования биотехники искусственного разведения горбуши. — М.: Изд-во ВНИРО. — 149 с.
- Higurashi T., Tauti M.* 1925. On the relation between temperature and the development of fish-eggs // J. Imper. Fish. Inst., 21. — P. 1–16.
- Hiroi O.* 1998. Historical trends of salmon fisheries and stock condition in Japan // Assessment and status of Pacific Rim salmonid stocks // Bull. NPAFC., 1. Bull. — P. 23–27.
- Kaeriyama M.* 1989. Aspects of salmon ranching in Japan // Physiol. Ecol. Japan. Spec. Tokyo, 1. — P. 625–638.
- Kaeriyama M.* 1996. Population dynamics and stock management of hatchery-reared salmon in Japan // Bull. Natl. Res. Aquacult. Suppl. N. 2. — P. 11–15.
- Shirachata S.* 1985. Strategies in salmon farming in Japan // NOAA, Tech. Rep. NMES., 27. — P. 91–95.
- Wetherley A., Gill H.* 1995. Growth // Pacific Salmon Life History. (ed. Groot c. & Margolis L.). Vancouver: UBC Press. — P. 103–158.
- Parker R.R.* 1962. Estimations of ocean mortality rates for Pacific salmon (*Oncorhynchus*) // J. Fish. Res. Board Can. V. 19. N. 4. — P. 561–589.
- Ricker W.E.* 1966. Sockeye salmon in British Columbia // Bull. Internat. N. Pacif. Fish. Comm. N. 18. — P. 59–70.
- Senn H.G., Hager R.* 1976. Comparison of sea water with fresh water in rearing chum salmon smolts // J. Fish. Res. Board Can. V. 38. N. 2. — P. 108–109.

УДК 597.58:597–146.53:597–18

ОСОБЕННОСТИ ООГЕНЕЗА АНТАРКТИЧЕСКОГО КЛЫКАЧА ИЗ МОРЯ РОССА В ПРЕДНЕРЕСТОВЫЙ ПЕРИОД

С.В. Пьянова, А.Ф. Петров

ВНИРО, г. Москва, pjanova@vniro.ru

THE OOGENESIS CHARACTERISTICS OF ANTARCTIC TOOTHFISH FROM THE ROSS SEA IN THE PRESPAWNING PERIOD

S.V. Piyanova, A.F. Petrov

VNIRO, Moscow, pjanova@vniro.ru

Введение

Настоящая работа проводится в рамках мониторинга состояния репродуктивной системы антарктического клыкача *Dissostichus mawsoni* Norman, 1937.

Антарктический клыкач *D. mawsoni*, также как и патагонский клыкач *D. eleginoides*, является наиболее ценным объектом лова в зоне действия Конвенции по сохранению морских живых ресурсов Антарктики и Комиссии АНТКОМ (CCAMLR) и добывается в настоящее время в приматериковых морях Индоокеанского и Тихоокеанского секторов Антарктики [Шуст, Брухис, 1994; Shust et al., 2005]. В море Росса ярусный лов антарктического клыкача был начат Новой Зеландией в сезоне 1997/1998 г. (CCAMLR, 2009). По мере подключения к промыслу других стран-участниц АНТКОМ ежегодные объемы вылова увеличились, в последние годы вылов стабилизировался на уровне 2,70–3,09 тыс. т. (CCAMLR, 2009). Российские ярусоловы вернулись в Антарктику лишь в 2002 г. В сезоне 2002/2003 гг. российский вылов данного вида достиг максимума 703 т, а в сезоне 2007/2008 гг. он составил 276 т.

Вылов антарктического клыкача в высокопродуктивном море Росса, затруднен сложным рельефом дна и неблагоприятной ледовой обстановкой. Следствием этих трудностей является недостаточная изученность репродуктивной системы данного вида, остаются дискуссионными вопросы о точных районах, сроках, периодичности и типе его нереста, а также о размерах достижения половозрелости.

В настоящее время сведения о раннем периоде жизненного цикла антарктического клыкача крайне фрагментарны.

Антарктический клыкач относится к батимально-пелагическим видам семейства *Nototheniidae*, он распространен циркумполярно в высоких широтах приматериковых вод Антарктики. Жизненный цикл антарктического клыкача делится на три этапа [Андрияшев, 1979, 1986; Юхов, 1982]. Молодь (сеголетки и

годовики) длиной до 117 мм обитает весной — летом в поверхностных водах вблизи материка. Неполовозрелые подростки особи длиной от 185 мм опускаются в придонный слой и несколько лет обитают на шельфе с глубинами 50–300 м; с наступлением половозрелости рыбы уходят на большие глубины материкового склона (600–1800 м). При этом крупные особи половозрелого клыкача держатся на больших глубинах (1600–1800 м), а рыбы небольших размеров — вблизи островов и в шельфовой зоне на глубинах 300–600 м [Shust et al., 2005; Hanchet, 2006]. Половозрелые особи клыкача совершают нерестовые и пищевые вертикальные миграции с глубин свыше 2000 м [FishBase, 2005] в мезопелагиаль и обратно, что связано с влиянием абиотических факторов среды [Кокорин и др., 2008].

Известно, что антарктический клыкач созревает в возрасте 8–9 лет при длине от 95–105 см [Gon, Heemstra, 1990; Shust et al, 1990; Kock, Kellermann, 1991; Kock, 1992; Eastman, DeVries, 2000; Horn, 2002; Fenaughty, 2006; Shust et al., 2005] до 120 см [Livingston, Grimes, 2005]. Несмотря на то, что большинство *Nototheniidae* нерестятся ежегодно, у антарктического клыкача промежуток между очередным нерестом может занимать от года до полутора лет [Юхов, 1982; Лисовенко, 1987]. Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) антарктического клыкача колеблется от 0,50 млн до 1,70 млн икринок, в среднем составляя 1,00 млн [Prutko, Lisoenko, 2005]. По другим данным [Everson, 2002], коррелирующим с нашими результатами, полученными ранее [Pryanova et al., 2008; Пьянова, 2009], ИАП варьирует от 0,47 млн до 1,4 млн икринок, а относительная плодовитость — от 13 до 46 шт/г тела (в среднем 25 шт/г). Зрелые нефиксированные икринки антарктического клыкача крупные, по данным разных авторов, они имеют средний диаметр от 2,0–2,25 мм [Patchell, 2004] до 4,0–4,5 мм [Юхов, 1971; Евсеенко и др., 1995].

Проблема определения зрелости яичников антарктического клыкача актуальна для определения доли нерестовой части его промысловой популяции. Известна трудность визуального определения стадий зрелости гонад данного вида в период промысла [Hanchet et al., 2003]. Микроскопический анализ позволяет уточнить особенности созревания и развития гонад антарктического клыкача в течение антарктического лета.

Целью работы является гистологическое исследование оогенеза антарктического клыкача, выловленного за два промысловых сезона 2004/2005 гг. и 2005/2006 гг. в море Росса Тихоокеанского сектора Антарктики в преднерестовый период, приходящийся на антарктическое лето.

Материал и методика

Материал для исследования состояния гонад антарктического клыкача был собран в Тихоокеанском секторе Антарктики, в море Росса в мелкомасштабных квадратах SSRU С, Н, К и А подрайонов 88.1 и 88.2, выделенных АНТКОМ (рис. 1) на российском ярусоловном судне «Волна» за два промысловых сезона: в декабре—марте 2004/2005 гг. и в декабре—феврале 2005/2006 гг. Вылов осуществляли на глубине от 535 м до 1925 м, среднюю глубину вылова для каждого яруса рассчитывали по глубинам начала и окончания его постановки.

В работе использованы данные биоанализа 1988 самок антарктического клыкача, в процессе которого измеряли длину тела по Смитту, массу тела общую, массу гонад, визуально определяли пол и стадию зрелости гонад. Рассчитывали коэффициент зрелости ($K_{зр}$, %) от массы тела с внутренностями и коэффициент упитанности по Фультону ($K_{уп\ Ф}$, %) от массы тела. Пробы гонад для гистологического анализа фиксировали в 4%-ном растворе формальдегида еженедельно.

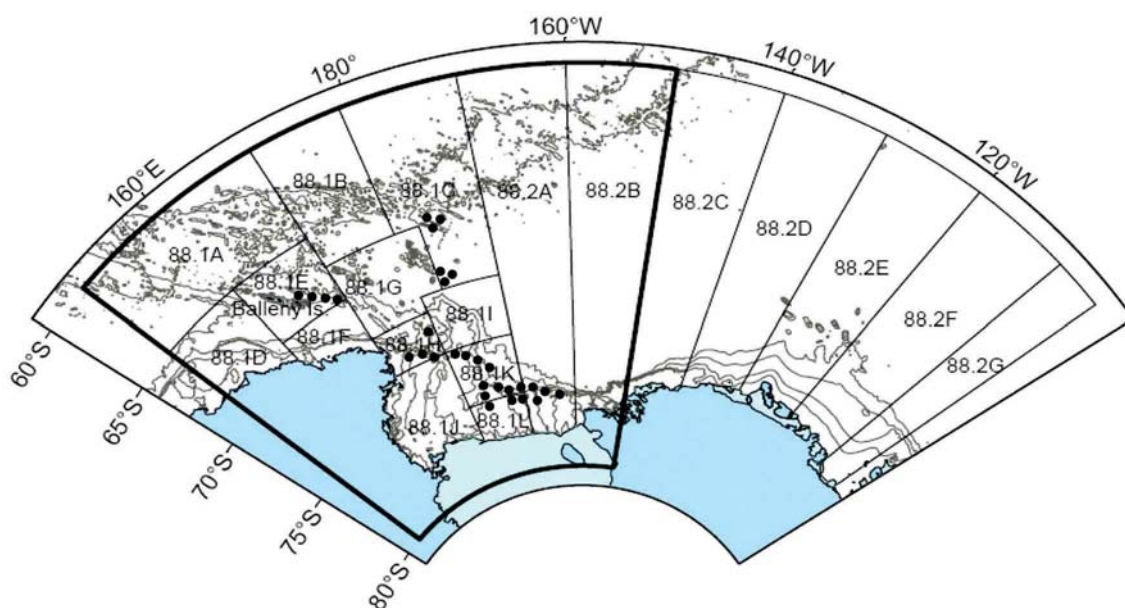


Рис. 1. Подрайоны моря Росса (ограниченная область), в которых осуществлялся вылов антарктического клыкача в 2005 и 2006 гг., показаны точки постановки ярусков

Всего гистологическому анализу подвергли яичники 34 самок антарктического клыкача. На каждом стекле было смонтировано от 9 до 16 срезов. При проведении гистологических исследований руководствовались стандартными методиками [Роскин, Левинсон, 1957], модифицированными нами [Микодина и др., 2009]. Гистологическую проводку материала осуществляли через автомат карусельного типа, заливку в парафин на заливочной станции. Срезы толщиной 5 микрон получали на санном полуавтоматическом микротоме и окрашивали квасцовым гематоксилином по Эрлиху [Ромейс, 1953] с докраской эозином. Для фотографирования микропрепаратов использовали компьютерную установку: микроскоп *Olympus* с автоматической видеокамерой *Leica DC-100* и программу *DC Viewer*. Фотографии получали при увеличении окуляра 10х и объективов 5, 10, 20 и 40х.

При описании гистологического состояния половых желез антарктического клыкача ориентировались на стандартную методику для гонад нототениевых рыб [Методические указания..., 1983], исследования клыкачей В.Л. Юхова [1982], а также на наши результаты, полученные на особях патагонского [Пьянова, 2006] и антарктического клыкачей [Piyanova, Petrov, 2007a,b; Piyanova, Kokorin, 2007; Piyanova, 2008]. Средние диаметры ооцитов крупной, средней и мелкой генерации, а также диаметры их ядер на гистологических срезах — по 25 клеток каждой группы от каждой самки — определяли на гистологических препаратах как полусуммы малого и большого диаметров с помощью системы анализа изображения *Image-J*. Поскольку в процессе гистологической обработки происходит обезвоживание и уменьшение средних диаметров ооцитов рыб до 25 % [Воронина, 1981], использовали коэффициент пересчета. Материал обрабатывали статистически, различия выборочных средних оценивали по *t*-критерию Стьюдента [Лакин, 1980].

Результаты

Морфофизиологические показатели антарктического клыкача. В период антарктического лета длина самок клыкача, выловленных в подрайонах 88.1 и 88.2 и подвергнутых гистологическому анализу, не различалась в разные годы

исследования, достигая в среднем 146 см (табл. 1). Наши данные сопоставимы с этими же показателями, определенными другими авторами. Так, К.В. Шуст [Shust et al., 2005), свидетельствует о средней длине особей антарктического клыкача в море Росса до 150 см.

Таблица 1

Биологические характеристики самок антарктического клыкача, подвергнутых гистологическому анализу

Показатели	$\frac{M \pm m}{\text{lim}}$	
	2004/2005 гг.	2005/2006 гг.
Количество рыб, шт.	21	13
Масса рыб, кг	$\frac{42,95 \pm 2,81^1}{25-76}$	$\frac{44,91 \pm 3,04^1}{21-82}$
Длина рыб, см	$\frac{146,19 \pm 2,69^1}{126-174}$	$\frac{146,18 \pm 2,70^1}{120-175}$
К зр, %	$\frac{2,61 \pm 0,33^1}{1,0-8,2}$	$\frac{2,96 \pm 0,84^1}{0,58-20,02}$
К уп Ф, %	$\frac{1,35 \pm 0,04^1}{0,84-1,69}$	$\frac{1,40 \pm 0,04^1}{1,07-1,85}$
Стадии зрелости гонад	III поздняя, III–IV, IV	III ранняя, III поздняя, III–IV, IV
Диаметр наиболее крупных ооцитов, мкм	$\frac{1166,35 \pm 35,58}{536-1623}$	$\frac{2331,47 \pm 56,95}{643-2028}$

Примечание. ¹ – различия достоверны при $p < 0,5$.

Новозеландские авторы свидетельствовали, что длина самок клыкача из моря Росса в декабре–феврале колебалась от 89 до 150 см, при этом созревающие самки достигали длины в среднем 137 см [Mormede et al., 2008]. Другие средние морфологические показатели, определенные нами (масса, коэффициенты зрелости и упитанности, диаметр наиболее крупных ооцитов), оказались достоверно выше у самок, выловленных в промысловый сезон 2006 г. по сравнению с рыбами 2005 г. вылова.

Коэффициент зрелости обоснованно считается общепризнанным индикатором потенциала созревания клыкачей, как и большинства других рыб. Однако для антарктического клыкача опубликованных сведений по этому показателю, как и по гонадосоматическому индексу (ГСИ), недостаточно для представления полной картины его сезонной и пространственной динамики в море Росса в условиях промысловой нагрузки. В последние годы иностранные авторы интенсифицировали исследования по вопросу созревания антарктического клыкача. При сравнительной оценке зарубежных данных [Livingston, Grimes, 2005; Mormede et al., 2008; Prutko, 2004; 2006; 2008] с нашими результатами следует подчеркнуть, что в них отношение массы гонад к общей массе тела рыбы называется ГСИ, в то время как в нашей стране этот показатель принято именовать «коэффициентом зрелости». Коэффициент зрелости в отличие от ГСИ более удобен, поскольку его расчет не требует дополнительного определения массы тела рыбы без внутренностей в промысловых условиях. Однако мы согласны с G.I. Patchell [2003], что на его вариабельность кроме различной массы гонад, могут повлиять и различия в степени упитанности и наполнения желудка.

Выявлено, что средний коэффициент зрелости самок клыкача, подвергнутых гистологическому анализу гонад, составил от 2,61 % в 2005 г до 2,96 % в 2006 г. (см. табл. 1). В то же время среди всех 1988 самок, подвергнутых

общему бионализу, средний показатель колебался по декадам вылова, составляя 1,13–7,56% в 2005 г и 0,10–0,12% в 2006 г. вылова (рис. 2). При этом наблюдалась отрицательная корреляционная зависимость увеличения средней величины коэффициента зрелости от снижения коэффициента упитанности от декабря к марту, что проиллюстрировано линиями тренда на рис. 2. Коэффициенты корреляции составили $-0,81$ в 2005 г и $-0,99$ в 2006 г. вылова.

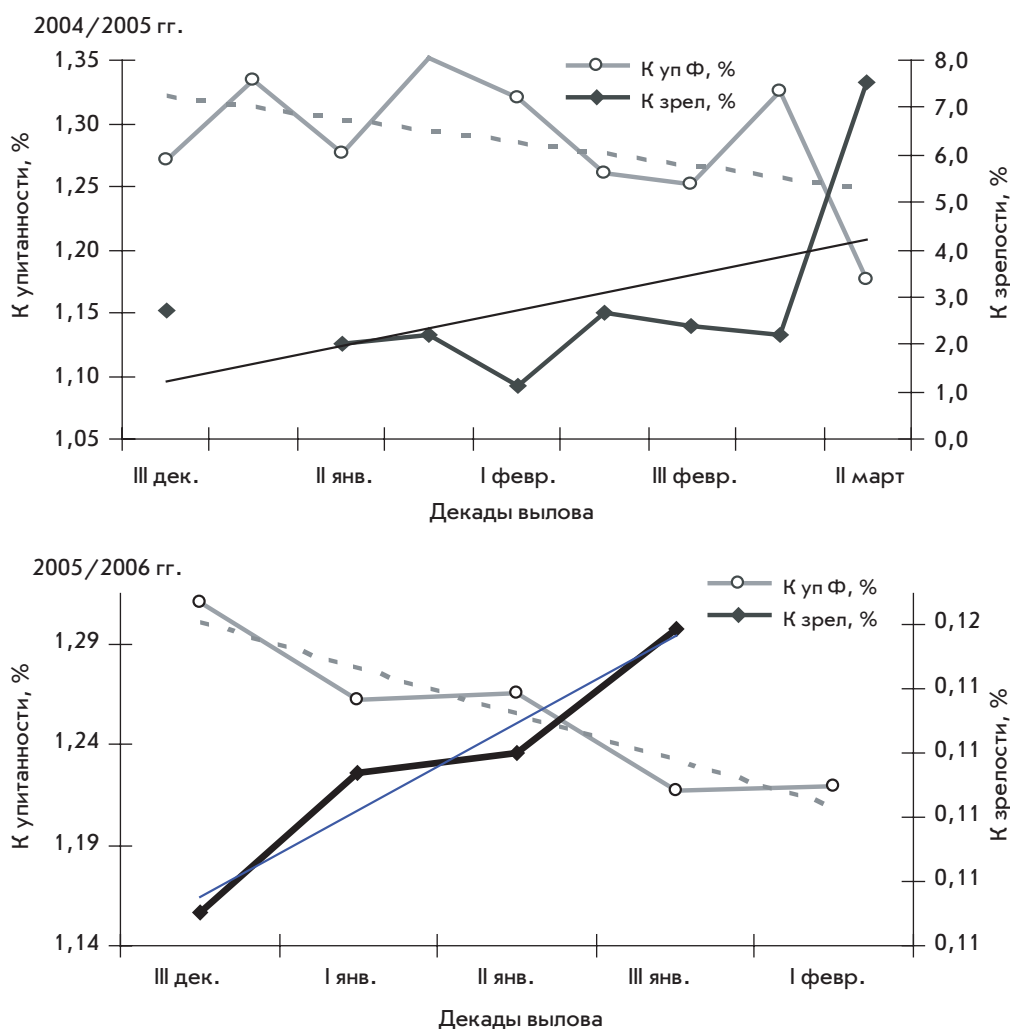


Рис. 2. Взаимосвязь динамики коэффициентов зрелости и упитанности самок клыкача в море Росса в различные годы вылова

Есть данные о нарастании коэффициента зрелости от декабря к февралю у самок антарктического клыкача, выловленных севернее 70° ю.ш. [Fenaughty, 2006].

Нами выявлена положительная корреляция коэффициента зрелости самок клыкача на каждой стадии зрелости яичников (согласно гистологическому анализу) с глубиной их вылова в разные годы (рис. 3). Коэффициенты корреляции составили 0,74 в 2005 г. и 0,94 в 2006 г. вылова.

Показано, что самки с наиболее зрелыми яичниками (на IV стадии зрелости) встречаются на больших глубинах (1450–1600 м), чем менее зрелые особи. При этом их упитанность не изменяется в зависимости от глубины вылова.

Четкой зависимости между локализацией рыб в разных квадратах и стадиями зрелости их гонад в целом по морю Росса не наблюдалось (табл. 2).

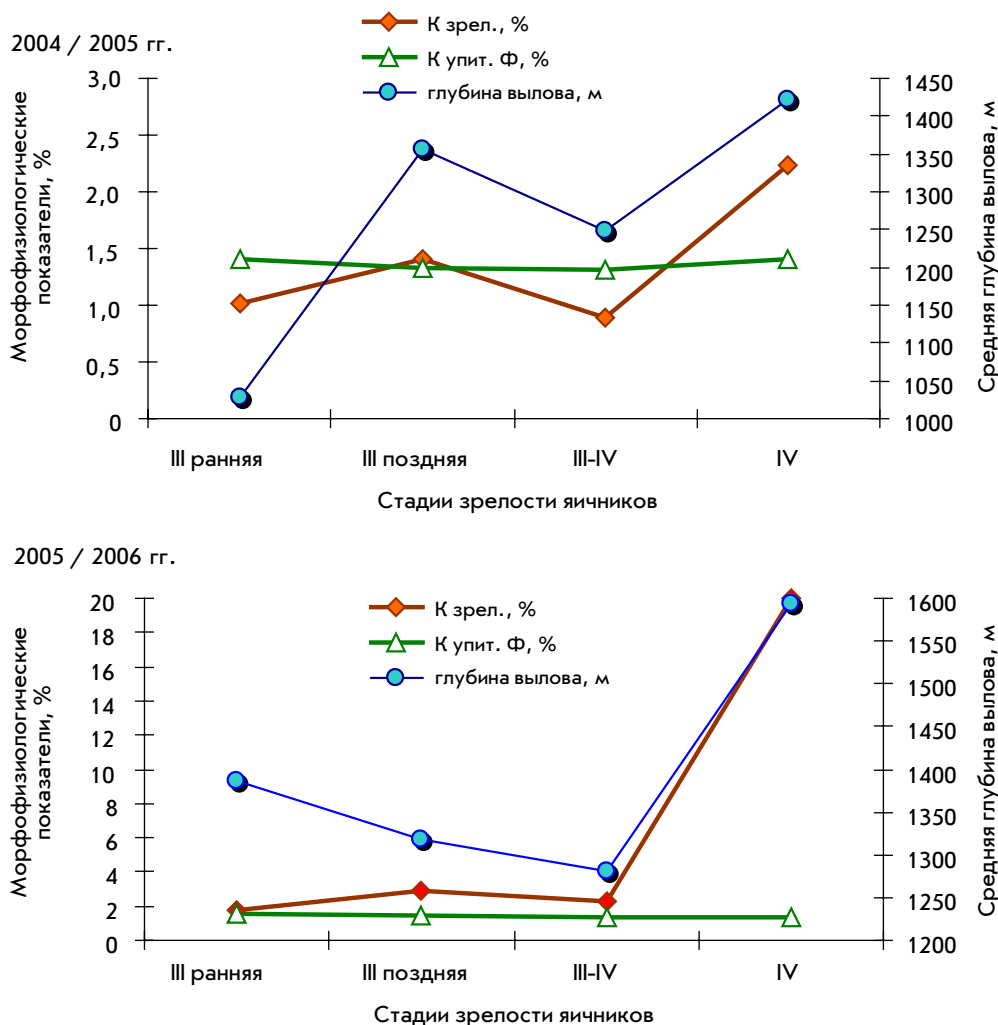


Рис. 3. Взаимосвязь морфофизиологического состояния самок клыкача с различными стадиями зрелости яичников с глубинами их вылова в разные годы промысла

Среди подрайонов севернее 70° ю.ш. 88.1 (Е и С) обследована одна самка из квадрата 88.1 Е с максимальным коэффициентом зрелости 8,2 % и яичниками на IV стадии зрелости. В квадрате 88.1 Н в конце декабря 2005 г. была выловлена одна самка длиной 153 см с коэффициентом зрелости 20 % и яичниками на IV стадии зрелости.

Таблица 2

Встречаемость самок антарктического клыкача с различным состоянием гонад по статистическим подрайонам

Сезон	Подрайон	Квадрат	Кол-во рыб	К зр средний, %	Кол-во рыб с яичниками на разных стадиях зрелости			
					III ранняя	III поздняя	III-IV	IV
2004/2005	88.1	С	5	3,38	—	2	3	—
		L	5	2,06	—	3	—	2
		E	1	8,20	—	—	—	1
		K	4	2,13	—	2	3	—
		H	4	2,15	—	1	—	1
2005/2006		H	13	2,96	1	6	5	1
2004/2005	88.2	A	2	1,15	—	3	1	—

Таким образом, наши результаты не подтверждают предположение о том, что нерестовый участок антарктического клыкача локализован севернее 70° ю.ш., а именно в подрайоне 88.1 С [Fenaughty, 2006; Prutko, 2004]. Из-за недостаточного количества гистологически проверенных данных мы не правомочны делать достоверные заключения об определенной локализации самок антарктического клыкача с яичниками на IV стадии зрелости.

Оогенез и стадии зрелости яичников. Ряд аспектов оогенеза нототеноидных рыб [Сильянова, 1981; Методические указания..., 1983, Богуцкая, 1984, Лисовенко, 1987; Kellermann, 1989], а также состояние гонад патагонского [Захаров, Фролкина, 1976; Живов, Криворучко, 1990; Чиков, Мельников, 1990] и антарктического клыкачей [Юхов, 1982; Fenaughty, 2006, Prutko, 2004, Prutko, Lisovenko, 2005] были описаны ранее.

Наши результаты позволяют расширить картину процесса оогенеза антарктического клыкача цитологическими особенностями ооцитов этого вида из моря Росса. Яичники большинства проанализированных рыб были определены визуально как гонады II стадии зрелости, непрозрачные, желтоватые, с утолщенными округлыми концами (рис. 4) и плотной оболочкой, на которой хорошо видны кровеносные сосуды. Такое внешнее строение оболочки может быть характерным признаком повторно нерестящихся рыб [Виленская, 1980].

Гистологический анализ яичников самок антарктического клыкача показал (рис. 5), что исследованные рыбы находились в состоянии преднерестового нагула, среди них преобладали особи с гонадами на III поздней стадии зрелости (от 46,2 % в 2005/2006 г. до 52,4 % в 2004/2005 г.). Есть данные, что в сезоне 2007/2008 г. яичники 87,7 % самок антарктического клыкача из подрайона 88.1 В также находились на III стадии зрелости, определенной визуально [Zaytsev, 2008].

Проблема точного определения стадий зрелости гонад антарктического клыкача остается актуальной, поскольку и наши результаты, и другие иссле-

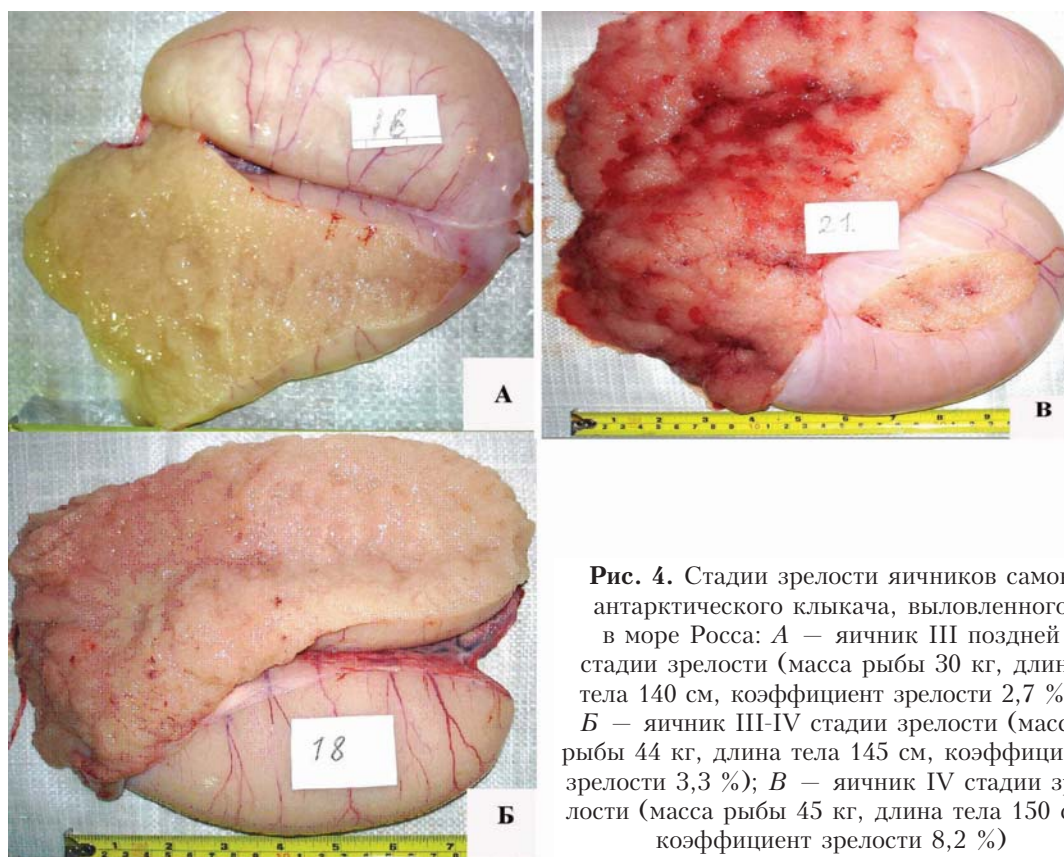


Рис. 4. Стадии зрелости яичников самок антарктического клыкача, выловленного в море Росса: *A* — яичник III поздней стадии зрелости (масса рыбы 30 кг, длина тела 140 см, коэффициент зрелости 2,7 %); *B* — яичник III-IV стадии зрелости (масса рыбы 44 кг, длина тела 145 см, коэффициент зрелости 3,3 %); *B* — яичник IV стадии зрелости (масса рыбы 45 кг, длина тела 150 см, коэффициент зрелости 8,2 %)

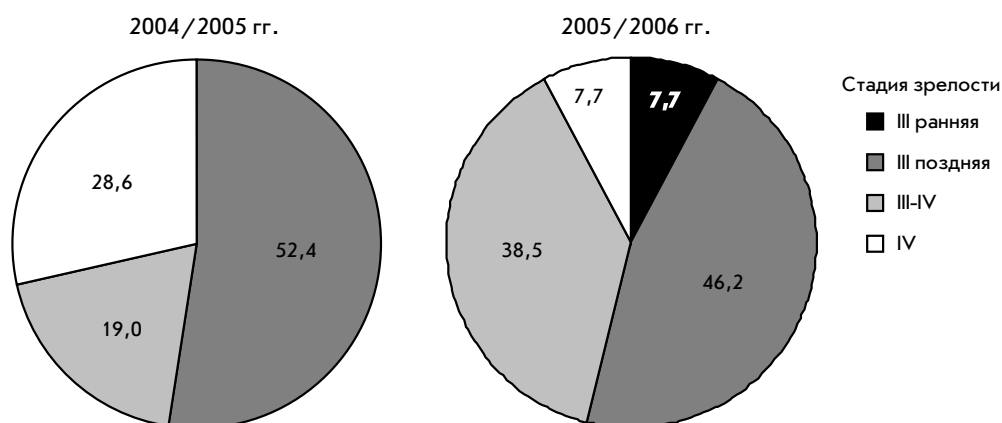


Рис. 5. Встречаемость (%) самок антарктического клякача с яичниками на разных стадиях зрелости в 2005 и 2006 гг. вылова среди особей, подвергнутых гистологическому анализу

дования [Hanchet et al., 2003] выявили несоответствие визуально определенной стадии зрелости и реального состояния ооцитов в яичнике. Детальное рассмотрение этого вопроса в работах зарубежных авторов и научных документах АНТКОМ [Справочник научного наблюдателя, 2006] выявило отличия российской шкалы стадий зрелости яичников антарктического клякача [Методические указания..., 1983] от шкалы, утвержденной Комиссией АНТКОМ для международных научных наблюдателей (табл. 3).

Зарубежная классификация приводится по шкале половозрелости антарктических видов рыб *Nototheniidae* и *Channichthyidae* [Kock and Kellerman, 1991], в отличие от российской она укороченная, 5-бальная. Показатели К зр. даны по материалам АНТКОМ.

Таблица 3

Соответствие российской шкалы стадий зрелости яичников антарктического клякача шкале, утвержденной Комиссией АНТКОМ

Шкала стадий зрелости		Морфологические критерии
зарубежная	российская	
I – Неполовозрелый	I – Неполовозрелый	Яичник менее 10см по длине, твёрдый, плотный, ооциты не видны невооруженным глазом, К зр <1%
II – Впервые созревающий или покой	II – Впервые созревающий	Яичник увеличившийся, упругий, ооциты маленькие, видна зернистость, К зр <2 %
III – Развивающийся, созревающий	III – Растущий (III ранняя, III поздняя, III-IV)	Яичник большой, зернистый, содержит ооциты двух размеров, может быть немного полупрозрачных ооцитов ¹ , К зр 2–12 %
	IV – Созревающий	Яичник максимального размера, оболочка сильно растянута, ооциты полупрозрачные, крупные, при надавливании не вытекают ²
IV – Икраной, созревший	V – Текущий	Яичник заполняет и раздувает полость тела, ооциты прозрачные, при надавливании вытекают из яичника, К зр 12–30 %
V – Отнерестившийся	III-VI – Отнерестившийся	Яичник опавший, дряблый, содержит остаточные крупные ооциты и много мелких

Примечания: ¹ – описание по зарубежной шкале; ² – описание по российской шкале.

Цитоморфология ооцитов в яичниках клыкача разных стадий зрелости.

На основании полученных нами результатов правомочно предположить, что последующую правильную оценку стадий зрелости гонад антарктического клыкача в преднерестовый период следует выполнять по гистологическим критериям (табл. 4).

Таблица 4

Гистологические критерии для определения стадий зрелости яичников клыкача

Стадии зрелости	Гистологические критерии
III ранняя	Вакуолизация цитоплазмы ооцитов, редкие мелкие гранулы желтка, ядро расположено в центре
III поздняя	Желточные гранулы заполняют цитоплазму ооцита, жировые вакуоли мелкие, не слившиеся, ядро теряет правильную форму
III-IV	Желточные гранулы начинают сливаться в гомогенные образования, жировые вакуоли многочисленные, ядро сильно уменьшается
IV	Желток почти полностью гомогенный, жировые вакуоли многочисленные, ядро не выявляется

Превращение женской половой клетки в зрелую яйцеклетку у рыб подразделяют на три периода [Мейен, 1939; Макеева, 1992]: I — цитоплазматический рост, характерен для незрелых или покоящихся ооцитов; II — трофоплазматический рост — от вакуолизации цитоплазмы до заполнения ооцита желтком, характерен для ооцитов в преднерестовом состоянии и подразделяется на несколько последовательных фаз: вакуолизации цитоплазмы, начала отложения желтка и фазы наполненного желтком ооцита; III — период созревания — от миграции ядра к анимальному полюсу до метафазы II деления и овуляции, характерен для зрелых ооцитов (они не были выявлены в яичниках исследованных нами самок).

На *III ранней стадии* зрелости окраска яичников варьирует от бледно-розовой до желтоватой. На этой стадии, как и на всех последующих, есть ооциты трех состояний, разделяющиеся по размерам на мелкие, средние и крупные. Наличие двух размерных групп ооцитов периода трофоплазматического роста является характерной чертой вителлогенеза самок нототениевых рыб [Сильянова, 1981; Лисовенко, 1987]. Мелкие клетки — это ооциты цитоплазматического роста (рис. 6,А). Средняя размерная группа — это ооциты III ступени цитоплазматического роста (генерация резервного фонда). Преобладающая крупная размерная группа — ооциты фазы начала вакуолизации цитоплазмы, их средний диаметр составляет $765,89 \pm 20,65$ мкм (табл. 5).

В крупных ооцитах отмечено начало образования желтковых гранул, в центре видно ядро с пристеночными ядрышками. Эта стадия отмечена только у самок клыкача, выловленных в 2006 г.

На *III поздней стадии* зрелости яичников ооциты периода цитоплазматического роста мелкой генерации малочисленны, преобладают вителлогенные ооциты, цитоплазма которых заполнена жировыми каплями, а также видна более мелкая генерация ооцитов фазы начала вакуолизации с центрально расположенным ядром (см. рис. 6,Б). Средний диаметр наиболее крупных ооцитов в яичниках самок, выловленных в разные годы, составляет от 738,72 до 882,72 мкм (см. табл. 6), а диаметр вакуолизированных ооцитов от 438,58 до 559,89 мкм. Эта стадия отмечена у большинства самок клыкача, выловленных в подрайонах 88.1 С, К; 88.2, А (см. рис. 6,Б).

Гистологический анализ гонад *III–IV стадии зрелости* выявил активный вителлогенез старшей генерации ооцитов, от фазы интенсивного накопления

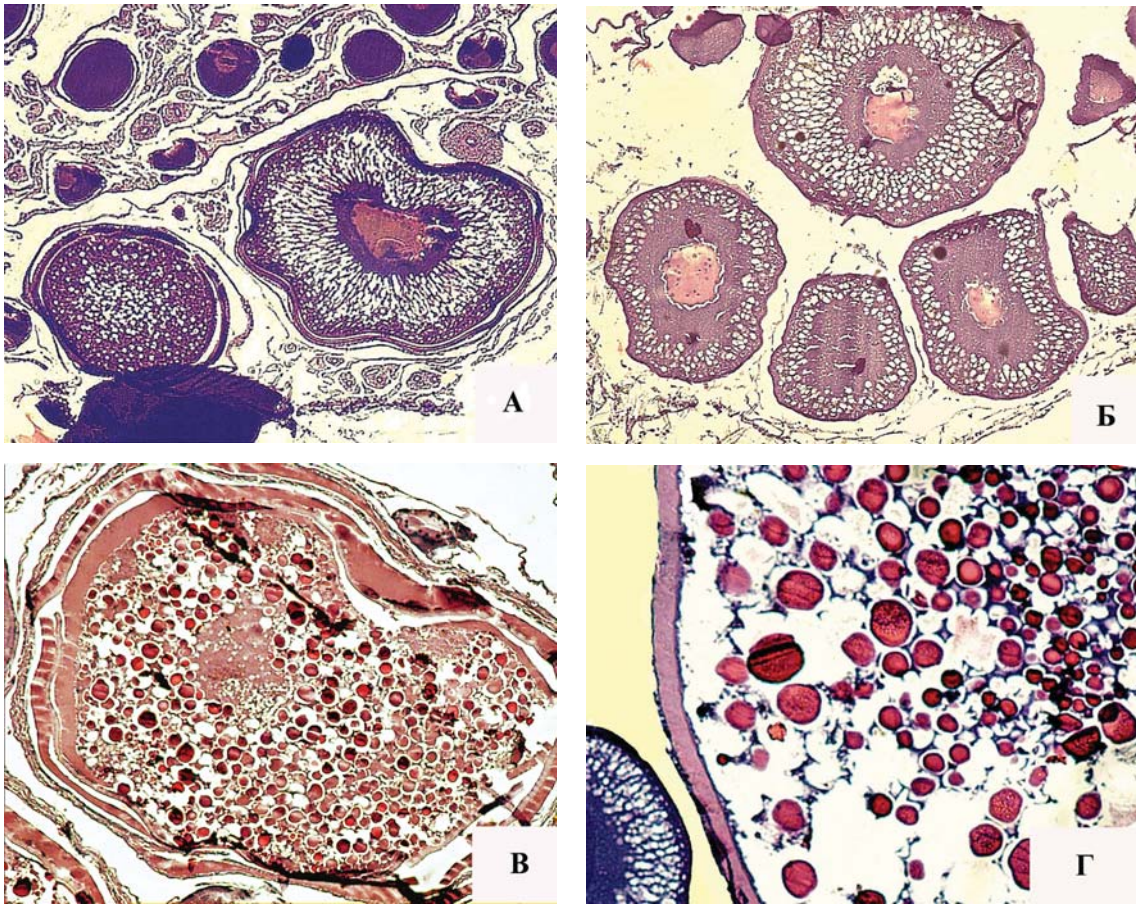


Рис. 6. Микроструктура яичников разных стадий зрелости антарктического клыкача, выловленного в море Росса в 2005 и 2006 гг. промысла, увеличение: ок. 10 × об. 10: *А* — яичник III ранней стадии зрелости, начало вакуолизации цитоплазмы ооцитов (масса рыбы 34 кг, длина тела 131 см, коэффициент зрелости 1,8 %); *Б* — яичник III поздней стадии зрелости, отложение гранул желтка в вакуолях ооцитов (масса рыбы 41 кг, длина тела 141 см, коэффициент зрелости 1,2 %); *В* — яичник III–IV стадии зрелости, начало слияния желточных гранул в ооците (масса рыбы 44 кг, длина тела 145 см, коэффициент зрелости 3,3 %); *Г* — яичник IV стадии зрелости (масса рыбы 45 кг, длина тела 150 см, коэффициент зрелости 8,2 %)

желтка до периода завершения трофоплазматического роста. Их средний диаметр в яичниках самок, выловленных в разные годы, составляет от 999,82 до 1229,07 мкм (см. табл. 6). Средняя размерная группа представлена ооцитами начала вителлогенеза диаметром от 507,93 до 636,34 мкм. Ооциты периода цитоплазматического роста малочисленны. Эта стадия отмечена у самок клыкача из подрайона 88.1 С (см. рис. 6, *В*).

На *IV стадии зрелости* яичники достигают максимальных размеров, их оболочка сильно растянута. Большую часть площади срезов занимают клетки в фазе завершения вителлогенеза и созревания со сливающимся желтком и сформированными оболочками (см. рис. 6, *Г*). Это генерация ооцитов ближайшего нереста. Их средний диаметр в яичниках самок, выловленных в разные годы, составляет от 1166,35 до 2331,47 мкм. Средняя размерная группа представлена ооцитами начала накопления желтка диаметром от 526,09 до 758,13 мкм. Эта стадия отмечена у самок клыкача из всех исследуемых подрайонов вылова.

Гистологический анализ некоторых яичников, отнесенных нами к III поздней стадии зрелости, выявил наличие незначительного числа атретических ооцитов. Подобный факт в яичниках самок из моря Росса отмечали ранее дру-

**Цитоморфологические показатели половых клеток
в яичниках клыкача разных стадий зрелости**

Показатели	Диаметр	Сроки вылова						
		декабрь 2004 – март 2005			декабрь 2005 – февраль 2006			
		Стадия зрелости гонад						
		III поздняя	III-IV	IV	III ранняя	III поздняя	III-IV	IV
Крупные ооциты	Ооцит, мкм	882,72 ±14,281 ¹	999,82 ±38,571 ²	1166,35 ±35,582	765,89 ±20,65	738,72 ±27,14 ¹	1229,07 ±36,88 ²	2331,47 ±56,95
	Ядро, мкм	203,17 ±9,07	211,96 ±15,40	199,50 ±21,05	168,25 ±13,73	189,31 ±13,39	168,49 ±8,04	234,69 ±8,64
Средние ооциты	Ооцит, мкм	438,58 ±18,56 ¹	507,93 ±23,97 ¹	526,09 ±26,77 ²	406,43 ±18,20	559,89 ±19,56 ¹	636,34 ±17,28 ¹	758,13 ±42,93 ²
	Ядро, мкм	133,94 ±8,02	161,65 ±9,47	194,44 ±13,91	136,88 ±3,97	200,63 ±23,44	192,88 ±15,85	194,02 ±9,09
Мелкие ооциты	Ооцит, мкм	160,65 ±6,35 ²	177,19 ±9,09	178,30 ±6,92	157,50 ±4,81	204,98 ±8,80 ²	160,11 ±6,72	86,56 ±12,94
	Ядро, мкм	61,15 ±5,01	63,06 ±4,63	69,60 ±4,77	59,58 ±6,15	62,45 ±3,73	–	–

Примечания: ¹ – различия достоверны при $p < 0,5$; ² – различия достоверны при $p < 0,05$.

гие исследователи [Юхов, 1982; Eastman, DeVries, 2000; Vanella et al, 2005]. Поскольку постовуляторных фолликулов не было выявлено, а атретические ооциты встречались редко, при этом процесс их резорбции подходил к завершению, можно предположить, что самки с такими признаками в гонадах участвовали в нерестовом сезоне прошлого года, а не являются отнерестившимися, т. е. стадия зрелости их гонад не может определяться как III–VI. Необходимо отметить, что в строме яичников вышеописанных стадий зрелости у многих рыб обнаружено большое количество жировой ткани (см. рис. 6,Б).

Среди исследуемых рыб не обнаружено самок с завершившимся периодом созревания и дефинитивными размерами ооцитов в яичниках.

Размерный состав клеток в яичниках клыкача. Исследование цитологических показателей ооцитов и их ядер (см. табл. 5) в яичниках самок антарктического клыкача показало, что при развитии яичников от III до IV стадии зрелости происходит постепенное увеличение диаметра ооцитов.

Отмечено, что у самок 2006 г. вылова показатели диаметров ооцитов и темпы их увеличения при созревании яичников достоверно больше, чем у самок 2005 г. вылова (рис. 7).

Размерный состав ооцитов в яичниках перед нерестом является основным показателем типа оогенеза [Овен, 2004]. На рис. 8 даны вариационные кривые размерного состава ооцитов в яичниках IV стадии зрелости за два анализируемых года.

Кривая, представляющая размерный состав ооцитов в яичниках рыб 2004/2005 г. вылова, двухвершинная, на ней отсутствуют полностью гидратированные крупные клетки. Характер кривой подтверждает наличие двух почти полностью обособленных групп ооцитов периода трофоплазматического роста: диаметром 800–1000 мкм (16,2 %) и 1600–1800 мкм (5,9 %). Ооциты диаметром менее 1000 мкм формируют порцию следующего нерестового сезона. Размерная группа ооцитов периода цитоплазматического роста составляет 18,9 %.

На кривой размерного состава ооцитов в яичниках самки, выловленной в подрайоне 88.1 Н в 2006 г., также видны две порции созревающих ооцитов.

Группа крупных ооцитов ближайшего нерестового сезона с диаметром 2000–2200 мкм составляет 13,3 %. Группа клеток с диаметром 1800–2800 мкм полностью обособлена не только от группы трофоплазматических ооцитов, но и от ооцитов резервного фонда. Клетки в фазе активного вителлогенеза с диаметром 600–1000 мкм составляют в сумме 5,2 %. Крайний левый отрезок кривой отражает преобладающую в яичниках размерную группу ооцитов периода цитоплазматического роста диаметром менее 400 мкм, она составляет в сумме 49,3 % от общего числа клеток.

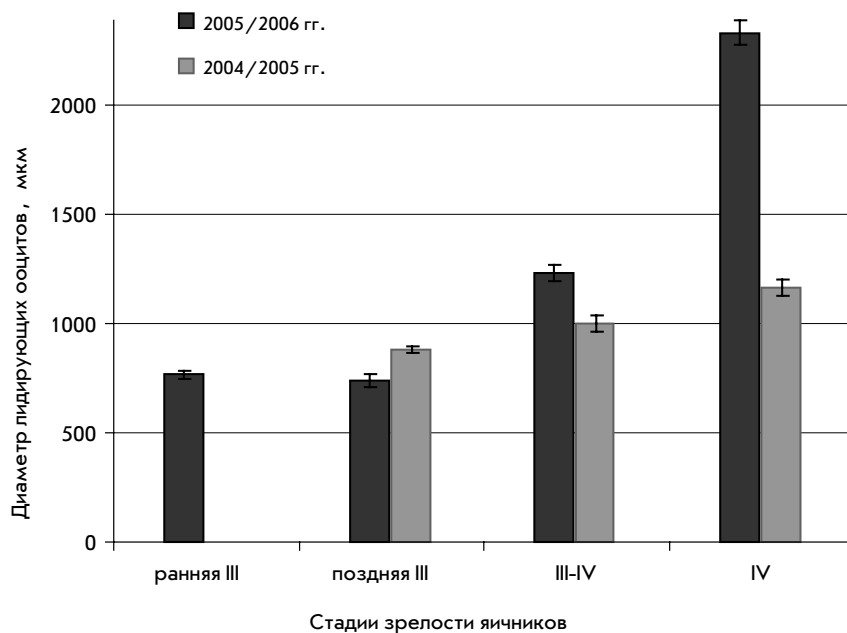


Рис. 7. Сравнительная динамика изменений диаметров лидирующих ооцитов из яичников на разных стадиях зрелости у самок антарктического клякача, выловленных в море Росса в различные годы промысла

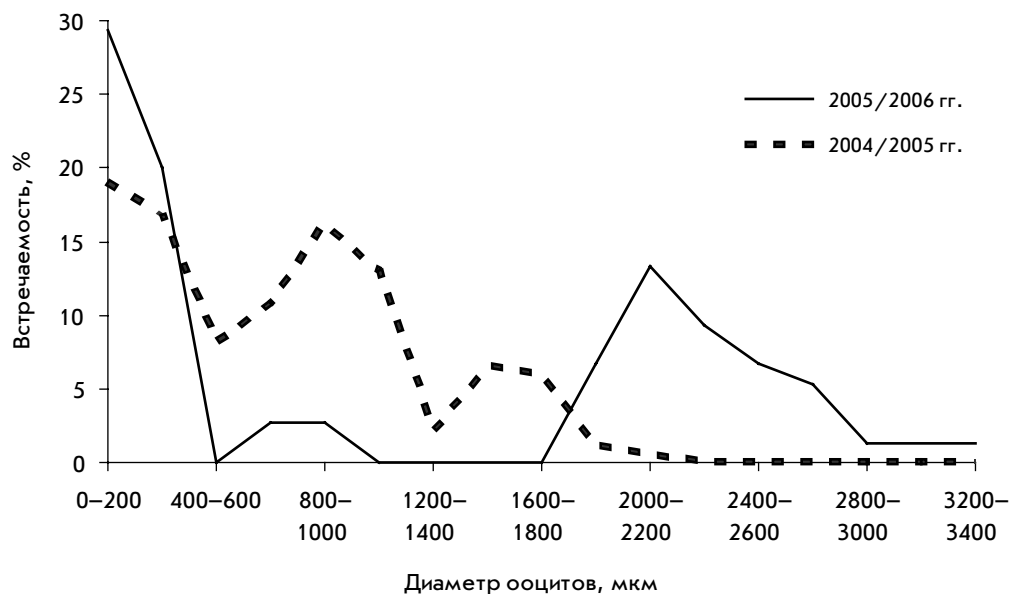


Рис. 8. Размерный состав ооцитов в яичниках IV стадии зрелости у антарктического клякача, выловленного в море Росса в различные годы промысла

Показанные различия в ходе созревания клеток в яичниках самок антарктического клыкача на IV стадии зрелости могут быть обусловлены растянутым нерестовым периодом данного вида. Самки, отстающие в созревании, в яичниках которых находятся ооциты меньшего диаметра в фазе активного вителлогенеза, не будут готовы к нересту в ближайший сезон и, вероятно, пропустят его [Prutko, Lisovenko, 2005].

Наши данные подтвердили сведения Г.П. Захарова и Ж.А. Фролкиной [1976] о прерывистом типе оогенеза клыкача при синхронном созревании ооцитов ближайшего нереста. На заключительной стадии созревания яичников ооциты в фазе завершения вителлогенеза формируют группу клеток, обособленную от клеток резервного фонда.

Нерестовый период антарктического клыкача. Относительно времени наступления и продолжительности нерестового сезона клыкача существуют различные мнения. Поскольку размеры зрелых икринок клыкача крупные, рыбам требуется значительное время для накопления большого объема трофических включений в низкотемпературных условиях Антарктики при ограниченном по времени нерестовом сезоне. Известно, что процесс вителлогенеза в яичниках большинства *Nototheniidae* длительный, до 2 лет [Everson, 1970, 1984; Kock, Kellermann, 1991]. Гонады клыкача после единовременного нереста переходят в VI–III стадию зрелости на 3–5 мес, а затем в III стадию зрелости, продолжающуюся 5 мес [Лисовенко, Светлов, 1980; Сильянова, 1980; Методические указания..., 1983 Лисовенко, 1987]. В. Л. Юхов [1982] выявил остатки резорбирующихся фолликулов в яичниках III стадии зрелости у самок клыкача в январе, на основании чего предположил, что нерест прошел 3 мес назад, в октябре. Другие исследователи предполагали, что его нерест приходится на февраль–март [Андряшев, 1964; Gon, Heemstra, 1990]. Есть сведения о случае вылова нескольких зрелых текущих рыб в мае у северной части материкового склона моря Росса. Они развивают предположение о том, что нерест антарктического клыкача длится с мая по октябрь [Hanchet et al., 2003; Hanchet, Judd, 2006], а завершающий этап созревания с быстрым увеличением объема гонад и размеров ооцитов происходит в марте–апреле [Everson, 2002; Knox, 2006]. При этом часть самок антарктического клыкача из популяции моря Росса, вероятно, не участвуют в нересте текущего года, а их яичники остаются на стадии накопления желтка в ооцитах [Prutko, Lisovenko, 2005; Prutko, 2006]. В настоящее время большинство исследователей сходятся во мнении, что в море Росса клыкач нерестится в период антарктической зимы (июнь–август) над изолированными поднятиями подводных скал, расположенных к северу от 70° ю.ш. Определенная комбинация скал и течений (циркуляция Росса) обуславливает место и благоприятные условия для его нереста в этом районе и выживания последующего потомства [Prutko, 2008].

Исследованные нами за два сезона особи антарктического клыкача были выловлены в декабре–марте, и гистологический анализ их яичников показал наличие ооцитов разных фаз трофоплазматического роста при отсутствии дефинитивных ооцитов. Основываясь на своих результатах, можем констатировать, что самки клыкача находились в преднерестовом состоянии и согласятся с высказанным выше предположением о нересте клыкача в море Росса антарктической зимой (в июне–августе).

Полученные данные о созревании яичников самок антарктического клыкача из моря Росса направлены на уточнение жизненного цикла и особенностей размножения этого важного промыслового объекта биоресурсов Антарктики. Они актуальны при определении доли нерестовой части его промысловой популяции, а также являются одними из ключевых среди проблем, требующих разработки на комиссии по сохранению морских живых ресурсов Антарктики

[Шуст, 2005]. Следовательно, уточнение особенностей оогенеза антарктического клыкача в преднерестовый период будет способствовать определению числа единиц его промыслового запаса, что необходимо при защите интересов России на АНТКОМ в отношении их промысла.

Выводы

1. Длина самок антарктического клыкача, выловленного в море Росса Тихоокеанского сектора Антарктики с декабря 2005 г. по март 2006 г. и подвергнутого гистологическому анализу, не различалась по годам исследования. Другие показатели (масса, коэффициенты зрелости и упитанности, диаметр наиболее крупных ооцитов и их увеличение при созревании) были достоверно выше у самок, выловленных в промысловый сезон 2005/2006 гг. по сравнению с рыбами 2004/2005 гг. вылова.

2. Рассмотрены терминологические различия в международном и российском подходах к определению коэффициента зрелости и шкалы стадий зрелости яичников антарктического клыкача. Применение показателя коэффициента зрелости при исследовании созревания антарктического клыкача будет способствовать унификации данных. Использование российской 6-бальной шкалы стадий зрелости яичников позволяет учесть различия между ростом и созреванием ооцитов.

3. Выявлено увеличение средней величины коэффициента зрелости самок клыкача при снижении их коэффициента упитанности от декабря к марту, а также положительная корреляция коэффициента зрелости на каждой стадии зрелости яичников с глубиной вылова самок клыкача. Показано, что самки с наиболее зрелыми яичниками встречаются на больших глубинах (1450–1600 м).

4. Исследованные рыбы находились в состоянии преднерестового нагула, преобладали самки с гонадами на III поздней стадии зрелости (от 46,2 % в 2005/2006 гг. до 52,4 % в 2004/2005 гг.). Согласно выделенным гистологическим критериям оценки стадий зрелости яичников, начиная с III стадии зрелости, в них присутствуют ооциты двух периодов развития: цитоплазматического и трофоплазматического роста.

5. На заключительной стадии созревания яичников крупные ооциты ближайшего нерестового сезона (диаметром более 1800 мкм), составляющие от 5,9 до 13 % в разные годы, обособляются от резервной группы ооцитов периода трофоплазматического роста следующего года (диаметром 600–1000 мкм). Следовательно, для антарктического клыкача характерен прерывистый тип оогенеза при синхронном созревании ооцитов ближайшего нереста.

6. При развитии яичников клыкача от III ранней до IV стадии зрелости происходит постепенное увеличение диаметров всех групп ооцитов. Ооциты в яичниках исследуемых рыб не достигли дефинитивных размеров, следовательно, в декабре–марте в море Росса антарктический клыкач еще не готов к нересту. Нерест клыкача в море Росса происходит, предположительно, антарктической зимой (в июне–августе).

Благодарности

Авторы глубоко признательны своим наставникам д.б.н. К.В. Шусту и проф., д.б.н. Е.В. Микодиной за всестороннюю помощь и ценные замечания в ходе работы.

ЛИТЕРАТУРА

Андряшев А.П. 1964. Обзор фауны рыб Антарктики // Результаты биологических исследований советской Антарктической экспедиции. Исслед. Фауны морей. Т. 2 (20).— М.: Наука.— С. 335–336.

- Андряшев А.П. 1979. К вопросу о вертикальном распределении морской донной фауны // Биологические ресурсы мирового океана. — М.: Наука. — С. 117–138.
- Андряшев А.П. 1986. Обзор фауны донных рыб Антарктики // Морфология и распространение рыб Южного океана. Тр. Зоол. ин-та. АН СССР. Т. 153. — С. 9–45.
- Богуцкая Н.Г. 1984. Некоторые особенности морфологии и функции гонад, гипофиза и ядер гипоталамуса двух видов нототениевых рыб (Nototheniidae) // Морфологические основы систематики костистых рыб и их биология. Труды Зоол. ин-та. Т. 127. — С. 23–30.
- Виленская Н.И. 1980. Закономерности формирования плодовитости черноморской кефали — лобана: Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук. — М.: ВНИРО. — 22 с.
- Ворошина Э.А. 1981. Состояние яичников лобана *Mugil cephalis* L. в период нерестовой миграции // Эколого-физиологические основы аквакультуры на Черном море. Сб. научн. тр. Всеросс. НИИ рыб. хоз. и океаногр. — С. 21–23.
- Живов Б.Д., Криворучко В.М. 1990. О биологии патагонского клыкача Антарктической части Атлантики // Вопр. ихтиологии. Т. 30. Вып. 5. — С. 861–864.
- Захаров Г.П., Фролкина Ж.А. 1976. Некоторые данные о распределении и биологии патагонского клыкача Юго-Западной Атлантики // Биологические рыбохозяйственные исследования в Атлантическом океане. Тр. АтлантНИРО. — Калининград. — С. 143–150.
- Кокорин Н.В., Буланов В.В., Крюков В.В. 2008. Первые испытания прибора «ПИТ-Д» на глубоководном ярусном промысле антарктического клыкача *Dissostichus mawsoni* в море Росса в сезон 2006–2007 // Вопросы рыболовства. Т. 9. № 2(34). — С. 460–466.
- Лакин Г.Ф. 1980. Биометрия: Учебное пособие для биологич. спец вузов. — М.: Высш. школа. — 293 с.
- Лисовенко Л.А. 1987. Репродуктивная биология антарктических рыб в связи с условиями их обитания // Биологические ресурсы Арктики и Антарктики. — М.: Наука. — С. 337–357.
- Лисовенко Л.А., Светлов М.Ф. 1980. Некоторые сведения по биологии *Paraliparis* (сем. Liparidae) у Южных Шетландских островов // Вопр. ихтиологии. Вып. 1. — С. 163–168.
- Макеева А.П. 1992. Эмбриология рыб. — М.: Изд-во МГУ. — 216 с.
- Мейен В.А. 1939. К вопросу о годовом цикле изменений яичников костистых рыб // Известия АН СССР. Серия биологическая. № 3. — С. 389–418.
- Методические указания по сбору и первичной обработке ихтиологических материалов в водах Антарктики. 1983. — М.: ВНИРО — АтлантНИРО. — 53 с.
- Микодина Е.В., Седова М.А., Чмилевский Д.А., Микулин А.Е., Пьянова С.В., Полуэктова О.Г. 2009. Гистология для ихтиологов (опыт и советы). — М.: Изд-во ВНИРО. — 112 с.
- Овен Л.С. 2004. Специфика развития половых клеток морских рыб в период размножения как показатель типа нереста и реакции на условия среды обитания. — М.: Изд-во ВНИРО. — 188 с.
- Пьянова С.В. 2006. Особенности состояния яичников клыкачей Юго-Восточной Антарктики в преднерестовый период // Экология в меняющемся мире: Материалы конф. молодых ученых, 24–28 апреля 2006 г. ИЭРиЖ УрО РАН. — Екатеринбург: Изд-во Академкнига. — С. 193–196.
- Пьянова С.В. 2009. К вопросу изучения плодовитости и размера икры антарктического клыкача // Тезисы докладов X Всероссийской конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования. Под ред. Б.Ф. Прищепы. — Мурманск: Изд-во ПИНРО. — С. 110–112.
- Ромейс Б. 1954. Микроскопическая техника. — М.: Иностран. литература. — 648 с.
- Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. 1957. Микроскопическая техника. — М.: Советская наука. — 478 с.
- Сильянова З.С. 1980. Особенности гаметогенеза некоторых видов рыб Западной Антарктики // Эколого-биологическая характеристика массовых промысловых видов антарктических и нотальных рыб. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 52–57.
- Сильянова З.С. 1981. Оогенез и стадии зрелости рыб семейства нототениевых // Вопр. ихтиологии. Т. 21. Вып. 4. — С. 687–694.
- Справочник научного наблюдателя. 2006. Тасмания. Хобарт: Комиссия по сохранению морских живых ресурсов Антарктики (CCAMLR). — 131 с.
- Чиков В.Н., Мельников Ю.С. 1990. К вопросу о плодовитости патагонского клыкача *Dissostichus eleginoides* в районе островов Кергелен // Вопр. ихтиологии. Т. 30. — С. 863–865.
- Шуст К.В. 1998. Рыбы и рыбные ресурсы Антарктики. — М.: Изд-во ВНИРО. — 163 с.
- Шуст К.В. 2006. О международной деятельности ВНИРО и бассейновых рыбохозяйственных институтов в сфере рационального использования морских живых ресурсов Антарктики // Труды ВНИРО: Международное сотрудничество России в области рыбного хозяйства: история, проблемы и перспективы. Т. 145. — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 113–122.
- Шуст К.В., Брухис В.М. 1994. Состояние и перспективы использования биоресурсов Антарктики // Рыбн. хоз-во. № 4. — С. 33–35.

- Шуст К.В., Кошкин П.Н. 1985. Возраст, темп роста и размерно-возрастная структура популяций массовых неретических и мезопелагических рыб Южного океана. — М.: Изд-во ВНИРО. — 32 с.
- Юхов В.Л. 1982. Антарктический клыкач. — М.: Наука. — 114 с.
- CCAMLR. 2009. Statistical Bulletin, Vol. 21 (1999–2008). CCAMLR. Hobart, Australia. [http://www.ccamlr.org/pu/E/e_pubs/sb/CCAMLR_2009_Statistical_Bulletin_Volume_21_\(1999-2008\).pdf](http://www.ccamlr.org/pu/E/e_pubs/sb/CCAMLR_2009_Statistical_Bulletin_Volume_21_(1999-2008).pdf)
- CCAMLR. Data Base: <http://www.ccamlr.org/pu/r/pubs.htm>.
- Eastman J.T., DeVries A.L. 2000. Aspects of body size and gonadal histology in the Antarctic toothfish *Dissostichus mawsoni* from McMurdo Sound, Antarctica // Polar Biology. V. 23. — P. 189–195.
- Everson I. 1970. Reproduction in *Notothenia neglecta* Nybelin // Br Antarctic Survey Bull. V. 23:81. — P. 92.
- Everson I. 1984. Fish biology // Antarctic Ecology, V. 2, Ed. R.M. Laws. London: Academic Press. — P. 491–532.
- Everson I. 2002. Fish species profiles — toothfish. CCAMLR Science, V. XX. — 30 p.
- Fenaughty J.M. 2006. Geographical differences in the condition, reproductive development, sex ratio and length distribution of the Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) from the Ross Sea, Antarctica (CCAMLR Statistical Subarea 88.1) // CCAMLR. Science. V. 13. — P. 27–45.
- FishBase. 2005. «*Dissostichus mawsoni*». Ed. Ranier Froese and Daniel Pauly. 10 2005 version. <http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.cfm?genusname=Dissostichus&speciesname=mawsoni>
- Gon O., Heemstra P.C. 1990. Notetheniidae: Genus *Dissostichus* // Fishes of the Southern Ocean. Grahamstown, South Africa: Smith Inst. Ichthyology. — P. 285–289.
- Hanchet S., Judd W. 2006. The Ross Sea toothfish fishery // New Zealand Geographic V. 79. — P. 16–20.
- Hanchet S.M. 2006. Species profile for Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) // CCAMLR. WG-FSA-06/26. Hobart, Australia. — 22 p.
- Hanchet S.M., Stevenson M.L., Horn P.L. 2003. Characterization of the exploratory fishery for toothfish (*Dissostichus mawsoni* and *D. eleginoides*) in the Ross Sea, and approaches to the assessment of the stocks. New Zealand Fisheries Assessment Report 2003. Blackwell, R.G. — 43 p.
- Horn P.L. 2002. Age and growth of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) and Antarctic toothfish (*D. mawsoni*) in waters from the subantarctic to the Ross Sea, Antarctica. // Fisheries Research. V. 56. — P. 275–287.
- Kellermann A.K. 1989. Catalogue of early life history stages of Antarctic Nototheniidae fish. // In: Kellermann, A. (Ed.). Identification key and catalogue of larval Antarctic fishes. Biomass Sci. Ser., 10. — P. 45–136.
- Knox G.A. 2006. Biology of the Southern Ocean. 2nd Ed. University of Canterbury. CRC Press. — 621 p.
- Kock K.-H. 1992. Antarctic fish and fisheries. Cambridge: Cambridge University Press. — 359 p.
- Kock, K.-H., Kellermann A.K. 1991. Reproduction in Antarctic notothenioid fish: a review // Ant. Sci., 3 (2). — P. 221–226.
- Livingston M.E., Grimes P. 2005. Size at maturity and histological procedures explored to determine spawning activity of female *Dissostichus mawsoni* from samples collected from the Ross Sea in January 2004, December 2004 and January 2005 // CCAMLR. WG-FSA-03/46. Hobart, Australia. — 19 p.
- Mormede S., Parker S., Grimes P. 2008. Investigating length at maturity of Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) based on scientific observers' data // CCAMLR. WG-FSA-08/48. Hobart, Australia. — 26 p.
- Patchell G.J. 2003. Information on the spawning season and gonadosomatic indices of *Dissostichus mawsoni* from sub-area 88/1 in the 2002/2003 seasons // CCAMLR. WG-FSA-03/46. Hobart, Australia. — 19 p.
- Piyanova S.V. 2008. Some data on the reproductive system condition of Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*) males and females from the Indian Ocean area in the summer period // ICES Annual Science Conference. 22–26 September. Halifax. Canada. — P. 97.
- Piyanova S.V., Kokorin N.V. 2007. The morphology of Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni* Norman 1937) males and females and new data on its gonad structure in the Ross Sea in the summer period // Hobart, Australia. WG-FSA-07/38 Rev. 2. — 15 p.
- Piyanova S.V., Petrov A.F. 2007a. The oogenesis characteristics of Antarctic toothfish *Dissostichus mawsoni* Norman 1937 (Perciformes Nototheniidae) caught by the bottom longline in the Ross Sea // PICES/ICES Conference «New Frontiers in Marine Science». — P. 24.

- Piyanova S.V., Petrov A.F.* 2007b. Results of study of the oogenesis characteristics of Antarctic toothfish *Dissostichus mawsoni* Norman 1937 (Nototheniidae) from subareas 88.1 and 88.2 (Ross Sea) // WG-FSA-07/49. — 13 p.
- Piyanova S.V., Petrov A.F., Kokorin N.V.* 2008. On the study of fecundity and eggs size of Antarctic toothfish *Dissostichus mawsoni* Norman 1937. // WG-FSA-08/35. — 5 p.
- Piyanova S.V., Petrov A.F.* 2009. The histological analysis of oogenesis and maturity of Antarctic toothfish from the Ross Sea // WG-FSA-09/26. CCAMLR. Hobart, Australia. 8 p. http://www.ccamlr.org/prm/sc/fsa09/fsa_docs/fsa-09-26.pdf
- Piyanova S.V., Petrov A.F., Kokorin N.V.* 2009. Assessment of ovary condition of Antarctic toothfish (*Dissostichus mawsoni*; Nototheniidae) from the Ross Sea // ICES Annual Science Conference. Abstracts. Berlin. Germany. P. 9–10. <http://www.ices.dk/iceswork/asc/2009/Theme%20sessions/Abstracts/Theme%20Session%20H%20ed.pdf>
- Prutko V.G.* 2004. Observer notes (Subarea 88.1) // CCAMLR. WG-FSA-04/89. Hobart, Australia. — 12 p.
- Prutko V.G.* 2006. On maturity level of gonads of Antarctic toothfish *Dissostichus mawsoni* from the southern Ross Sea (Subarea 88.1) in December 2005-February 2006 // CCAMLR. WG-FSA-06/9. Hobart, Australia. — 6 p.
- Prutko V.G.* 2008. Some field materials on area and season of Antarctic toothfish spawning // CCAMLR. WG-FSA-08/14. Hobart, Australia. — 10 p.
- Prutko V.G., Lisovenko L.A.* 2005. New data on Antarctic toothfish and some others by-catch fishes fecundity with gonads histological pictures from the Ross Sea region and data on Patagonian toothfish from the Argentina Sea // CCAMLR. WG-FSA-06/9. — 40 p.
- Shust K.V., Gasukov P.S., Dorovskich R.V., Kenzhin B.A.* 1990. The state of *Dissostichus eleginoides* Smitt stock and TAC for 1990-91 in subarea 48.3 (South Georgia) // CCAMLR. WG-FSA-90/34. Hobart, Australia. — 27 p.
- Shust K.V., Kuznetsova E.N., Kozlov A.N., Kokorin N.V., Petrov A.F.* 2005. Two species of toothfish in two basis long line fisheries regions — Patagonian toothfish in subarea 48.3 (South Atlantic) and Antarctic toothfish in subareas 88.1, 88.2 (South Pacific) // CCAMLR. WG-FSA-05/71. Hobart, Australia. — 12 p.
- Vanella F.A., Calv, J., Morriconi E.R., Aureliano R.* 2005. Somatic energy and histological analysis of the gonads in Antarctic fish from the Scotia Arc. // Scotia Marina. V. 69 (Suppl. 2). — P. 305–316.
- Zaytsev A.K.* 2008. Comparative characteristics of basic biological parameters of two toothfish species in high-latitude seas of the Antarctic // CCAMLR. WG-FSA-08/14. Hobart, Australia. — 8 p.

РЕФЕРАТЫ (ABSTRACTS)

УДК 597.574.55

Е.В. Микодина

Угол отражения: состояние и некоторые итоги научных исследований ВНИРО по аквакультуре в первой декаде третьего тысячелетия // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. Т. 148. — С. 5–10.

Анализируются основные причины, ограничивающие развитие научных исследований в области аквакультуры, в первую очередь, недостаточный объем бюджетного финансирования в сочетании с существующей нерациональной схемой его распределения. Отмечены основные достижения ВНИРО по некоторым направлениям этой сферы деятельности.

Ключевые слова: аквакультура, научные исследования, финансирование, последние достижения.

E.V. Mikodina

Angle of reflection: current status and some results of VNIRO scientific research on aquaculture in the first decade of the third millenium // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 5–10.

The principal causes limiting development of scientific researches in the field of aquaculture, first of all, insufficient volume budgetary of financing in a combination to the existing irrational scheme of its distribution are analyzed. Basic achievements of VNIRO in some directions of this field of activity are noted. 22 bibliog.

Key words: aquaculture, scientific researche, financing, recent results.

УДК 574.5:574.625.

И.А. Бурцев, Ж.Т. Дергалёва, О.Н. Маслова, Е.В. Микодина, О.П. Филиппова

Храня память об Александре Федоровне Карпевич (29.04.1907–19.07.1992) // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО— М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 11–15.

Дана историческая справка о проф. А.Ф. Карпевич — одном из основателей отечественной теории акклиматизации гидробионтов. Приведены воспоминания сотрудников ВНИРО о своем учителе, товарище и заведующей лабораторией акклиматизации ВНИРО в 1956–1971 гг.

Ключевые слова: А.Ф. Карпевич, 100-летний юбилей, гидробиолог, продуктивность водных объектов, теория акклиматизации.

I.A. Burtsev, Zh.T. Dergaleva, O.N. Maslova, E.V. Mikodina, O.P. Filippova

Cherishing the memory of Karpevich Alexandra Fedorovna (29.04.1907–19.07.1992) // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 11–15.

The historical note on Prof. A.F. Karpevich, one of the founders of the native theory of hydrobionts acclimatization, is given. The memoirs of VNIRO colleagues about their tutor, friend and head of the VNIRO acclimatization laboratory (1956–1971) are presented. 2 ills., 4 bibliog.

Key words: A.F. Karpevich, centenary, hydrobiologist, water body productivity, theory of acclimatization.

УДК 639.3.006.3:639.371.12

В.Г. Самарский

Нужны ли нам в России лососевые рыбозаводы? // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 16–20.

Обсуждается проблема, нужны ли лососевые рыболовные заводы в мировой практике рыболовства. Высказывается мнение о необходимости развития лососевых рыболовных заводов в России

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, Сахалин, рыболовство.

V.G. Samarsky

Do we need salmon hatcheries in Russia? // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 16–20.

The problem, whether salmon hatcheries are necessary in the world's fish culture, is discussed. An opinion on the need of development of salmon hatcheries in Russia is expressed.

Key words: Pacific salmon, Sakhalin, hatcheries.

УДК 639.3/.6(26)

О.Н. Маслова, Е.В. Микодина, Б.Н. Котенёв

Морская аквакультура: неиспользуемый потенциал в Центральной и Восточной Европе // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 21–35.

Приведены данные по объёму производства продукции марикультуры и её доли (в эквиваленте живого веса) в поставке рыбных продуктов на душу населения в странах Центральной и Восточной Европы в сравнении с западноевропейскими государствами. Рассмотрены основные причины, обуславливающие существенное отставание этого сектора рыбного хозяйства в восточном регионе Европы от западного. Обсуждаются возможные перспективы развития марикультуры в России и других восточноевропейских странах при реализации накопленного научного потенциала с учётом имеющихся прибрежных морских акваторий.

Ключевые слова: морская аквакультура, Центральная и Восточная Европа, Россия.

O.N. Maslova, E.V. Mikodina, B.N. Kotenev

Mariculture: unused potential in the Central and Eastern Europe // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 21–35.

The data on volume of mariculture production and its share (in live weight equivalent) in delivery of fish products per capita in countries of the Central and Eastern Europe are given in comparison with the West European States. The principal causes responsible for the essential lagging of this sector of fish economy in the eastern region of Europe from the western one are considered. The possible prospects of mariculture development in Russia and other East European countries under realization of the accumulated scientific potential with consideration of the available coastal areas are discussed. 4 tabl., 4 ill., 45 bibliog.

Key words: marine aquaculture, Central and Eastern Europe, Russia.

УДК 639.371.14: 639.3.03:(639.3:061.3)

Ж.А. Черняев

Итоги 75-летнего искусственного воспроизводства байкальского омуля *Coregonus autumnalis* (Pall.) на Большереченском рыболовном заводе (по материалам Всероссийской научно-практической конференции 2008 г.) // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 36–46.

В июле 2008 г. в Улан-Удэ состоялась Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 75-летию деятельности Большереченского рыболовного завода по воспроизводству

байкальского омуля. С 13 докладами выступили представители научных и исследовательских учреждений Улан-Удэ, Иркутска, Братска, Калининграда, Москвы и Петрозаводска. В сообщениях освещались вопросы истории сигавого рыбоводства, особенности сбора икры и ее инкубации, биотехнические приемы, способствующие улучшению качества рыбоводного процесса. Обсуждались вопросы соответствия фонда инкубированной икры и кормовой базы водоема реципиента — ультраолиготрофного озера Байкал. Расширенные тезисы также отдают должное памяти ушедших из жизни рыбоводов, способствовавших отработке биотехники до совершенства.
Ключевые слова: 75 лет Большереченскому омулевому рыбоводному заводу, Всероссийская конференция, сигаводство.

Zh.A. Chernyaev

Results of the 75-year artificial reproduction of the Lake Baikal omul *Coregonus autumnalis* (Pall.) at Bolsherechensky hatchery (based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, 2008) // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A. F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 36–46.

In July 2008, the All-Russian Conference dedicated to the 75th anniversary of Bolsherechensky hatchery activity on reproduction of Baikal cisco (omul) *Coregonus migratorius* took place in Ulan-Ude. The representatives of scientific and research organizations of Irkutsk, Bratsk, Ulan-Ude, Kaliningrad, Petrozavodsk, and Moscow made 13 presentations. They considered the different aspects of the history of national whitefish farming, peculiarities of egg collection and its incubation, biotechnological methods improving the quality of farming process. The problem on correspondence of incubated egg bank to the food base of recipient basin, such as ultra-oligotrophic Lake Baikal was discussed. The extended abstracts gave also respects to the memory of gone specialists promoted the improvement of biotechnology. 35 bibliog.

Key words: The 75th anniversary of Bolsherechensky omul hatchery, the All-Russian conference, whitefish artificial reproduction.

УДК 597.553.2:597–146.531:597.1/.5

A.E. Mikhulin, V.Ya. Lyubaev

Особенности строения яичников дальневосточных лососей и вопросы их эволюции // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 47–57.

Исследовано строение яичников лососевых рыб. Предполагается, что открытый тип их строения связан с выведением крупных ооцитов, а также излишней жидкости из организма, поступающей в него в процессе пресноводной части нерестовой миграции. Показано, что в рядах сима—чавыча—кета, а также сима—кижуч—нерка—горбуша в процессе освоения нерестилищ более высоких широт закономерно меняется как строение яичников, так и другие особенности биологии этих видов рыб. Есть основание полагать, что проходные лососи Дальнего Востока возникли от проходных *Osmeroidi* и являлись исходной формой для пресноводных видов *Salmonidae*.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, яичники, нерестовые адаптации, эволюция.

A.E. Mikulin, V.Ya. Lyubaev

The Structure peculiarities of Pacific salmon ovaries and problems of their evolution // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 47–57.

The structure of salmon ovaries was studied. It is supposed that open type of their structure is associated with withdrawal of large oocytes and redundant fluid from organism. This fluid comes into it during the freshwater period of spawning migration. The ovary structure and other biological characteristics of salmon are changed appropriately both in sequence of cherry salmon—chinook salmon—chum salmon and in sequence of cherry salmon—coho salmon—sockeye salmon—pink salmon during the development of new spawning grounds in the high latitudes. There is reason to suggest that. Far East anadromous salmon were originated from anadromous eperlans *Osmeroidi* as initial form of freshwater *Salmonidae* species. 1 tabl., 8 ill., 36 bibliog.

Key words: Pacific salmon, ovaries, spawning adaptations, evolution.

М.А. Седова, А.В. Пресняков

Строение ооцитов сахалинского (зелёного) осетра *Acipenser mikadoi* в процессе завершающих этапов созревания яичников // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 58–67.

Впервые описано строение ооцитов сахалинского (зелёного) осетра на завершающих этапах созревания. Изучены гаметы диких (р. Тумнин Хабаровского края) и заводских (Охотский рыбободный завод Сахалинской области) самок. Гистологическим методом показана их разнокачественность, отражающая степень подготовленности каждой самки к нересту. Состояние ооцитов дикой самки соотносится с её овуляцией в заводских условиях после гормональной стимуляции, после чего с использованием спермы стимулированных заводских самцов от этой самки получено полноценное потомство.

Ключевые слова: сахалинский (зелёный) осётр, строение ооцитов, р. Тумнин, Охотский рыбободный завод.

М.А. Sedova, A.V. Presnyakov

Oocyte structure of Sakhalin (green) sturgeon *Acipenser mikadoi* at the final stages of ovary maturation // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 58–67.

For the first time, the oocyte structure of Sakhalin (green) sturgeon at the final stages of maturing was described. Gametes of wild (from Tumnin River, Khabarovsk Territory) and farmed (from Okhotsky hatchery, Sakhalin region) females were studied. With the use of the histological method, the oocyte heterogeneity reflecting the degree of readiness of each female for spawning was shown. The oocyte state of wild female corresponds to its ovulation at hatchery conditions after hormonal stimulation. Then the live progeny was received from this female with the use of sperm of stimulated farmed males. 1 tabl., 10 ill., 19 bibliog.

Key words: Sakhalin (green) sturgeon, oocyte structure, Tumnin River, Okhotsky hatchery.

Е.В. Микодина, В.Е. Хрисанфов, А.В. Пресняков

Река Тумнин как репродуктивный водоём сахалинского осетра *Acipenser mikadoi*: экология и сопутствующая ихтиофауна // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 68–85.

Представлены новые данные о числе поимок разновозрастного сахалинского осетра *Acipenser mikadoi* в р. Тумнин за период 2005–2009 гг. и его биологических показателях. Приведены ландшафтные особенности бассейна этой реки, расположенного на особо охраняемой природной территории. Даны новые сведения по гидрологии и гидрохимии р. Тумнин в нижнем течении, где установлена стратификация вод реки по солёности. Описана сопутствующая ихтиофауна как элемент биотической среды сахалинского осетра. Обращено внимание на необходимость уточнения природоохранного статуса этого вида в связи с ревизией его латинского названия.

Ключевые слова: сахалинский (зелёный) осётр, р. Тумнин, ландшафт, гидрохимия, ихтиофауна.

E.V. Mikodina, V.E. Khrisanfov, A.V. Presnyakov

The Tumnin River as the reproductive basin for Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi*: ecology and accompanying ichthyofauna // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 68–85.

The new data on captures of Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi* of different age in the Tumnin River during the 2005–2009 period and its biological parameters are presented. The landscape features of this river basin located in the protected area (PA) are presented. The new data on hydrology and hydrochemistry for the Tumnin River downstream, where salinity stratification of river waters is formed are given. The accompanying ichthyofauna as an element of biotic environment of Sakhalin sturgeon is described. The necessity of correction of nature conservation status for this species in connection with the revision of its Latin name is noted. 7 tabl., 8 ill., 31 bibliog.

Key words: Sakhalin (green) sturgeon, Tumnin River, landscape, hydrochemistry, ichthyofauna.

УДК 575: 639.3/.6

Е.В. Ганжа, М.А. Банникова

Генетически модифицированные организмы (ГМО): новый глобальный вызов для аквакультуры // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 86–104.

В последние 20 лет идет интенсивное развитие биотехнологий. В результате деятельности генной инженерии живые организмы приобретают новые желаемые признаки за счет встраивания в их геном искусственно созданной генной конструкции. При этом сама генная конструкция вводится в большом количестве. Сложность и несовершенство технологии получения ГМО является причиной наличия биологических и экологических рисков при коммерческом выращивании и использовании таких продуктов в пищу. Тем не менее, ГМО в настоящее время приобрели глобальное распространение. Успешное внедрение достижений генной инженерии в сельское хозяйство вызвало необходимость законодательного регулирования использования ГМО при производстве продуктов питания и кормов для животных.

Ключевые слова: генетически модифицированные организмы и источники, рыбы, корма, биологические риски.

E.V. Ganzba, M.A. Bannikova

Genetically modified organisms (GMO): the new global challenge for aquaculture // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A. F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 86–104.

Over the last 20 years there is an intensive development of biotechnologies. As a result of genetic engineering activities, the living organisms acquire the new desirable traits due to embedding an artificial genetic construction in their genome. At that, the genetic construction itself is injected in a large quantity. The technology of GMO formation is complex and imperfect that causes the biological and ecological risks at the commercial growth and use of such products as food. Nevertheless, at present GMO are distributed worldwide. The successful introduction of genetic engineering achievements in agriculture resulted in necessity of legislative control of GMO, when producing food products and feed for animals. 1 tabl., 5 pict., 50 bibliog.

Key words: genetic modified organisms and sources, fishes, artificial feeds, biological risks.

УДК 597.553.2:597–13

К.В. Метальникова, Л.В. Сахаровская

Анализ гистогенеза у эмбрионов чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* при инкубации с предварительным подогревом воды // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 105–119.

Высокий температурный потенциал чавычи давно был доказан и обоснован, как резерв генотипической нормы реакции, который должен стать основой для ускоренного выращивания лососей в заводских условиях [Смирнов, 1975; Городилов, 1988]. Изучали эмбрионы чавычи, зафиксированные работниками МЛРЗ, Камчатка, при инкубации в воде с подогревом и без подогрева, проведен гистологический анализ более 0,5 тыс. эмбрионов. Гистогенез — это процесс, в течение которого приобретаются характерные для каждой ткани специфическая структура и соответствующие физиологические и химические свойства. Изучение гистогенеза эмбрионов чавычи с возраста в 169 градусо-дней показали несущественные отличия у чавычи, инкубировавшейся в условиях при подогреве воды, поступающей в инкубационный цех. Приводится шкала, по которой можно провести оценку темпов гистогенеза у эмбрионов чавычи. Представлены фото гистологических препаратов.

Ключевые слова: чавыча, инкубация, эмбриональный гистогенез.

K.V. Metalnikova, L.V. Sakharovskaya

Analysis of histogenesis for embryos of chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* at the hatchery incubation with preheating water // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 105–119.

The high temperature potential of chinook salmon has long been proven and substantiated as a reserve of the genotypic standard of reaction, which should become the basis for the accelerated

cultivation of salmon under the hatchery conditions [Smirnov, 1975; Gorodilov, 1986]. There was no complex research on histogenesis of embryonic development for chinook salmon at the hatchery cultivation. Embryos of chinook salmon fixed by fish breeders from Kamchatka MLRZ, with incubation in the preheated and non-preheated water were studied. More than 500 embryos were processed. Histogenesis is the process of obtaining of embryonic development characteristics for each specific structure and corresponding physiological and chemical properties. It was observed that the histogenetic rate of chinook salmon incubated in the preheated water was by 1.8 times faster at the initial stage of embryogenesis and by 1.12 times faster at the end of the embryogenesis than in non-preheated water. The scale, by which the estimation of histogenetic rates for embryos of chinook salmon can be made, is given. The photos of the histological preparations are presented. 2 tabl., 32 ill., 14 bibliog.

Key words: chinook salmon, hatchery incubation, fish aquaculture, embryo histogenesis.

УДК 594.124:576.8(26)(262.5)

Т.В. Безгачина

Идентификация возбудителя вибриоза — культуры штамма *Vibrio anguillarum* с применением современных серологических методов диагностики бактериальных заболеваний // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 120–125.

В работе приводятся сведения о вибриозе — опасном бактериальном заболевании рыб и гидробионтов; о создании и испытании на активность и специфичность новых партий агглютинирующих сывороток *Vibrio anguillarum* № 2-1 и № 19-1 для экспресс-диагностики данного заболевания в Черноморском и Балтийском регионах.

Ключевые слова: вибриоз, гидробионты, серологические методы, агглютинирующая сыворотка.

T.V. Bezgachina

Identification of vibriosis agent as strain culture of *Vibrio anguillarum*, using the modern serological methods of bacterial disease diagnosis // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A. F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 120–125.

The paper provides data on vibriosis which is a dangerous bacterial disease of fish and hydrobionts. The information on the development and testing of new lots of agglutinating serum *Vibrio anguillarum* № 2-1 and № 19-1 for activeness and specificity to ensure express diagnosis of this disease in the Black and Baltic Seas regions is also presented. 27 bibliog.

Key words: vibriosis, hydrobionts, antibody-mediated methods, agglutinating serum.

УДК 595.384.8

Н.В. Кряхова, Р.Р. Борисов, Е.С. Чертопруд, Н.П. Ковачева

Оценка избирательности питания и скорости переваривания корма у личинок камчатского краба *Paralithodes kamtschaticus* // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 126–130.

В рамках данной работы исследованы пищевые предпочтения и оценено время прохождения корма через желудочно-кишечный тракт зоэа камчатского краба, с целью определить оптимальный режим их кормления при выращивании в искусственных условиях. Для личинок камчатского краба химический состав корма не является определяющим фактором при захвате и потреблении пищевых частиц. Личинки активно поедают животный корм (науплии *Artemia* sp.), комбикорм с добавлением растительных компонентов Micron (фирма SERA, Германия), а так же активированный уголь. Статистически достоверных различий между продолжительностью прохождения корма через желудочно-кишечный тракт на разных стадиях личиночного развития не выявлено. Как у зоэа I, так и у зоэа IV первые пеллеты появляются в среднем спустя 105–110 мин после захвата корма. Кроме того, не обнаружено статистически достоверных различий между временем прохождения животного (науплии *Artemia* sp.) и растительного (Micron) кормов.

Ключевые слова: камчатский краб, искусственное воспроизводство, личинки, питание, корма.

N.V. Kryakbova, R.R. Borisov, E.S. Chertoprud, N.P. Kovacheva

Estimation of selective feeding and digestion rate for red king crab *Paralithodes camtschaticus* larvae // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich).— М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148.— P. 126–130.

Under this work, we studied food preferences and estimated the time for food passing through the digestive tract of red king crab zoeae in order to determine the optimal feeding regime during their growing under artificial conditions. For red king crab the chemical composition of food is not a determining factor at the capturing and consuming of food particles. Larvae actively consume animal feed (nauplii of *Artemia* sp.), combined feed with addition of vegetative components Micron (SERA production, Germany) and absorbent carbon. The clear food preferences were not revealed. The statistically significant differences in duration of food passage through the digestive tract at different larval stages were not obtained. For both zoea I and zoea IV first pellets appeared 105–110 minutes later (on the average) after the food capturing. In addition, there were no statistically significant differences between the duration of passage of animal (nauplii of *Artemia* sp.) and vegetable (Micron) feed. 2 ill., 10 bibliog.

Key words: red king crab, aquaculture, larvae, feeding, feeds.

УДК 639.51.03/.06

Д.В. Тырин, Н.П. Ковачева, М.Ю. Назарцева

Влияние температуры воды и типа наполнителя на запуск биофильтра в холодноводных установках с замкнутым циклом водообеспечения для содержания ракообразных // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО.— М.: Изд-во ВНИРО, 2010.— Т. 148.— С. 131–136.

Биологическая очистка воды в установках с замкнутым циклом водоиспользования последовательно осуществляется нитрифицирующими бактериями *Nitrosomonas*, *Nitrobacter* и другими. В рамках данной работы исследован запуск биофильтров при 3-х температурных режимах: 6–7 °С, 9–10 °С и 13–14 °С, с использованием 3-х типов наполнителей как субстратов для прикрепления бактерий: «биошары», коралловая крошка, керамзит. Как источник азота для предварительно внесённой культуры бактерий использовали 10%-ный раствор аммиака. В результате эксперимента показано, что скорость старта процесса нитрификации находится в прямой зависимости от температуры воды и в меньшей степени зависит от типа наполнителя. Продолжительность периода запуска была наименьшей в установке с температурой воды 13–14 °С и наполнителем из коралловой крошки.

Ключевые слова: ракообразные, аквакультура, температура, биофильтр, субстраты.

D.V. Tyrin, N.P. Kovacheva, M.Yu. Nazartseva

Influence of water temperature and type of filler on biofilter's start up period in closed coldwater systems for crustacean cultivation // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich).— М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148.— P. 131–136.

The biological purification of water in closed water systems is consistently accomplished by the nitrifying bacteria *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, and others. The starting period of biofilters was studied under the three types of temperature conditions: 6–7 °С, 9–10 °С and 13–14 °С, with the use of 3 types of filler as substratum for fastening of bacteria («bioballs», coral crumb, and haydite). As a nitrogen source, the 10% solution of ammonia was used for the preliminarily introduced culture of bacteria. The experiment showed that rate of the beginning of nitrification process depended inversely on water temperature and, in less extent, on filler type. The duration of starting period was smallest in the installation with water temperature of 13–14 °С and filler from coral crumb. 6 ill., 5 bibliog.

Key words: crustaceans, aquiculture, temperature, biofilter, substrates.

УДК 597–169:597–135:597.554.3+597.583.1

Л.И. Бисерова

Паразитологические аспекты инвазий чужеродных видов // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО.— М.: Изд-во ВНИРО, 2010.— Т. 148.— С. 137–141.

Обсуждаются паразитологические последствия инвазий чужеродных видов на примере вселения во второй половине XX века в дельту Волги из Азово-Черноморского бассейна моллюска *Lithoglyphus naticoides* и трематод *Apophallus muehlingi*, *Rossicotrema donicum*, *Nicolla skrjabini*, для которых этот моллюск является единственным промежуточным хозяином. Результатом этой спонтанной интродукции стали высокая инвазия карповых рыб метацеркариями трематоды *A. muehlingi*, что привело к уменьшению зараженности карповых метацеркариями аборигенного вида трематод *Posthodiplostomum cuticola*, а также высокая инвазия окуневых рыб метацеркариями *R. donicum* и расширение круга хозяев для трематод рода *Sanguinicola*.

Ключевые слова: инвазия, трематоды, карповые, р. Волга.

L.I. Biserova

Parasitological aspects of biological invasions of alien species // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 137–141.

In the second half of 20th century mollusk *Lithoglyphus naticoides* was spread from the Black Sea basin into the southern part of the Volga basin. As a result, the modern parasite fauna of the Volga River delta was enriched with new trematodes: *Apophallus muehlingi*, *Rossicotrema donicum*, *Nicolla skrjabini*. The parasitological consequences of this introduction are discussed. 2 ill., 18 bibliog.

Key words: invasion, trematodes, cyprinids, Volga River.

УДК 639.371.2:639.3.04:639.3.03

В.Д. Крылова

К оценке качества природных самок русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt волжской популяции по их продуктивности и качеству потомства в раннем онтогенезе // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 142–157.

В статье приводится новый методический подход оценки качества зрелых самок русского осетра волжской популяции по продуктивности и качеству потомства в раннем онтогенезе с помощью метода статистического анализа рыбоводно-биологических характеристик самок с использованием информационно-статистической программы ИСП «Осетр-2000» и метода сравнительного анализа индивидуальных показателей по каждой самке как отклонение (%) от средней выборки по стаду ($n = 28$). Это позволило всех самок разделить на 3 группы: высокопродуктивные, продуктивные и малопродуктивные самки: 39,3 %; 32,1 %; 28,6 % соответственно. Показано, что качество самок по продуктивности определяется массой зрелого ооцита, рабочей и относительной плодовитостью, показателем генеративного индекса и индекса продуктивности самок по икре, процентом оплодотворения, выживаемостью личинок и их массой на выклев.

Ключевые слова: русский осетр, популяция реки Волга, искусственное воспроизводство, плодовитость, выживаемость.

V.D. Krylova

On the assessment of quality of wild Russian sturgeon females *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt from the Volga population by productivity and quality of their progeny in early ontogenesis // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 142–157.

A new methodical approach to the assessment of quality of mature females of Russian sturgeon from the Volga population by productivity and quality of their progeny in early ontogenesis through the use of statistical analysis method of fish cultural and biological characteristics based on the information and statistic program «Osyotr-2000» and the comparative analysis method of individual characteristics of every female as a deviation (%) from the average sample over the stock ($n=28$) is presented. It made possible to subdivide all the females into 3 groups: highly productive, productive, and low productive (39.3; 32.1 and 28.6 %, respectively). It is shown that the quality of females by productivity is determined by weight of mature oocyte, working and relative fecundity, generative index, egg yield, fertilization percentage, survival rates and weight of larvae at hatching. 8 tabl., 4 ill., 16 bibliog.

Key words: Russian sturgeon, Volga population, artificial reproduction, fecundity, survival.

УДК: 639.371:639.3

Е.В. Тарасюк, С.Н. Тарасюк

Влияние плотности посадки и содержания кислорода на рост молоди кеты // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 158–169.

На основе экспериментальных данных изучали влияния плотности посадки молоди кеты, подращиваемой в условиях лососевых рыбоводных заводов, на темп ее роста при различных значениях температуры и концентрации кислорода. Установлено, что биотехнический норматив по допустимой плотности посадки при подращивании молоди кеты, равный 8 тыс. шт/м², обеспечивает скорость роста более 75 % от максимальной. Приведен алгоритм расчета длительности подращивания молоди кеты до навески 1 г в зависимости от температуры. Для увеличения эффективности искусственного воспроизводства кеты необходимо, чтобы концентрация кислорода на вытоке рыбоводной емкости была не менее 6 мг/л. Полученные результаты позволяют анализировать эффективность работы лососевых заводов и определять способы ее оптимизации с учетом особенностей источника водоснабжения. Полезны при проектировании строительства новых ЛРЗ по воспроизводству кеты для предварительной оценки их эффективности и целесообразности строительства.

Ключевые слова: кета, Сахалин, рыбоводство, рост, плотность посадки, кислород.

E.V. Tarasyuk, S.N. Tarasyuk

Influence of stocking density and oxygen content on growth of chum salmon juveniles // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — M.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 158–169.

On the basis of experimental data, the influence of stocking density of juvenile chum salmon growing under the hatchery conditions, on their growth rate at various values of temperature and oxygen content was studied. It was shown that the biotechnical specification on admissible stocking density at growing of juvenile chum salmon equaled to 8,000 inds. per square meter, provided the growth rate more than 75 % from maximal. The algorithm of calculation of duration of juvenile growing up to the weight of 1000 mg, depending on temperature, is given. To increase the efficiency of artificial reproduction of chum salmon the oxygen concentrations in the following stream of fish-breeding capacity should be not less than 6 mg/L. The results obtained allow to analyze an overall performance of salmon hatcheries and to define the ways of its optimization taking into account the features of water supply source. They are useful at the construction designing of new chum salmon hatcheries for a tentative estimation of their efficiency and expediency of construction. 3 tabl., 3 ill., 23 bibliog.

Key words: chum salmon, Sakhalin, hatcheries, growth, stocking density, oxygen.

УДК 639.371.2:(639.311.053.1:556.551.32).

О.П. Филиппова, И.А. Бурцев, А.С. Сафронов, К.В. Дудин, М.С. Аветиков, А.С. Чекмарев

Влияние температурных условий выращивания бестера *Acipenser nikołjukini* на длительность гаметогенеза и возраст достижения половой зрелости в установках замкнутого водообеспечения и в прудах // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 170–179.

Катастрофическое состояние запасов осетровых рыб в естественных водоемах в последние десятилетия в определенной мере компенсируется производством осетровых в аквакультуре, получившей быстрое развитие во многих странах мира. В суровых климатических условиях России наиболее перспективными направлениями являются культивирование осетровых в теплых водах энергетических объектов, а также в хозяйствах, использующих энергосберегающие установки замкнутого водоснабжения, позволяющие создавать оптимальные для роста и созревания осетровых, регулируемые условия среды. В настоящей работе приводятся некоторые результаты исследования по влиянию условий культивирования двух пород бестера на сроки созревания и длительность отдельных фаз гаметогенеза.

Ключевые слова: бестер, рыбоводство, рециркуляционная установка, температура, гаметогенез.

O.P. Filippova, I.A. Burtsev, A.S. Safronov, K.V. Dudin, M.S. Avetikov, A.S. Chekmarev

Influence of bester *Acipenser nikołjukini* rearing temperatures on gametogenesis duration and first sex maturation in water recirculating aquaculture systems and ponds // Artificial repro-

duction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — M.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 170–179.

The catastrophic status of sturgeon stocks in natural waters during the recent decades has been partially compensated by sturgeon farming, highly developed in many countries. Under severe climatic conditions of Russia the most perspective trends are shown to be sturgeon cultivation in heated waters of electric power stations, as well as in fish farms using energy-saving water recirculating aquaculture systems which make it possible to create the most favorable conditions for sturgeon growth and maturation. Some results of the influence of cultivation conditions of two bester breeds on time frames of first maturation and duration of separate phases of gametogenesis are given. 3 tabl., 8 ill., 27 bibliog.

Key words: bester, fish rearing, recirculating aquaculture system, temperature, gametogenesis.

УДК: 639.371:639.3

Е.В. Тарасюк, С.Н. Тарасюк

Влияние возраста начала кормления на темп роста молоди кеты при ее подращивании на рыбноводном заводе // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 180–193.

На основании результатов экспериментальных данных по выдерживанию и подращиванию молоди кеты на лососевых рыбноводных заводах Юго-Восточного Сахалина, с применением в качестве показателя времени биологического возраста, выявлены некоторые особенности ее роста, связанные с условиями кормления. На этапе выдерживания эмбрионов и личинок установлено три качественно и количественно различающиеся фазы роста — равномерного роста, замедления роста и прекращения роста. Как оказалось, идентификация границ фазы замедления роста является ключевым для определения даты начала кормления на последующем биотехническом этапе — подращивании. Начало наступления фазы замедления роста (450 суток б.в.) синхронизировано с готовностью личинок к переходу на смешанное питание и сигнализирует о необходимости приучения личинок к экзогенному питанию, а середина фазы (490 суток б.в.) является оптимальной для выбора даты начала кормления, обеспечивающего максимальные приросты.

Ключевые слова: кета, Сахалин, биологический возраст, рост, кормление.

E.V. Tarasyuk, S.N. Tarasyuk

Influence of first feeding age on growth rate of juvenile chum salmon in hatcheries // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — M.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 180–193.

On the basis of experimental data on keeping and growing of chum salmon juveniles at fish-breeding factories of the southeast Sakhalin, with the use of time of biological age as an indicator, some features of their growth related to feeding conditions are revealed. At the stage of embryo and larvae keeping three qualitatively and quantitatively differing phases of growth: uniform growth, delayed growth, and termination of growth, were determined. As it turned out, the identification of limits for delayed growth phase is crucial for determination of the date of first feeding at the following biotechnical stage—growing. The beginning of delayed growth phase (450 days b.a.) is synchronized with readiness of larva for transition to the mixed feeding and signals the necessity of larva habituation to exogenous feeding. The midst of phase (490 day b.a.) is optimal for selection of date of first feeding, which provides the maximal growth rate. 4 tabl., 5 ill., 33 bibliog.

Key words: chum salmon, Sakhalin, biological age, growth, feeding.

УДК 597.58:597–146.53:597–18

С.В. Пьянова, А.Ф. Петров

Особенности оогенеза антарктического клыкача из моря Росса в преднерестовый период // Искусственное воспроизводство ценных гидробионтов, акклиматизация и аквакультура (К 100-летию со дня рождения профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич): Труды ВНИРО. — М.: Изд-во ВНИРО, 2010. — Т. 148. — С. 194–210.

В работе представлены результаты гистологического анализа репродуктивной системы самок антарктического клыкача *Dissostichus mawsoni*, выловленного за два промысловых сезона 2005/2006 гг. в море Росса Тихоокеанского сектора в период антарктического лета. Описаны морфологические показатели гонад, коэффициенты зрелости и упитанности по Фультону у осо-

бей, выловленных в разные годы промысла. Определены гистологические критерии оценки стадий зрелости самок клыкача, цитологические показатели его ооцитов и тип оогенеза клыкача. Показано, что в период промысла преобладали самки с яичниками на III поздней стадии зрелости. В яичниках присутствовали две группы ооцитов периода трофоплазматического роста, и крупные ооциты ближайшего нерестового сезона составили меньшую часть от всех половых клеток.

Ключевые слова: антарктический клыкач, море Росса, яичники, оогенез, нерест.

S.V. Pyanova, A.F. Petrov

The oogenesis characteristics of Antarctic toothfish from the Ross Sea in the prespawning period // Artificial reproduction of valuable hydrobionts, acclimatization and aquaculture (To the centenary of VNIRO professor A.F. Karpevich). — М.: VNIRO Publishing, 2010. V. 148. — P. 194—210.

The results of histological analysis of the Antarctic toothfish *Dissostichus mawsoni* reproductive system, caught during two fishing seasons, 2005/2006 in austral summer in the Ross Sea of the Pacific Sector are presented. The morphological parameters, indices of gonads and condition by Fulton have been described for fish collected in different years. The histological criteria of the assessment of the ovary maturity stages, cytological parameters of oocytes, and type of the toothfish oogenesis have been determined. At the maturing of toothfish, ovaries from the stages II to IV showed a slow increase in oocyte diameter. It was obtained that during the fishing period Antarctic toothfish individuals with gonads of the late III stage of maturity were dominated. Their ovaries contained two groups of vitellogenous oocytes. The large oocytes of the nearest spawning season have composed the minor group of total cell number. 6 tabl., 8 ill., 61 bibliog.

Key words: Antarctic toothfish, Ross Sea, ovaries, oogenesis, spawn.

СОДЕРЖАНИЕ

- Микодина Е.В.**
Угол отражения: состояние и некоторые итоги научных исследований
ВНИРО по аквакультуре в первой декаде третьего тысячелетия 5
- Бурцев И.А., Дергалёва Ж.Т., Маслова О.Н., Микодина Е.В., Филиппова О.П.**
Храня память об Александре Фёдоровне Карпевич
(29.04.1907–19.07.1992) 11
- Самарский В.Г.**
Нужны ли в России лососевые рыболовные заводы? 16
- Маслова О.Н., Микодина Е.В., Котенёв Б.Н.**
Морская аквакультура: неиспользуемый потенциал
в Центральной и Восточной Европе 21
- Черняев Ж.А.**
Итоги 75-летнего искусственного воспроизводства байкальского омуля
Coregonus autumnalis на Большереченском рыболовном заводе
(по материалам Всероссийской научно-практической конференции 2008 г.) . 36
- Микулин А.Е., Любаев В.Я.**
Особенности строения яичников дальневосточных лососей
и вопросы их эволюции 47
- Седова М.А., Пресняков А.В.**
Строение ооцитов сахалинского (зелёного) осетра *Acipenser mikadoi*
в процессе завершающих этапов созревания яичников 58
- Микодина Е.В., Хрисанфов В.Е., Пресняков А.В.**
Река Тумнин как репродуктивный водоём сахалинского осетра
Acipenser mikadoi: экология и сопутствующая ихтиофауна 68
- Ганжа Е.В., Банникова М.А.**
Генетически модифицированные организмы (ГМО):
новый глобальный вызов для аквакультуры 86
- Метальникова К.В., Сахаровская Л.В.**
Анализ гистогенеза у эмбрионов чавычи *Oncorhynchus tshawytscha*
при инкубации с предварительным подогревом воды 105
- Безгачина Т.В.**
Идентификация возбудителя вибриоза — культуры штамма
Vibrio anguillarum с применением современных серологических
методов диагностики бактериальных заболеваний 120
- Кряхова Н.В., Борисов Р.Р., Чертопруд Е.С., Ковачева Н.П.**
Оценка избирательности питания и скорости переваривания корма
у личинок камчатского краба *Paralithodes kamtschaticus* 126

Тырин Д.В., Ковачева Н.П., Назарцева М.Ю.	
Влияние температуры воды и типа наполнителя на запуск биофильтра в холодноводных установках с замкнутым циклом водообеспечения для содержания ракообразных	131
Бисерова Л.И.	
Паразитологические аспекты инвазий чужеродных видов	137
Крылова В.Д.	
К оценке качества природных самок русского осетра <i>Acipenser gueldenstaedtii</i> Brandt волжской популяции по их продуктивности и качеству потомства в раннем онтогенезе	142
Тарасюк Е.В., Тарасюк С.Н. Влияние плотности посадки и содержания кислорода на рост молоди кеты	158
Филиппова О.П., Бурцев И.А., Сафронов А.С., Дудин К.В., Аветиков М.С., Чекмарев А.С.	
Влияние температурных условий выращивания бестера <i>Acipenser nikoljukini</i> на длительность гаметогенеза и возраст достижения половой зрелости в установках замкнутого водообеспечения и в прудах	170
Тарасюк Е.В., Тарасюк С.Н.	
Влияние возраста начала кормления на темп роста молоди кеты при её подращивании на рыбноводном заводе	180
Пьянова С.В., Петров А.Ф.	
Особенности оогенеза антарктического клыкача из моря Росса в преднерестовый период	194
Рефераты	211

PROCEEDINGS OF VNIRO

VOLUME 148

2010

CONTENTS

- Mikodina E.V.**
Angle of reflection: current status and some results of VNIRO scientific research on aquaculture in the first decade of the third millennium 5
- Burtsev I.A., Dergaleva Zh.T.**
Cherishing memory of Karpevich Alexandra Fedorovna (29.04.1907–19.07.1992) 11
- Samarskiy V.G.**
Do we need salmon hatcheries in Russia? 16
- Maslova O.N., Mikodina E.V., Kotenev B.N.**
Mariculture: unused potential in the Central and Eastern Europe 21
- Chernyaev Zh.A.**
Results of the 75-year artificial reproduction of the Lake Baikal cisco *Coregonus autumnalis* at the Bolsherechensky hatchery (based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, 2008) . . . 36
- Mikulin A.E., Lyubaev V.Ya.**
Structure peculiarities of Pacific salmon ovaries and problems of their evolution 47
- Sedova M.A., Presnyakov A.V.**
Oocyte structure of Sakhalin (green) sturgeon *Acipenser mikadoi* at the final stages of ovary maturation 58
- Mikodina E.V., Khrisanfov V.E., Presnyakov A.V.**
The Tumnin River as the reproductive basin for Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi*: ecology and accompanying ichthyofauna 68
- Ganzha E.V., Bannikova M.A.**
Genetically modified organisms (GMO): new global challenge for aquaculture 86
- Metalnikova K.V., Sakharovskaya L.V.**
Analysis of histogenesis for embryos of chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* at the hatchery incubation with preheating water 105
- Bezgachina T.V.**
Identification of vibriosis agent as strain culture of *Vibrio anguillarum* using the modern serological methods of bacterial disease diagnosis 120
- Kryakhova N.V., Borisov R.R., Chertoprud E.S., Kovacheva N.P.**
Estimation of selective feeding and digestion rate for red king crab *Paralithodes camtschaticus* larvae 126

Tyrin D.V., Kovacheva N.P., Nazartseva M.Yu.	
Influence of water temperature and type of filler on biofilter's start up period in cold water closed systems for crustacean cultivation	131
Biserova L.I.	
Parasitological aspects of biological invasions of alien species	137
Krylova V.D.	
On the assessment of quality of wild Russian sturgeon females <i>Acipenser gueldenstaedtii</i> from the Volga population by productivity and quality of their progeny in early ontogenesis	142
Tarasyuk E.V., Tarasyuk S.N.	
Influence of stocking density and oxygen content on growth of chum salmon juveniles	158
Filippova O. P., Burtsev I.A., Safronov A. S., Dudin K.V., Avetikov M.S., Chekmarev A.S.	
Influence of bester <i>Acipenser nikoljukini</i> rearing temperatures on gametogenesis duration and first sex maturation in water recirculating aquaculture systems and ponds	170
Tarasyuk E.V., Tarasyuk S.N.	
Influence of first feeding age on growth rate of juvenile chum salmon in hatcheries	180
Piyanova S.V., Petrov A.F.	
The oogenesis characteristics of Antarctic toothfish from the Ross Sea in the prespawning period	194
Abstracts	211

Труды ВНИРО. Том 148
**Искусственное воспроизводство ценных
гидробионтов, акклиматизация и аквакультура**
**К 100-летию со дня рождения
профессора ВНИРО А.Ф. Карпевич**

И.о. зав. редакцией *Н.Э. Боровик*
Художественный редактор *Н.И. Лизунов*
Технический редактор *Л.И. Филатова*
Корректор *Е.Н. Гаврилова*
Компьютерная вёрстка *Л.И. Филатовой*

Подписано в печать 15.02.2010 г. Формат 60 × 84¹/₈.
Печ. л. 28,5. Тираж 200 экз. Заказ №

Издательство ВНИРО
107140, Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17

Тел.: (499) 264–65–33
Факс: (499) 264–91–87

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК