

Министерство образования и науки Российской Федерации
КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Биологический факультет

Министерство природных ресурсов Краснодарского края
Государственное бюджетное учреждение Краснодарского края
«КУБАНЬБИОРЕСУРСЫ»

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ

Всероссийская научно-практическая конференция

17—19 мая 2018 г.

Краснодар
2018

УДК 639.3(470+571)(075.8)
ББК 47.2(2Рос)я73
В623

Редакционная коллегия:

Г. А. Москул (отв. редактор), А. В. Абрамчук (зам. отв. редактора), М.В. Нагалецкий,
М.С. Чебанов, Н.Г. Пашинова, М.А. Козуб, М.Х. Емтыль, А. М. Иваненко (техн. редактор),
А.С. Прохорцева (секретарь)

В623 Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы Всерос. науч.-практ. конф.,
приуроченной к 20-летию открытия в Кубанском гос. ун-те направления подготовки
«Водные биоресурсы и аквакультура» / отв. ред. Г. А. Москул. Краснодар: Кубанский гос.
ун-т, 2018. 458 с.: ил. 200 экз.
ISBN 978-5-8209-1486-7

Настоящее издание включает материалы Всероссийской научно-практической кон-
ференции, проходившей в период с 17 по 19 мая 2018 г. и приуроченной к 20-летию
открытия в Кубанском государственном университете направления подготовки «Водные
биоресурсы и аквакультура».

Представлены результаты работ, полученные учёными из ведущих научных организа-
ций Российской Федерации и ближнего зарубежья. Тематика работ касается актуальных
проблем изучения биологического разнообразия гидробионтов, охраны и воспроизвод-
ства водных биологических ресурсов, аквакультуры, а также подготовки кадров для ры-
бохозяйственной отрасли.

Адресуются научным работникам, экологам, преподавателям и студентам, специали-
зирующимся в области водных биологических ресурсов и аквакультуры.

Материалы печатаются в авторской редакции.

УДК 639.3(470+571)(075.8)
ББК 47.2(2Рос)я73

Финансовая поддержка конференции

Сборник материалов издан при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-04-20018 Г).



ISBN 978-5-8209-1486-7

© Кубанский государственный
университет, 2018

УДК 597.423:639.3

МАТОЧНЫЕ СТАДА ОСЕТРОВЫХ РЫБ: ОПТИМИЗАЦИЯ КРУГЛОГОДИЧНОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА И ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВОЙ ИКРЫ В ИНТЕНСИВНОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ

М.С. Чебанов, Е.В. Галич

Центр сохранения генофонда осетровых рыб ГКУ КК «Кубаньбиоресурсы» министерства природных ресурсов Краснодарского края, г. Краснодар, Россия

E-mail: MСhebanov@gmail.com

Темпы роста товарного выращивания различных видов осетровых рыб и производства икры осетровых в РФ и в мире в последние годы существенно возросли. Так, в 2016 г. объёмы производства товарных осетровых в мире в рыбоводных хозяйствах 56 стран составили более 130 000 т, из них около 27 600 т сибирского осётра (Chebanov, Williot, 2017). Этот объём в 4 раза превышает максимальные уловы осетровых во всех естественных водоёмах, отмечавшихся в 1970-х гг. Производство пищевой икры осетровых рыб в мире в 2016 г. превысило 300 т. В России на 410 осетроводных хозяйствах различного типа было выращено более 6 000 т осетровых, в т. ч. 1 800 т сибирского осётра, а общий объём производства икры составил 46 т. Из 27 видов осетровых рыб в мире в товарной аквакультуре используются 12 видов и 7 гибридов, при этом больше всего в мире выращивается гибрида амурского осётра и калуги, сибирского осётра и его гибридов, амурского и белого (США, Италия и др.) осётров.

Особенно существенный рост производства икры стал возможен в последние 10 лет благодаря разработке и широкому внедрению неинвазивного экспресс метода ультразвуковой диагностики пола и стадий половой зрелости на ранних стадиях развития различных видов осетровых (Чебанов, Галич, Чмырь, 2004; Производство пищевой икры ..., 2006; Чебанов, Галич, 2010, 2011; The Siberian sturgeon ..., 2017).

Значительную роль (более 70 % объёма производства) среди всех производственных систем играют тепловодные промышленные хозяйства (тепловодные садковые и бассейновые, УЗВ), фермы, расположенные в субтропиках, а также комбинированные комплексы, в которых на различных этапах выращивания и разведения осетровых используются как промышленные системы, так и пруды малой

площади. Действительно, тепловодное содержание осетровых позволяет существенно повысить темпы роста и ускорить половое созревание, что является важным для этих видов с очень продолжительным процессом гаметогенеза при их воспроизводстве или икорно-товарного осетроводства.

Вместе с тем в последние годы, особенно при интенсивном выращивании различных видов осетровых в крупных УЗВ и тепловодных хозяйствах, очень часто отмечается значительное снижение качества получаемой оплодотворённой икры и рентабельности икорного производства в целом. Проведённые авторами исследования 11 видов и многих гибридов осетровых в более, чем 80 промышленных икорно-товарных хозяйствах РФ и многих стран Европы, Азии, Америки показали, что основными рыбоводно-биологическими причинами этого являются:

- существенная гетерохрония первого созревания самок, достигающая 4 (русский, сибирский, амурский, севрюга, гибриды) — 8 (белуга, калуга) лет, даже у сибсов;
- снижение гамето-соматических индексов, осложнение и увеличение продолжительности процесса получения при прижизненном отборе овулировавшей икры и пробивки при забое самок и снижение выхода икры;
- значительно ожирение гонад самок, особенно при первом созревании и непроизводительное повышение удельных кормовых затрат на 1 кг икры;
- аномалии репродуктивной системы и внутренних органов (асинхронность развития гонад, поли- и мегакистоз, ожирение печени и сердца, гепатомы, гермафродитизм в различных формах, атрезия).

Цель настоящего исследования — оптимизация технологии формирования и использования ремонтно-маточных стад осетровых для ускорения созревания и снижения гете-

рохронии самок и сокращения межнерестовых интервалов на основе использования усовершенствованной методики ультразвукового скрининга.

Как известно, II-я стадия зрелости гонад (СЗГ) — самая длительная, как в естественных условиях (Трусов, 1972), так и в аквакультуре (Акимова, 1985) и её продолжительность определяет возраст первого созревания самок осетровых, а также продолжительность последующих овариальных циклов.

В ходе настоящего исследования установлено, что при интенсивном выращивании осетровых изменение режима кормления самок на II стадии зрелости может: ускорить или значительно замедлить наступление вителлогенеза (III СЗГ) или даже привести к нарушениям гаметогенеза и значительному снижению плодовитости самок.

Так, продолжение кормления самок осетровых, достигших II жировой СЗГ продукционными кормами, используемыми на I—II стадиях (с относительно высоким содержанием жира ($> 13\text{—}14\%$) и относительно низким содержанием протеина (менее 47%) или кормами, несбалансированными (по отношению $\omega\text{-}3/\omega\text{-}6$) при постоянной температуре $20\text{—}24\text{ }^\circ\text{C}$ приводит к значительному увеличению продолжительности II жировой СЗГ. В этом случае — через 2—3 года (к ожидаемому возрасту созревания в оптимальных условиях) — наблюдается только значительное ожирение яичников (часто необратимое) с небольшим количеством ооцитов, что можно оперативно контролировать используя УЗИ для установления оптимального режима кормления в соответствии с СЗГ.

Своевременный переход на новый режим кормления позволяет ускорить наступление III СЗГ и дальнейшим оптимальным управлением температурным режимом воды для быстрого достижения IV СЗГ. Таким образом изменение режима кормления позволяет осуществлять сдвиг отношения соматического роста и генеративного обмена в пользу последнего, при этом эхограммы служат индикаторами для своевременной оптимизации режима кормления и температуры.

Ключевым и наиболее сложным элементом данного подхода является быстрое и не-

инвазионное определение самок с гонадами на II жировой СЗГ для дальнейшего отдельного кормления и содержания самок. Действительно, поперечный срез гонад на II жировой СЗГ, показывает, что генеративная ткань (составляя менее 5% площади среза) полностью покрывается жиром и жир может составлять более 95% объёма гонады. Это существенно ограничивает возможности биопсии (с использованием щупа) для точного отбора и определения II жировой СЗГ.

Алгоритм оптимизации управления ремонтно-маточных стадами для ускорения созревания подробно рассматривается в докладе. При проведении первого ультразвукового скрининга-бонитировки в возрасте $1,5\text{—}2$ года в тепловодных хозяйствах или УЗВ необходимо разделить и распределить всех незрелых самок на 2 группы в соответствии с их стадией зрелости и содержать их отдельно. Использование рассмотренной технологической схемы позволило существенно уменьшить гетерохронию окончательного созревания самок, по сравнению с традиционными режимами кормления.

Поскольку УЗИ-скрининг — базовый и безальтернативный элемент новой технологии следует рассмотреть вопрос о точности УЗИ определения пола и стадий зрелости осетровых рыб. Исключая случаи недостаточного опыта УЗИ-операторов или несоответствующего оборудования, УЗИ позволяет безошибочно определять стадии зрелости.

Попытаемся иллюстрировать возможные источники якобы «недостаточной точности» УЗИ-диагностики, по сравнению с биопсией. В первую очередь, это отклонения в развитии рыб на тепловодных хозяйствах, особенно, в случае использования несбалансированных для осетровых кормов или с высоким содержанием жира после II СЗГ, которые нельзя точно определить прижизненно с помощью биопсии. Часть из них была кратко описана (Чебанов, Галич, 2010), но в новой книге (Чебанов, Галич, 2018) содержится более детальное описание основных аномалий репродуктивной системы и внутренних органов, что позволяет устранить возможные нарушения в кормлении и содержании самок.

Анализ более 1 млн эхограмм показал,

что УЗИ позволяет быстро и безошибочно определять и следующие наиболее распространённые у осетровых anomalies.

1. Репродуктивная система

1.1. Недоразвитие генеративной ткани или её полное отсутствие. При дальнейшем постоянном кормлении и температуре недоразвитые участки генеративной ткани замещаются жировой или соединительной тканью (рис. 1).

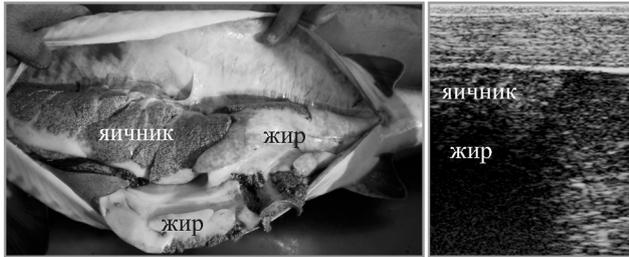


Рис. 1. Жировое перерождение генеративной ткани

1.2. Жировая дегенерация яичников и снижение репродуктивной способности.

1.3. Асинхронность развития генеративной ткани.

1.3.1. В яичнике наблюдаются ооциты разных генераций. Если в поле зрения на эхограмме область, занимаемая вителлогенными ооцитами, составляет 80 % или более, то таких особей необходимо отсаживать для специальной температурной подготовки к нересту. В случае преобладания на эхограмме превителлогенных ооцитов, следует продолжить кормление рыб.

1.3.2. Другой случай асинхронности, наблюдается, когда развитие генеративной ткани яичника или семенника имеет очаговый характер, что является следствием существенного нарушения гонадогенеза на ранних этапах.

1.4. Различные формы гермафродитизма.

1.4.1. Синхронный овотестис (функциональная) форма — в яичнике IV СЗГ наблюдаются участки семенников IV СЗГ (рис. 2).

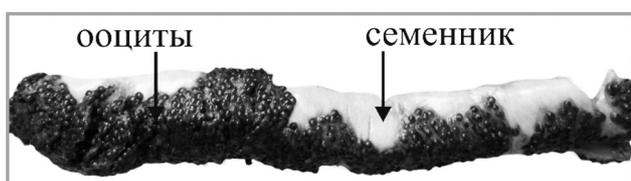


Рис. 2. Синхронный овотестис

1.4.2. Асинхронный овотестис.

1.4.3. Одна гонада — семенник, другая — яичник (встречается реже).

1.4.4. Асинхронная (нефункциональная) форма — в семенниках на III—IV СЗГ встречаются участки яичников с ооцитами протоплазматического роста.

Гермафродитизм осложняет определение пола и стадий зрелости гонад при этом ультразвуковой скрининг несомненно имеет явные преимущества перед точечной биопсией в связи с мозаичным характером овотестиса.

1.5. Кисты. Новообразования в виде пузырьков на поверхности или внутри гонад с жидкостным содержимым. Кисты у самок свидетельствуют о фиброзе ткани яичника, образуются в процессе жирового перерождения яйценосных пластин и являются органотипическими опухолями. (Моисеева, Федоров, Парфенова, 1997). Кисты могут достигать значительных размеров и быть множественными (рис. 3) (мега- и поликистоз) визуализируются на эхограммах в виде анэхогенной зоны с усилением сигнала по задней стенке.

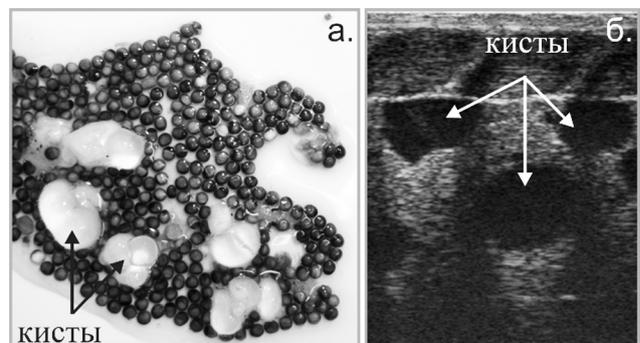


Рис. 3. Кистоз:

а — кисты в яичнике; б — эхограмма поликистоза

2. Некоторые заболевания внутренних органов

2.1. Печень — играет важную роль для синтеза вителлогенина, т. е. нормальное развитие гонад в III—IV СЗГ стадии, поэтому ранний УЗИ-мониторинг печени самок, начиная с 2—3-летнего возраста, имеет большое значение как для воспроизводства, так и для икорно-товарного осетроводства.

На обмен липидов в печени существенно влияет состав корма, нормы и режимы кормления и температура содержания рыб.

Выращивание рыб в УЗВ и тепловодных хозяйствах часто приводит к ожирению печени, что обусловлено температурным воздействием на процесс преобразования фосфолипидов и является одной из причин жировой инфильтрации печени. При циррозе (рис. 4) вокруг печени наблюдается эконегативный асцит (следствие нарушения обменных процессов, лимфооттока и др.).

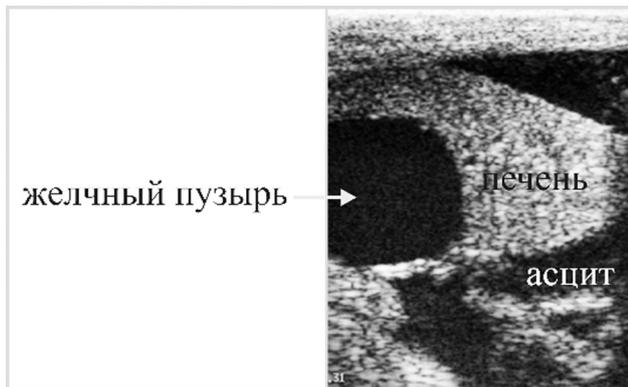


Рис. 4. Цирроз печени

Диагностика здоровья печени и желчного пузыря самок осетровых позволяет своевременно выявить и устранить ошибки в кормлении рыб.

Рыб с патологическими изменениями необходимо своевременно выбраковывать

2.2. Сердце. Эхокардиография позволяет контролировать движение клапанов и измерять толщину стенок желудочка, выявлять патологии сердца: ожирение желудочка сердца (рис. 5) и новообразования на предсердии и артериальном конусе, выпот в перикарде и др.

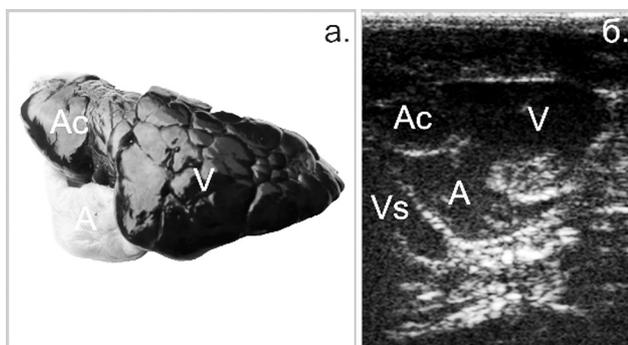


Рис. 5. Сердце русского осётра:

а — фото сердца в норме; б — продольное сканирование сердца в норме; V — желудочек (Ventricle); Ac — артериальный конус (Arterial cone); A — предсердие (Auricula); Vs — венозный синус (Venous sinus)

2.3. Заболевания желудочно-кишечного тракта. Кишечная непроходимость (илеус) — обусловлена скоплением жидкости в желудочно-кишечном тракте в результате закупорки или обструкции кишечника.

Все рассмотренные аномалии встречались и были ранее описаны у диких особей русского осётра и севрюги в Каспийском (Романов, Шевелёва, 1992) и Азовском бассейне (Моисеева, Федоров, Парфенова, 1997), сибирского осётра (Акимова, Рубан, 1992), амурского осётра (Гистоморфологические нарушения ... , 2009), лопатоноса в бассейне Миссисипи (Ecological requirements ... , 2009). В условиях загрязнения среды обитания, причиной этого авторы считали кумулятивный токсикоз, эндокринных дизрапторов (эстрогены, включая фитоэстрогены, гербициды и даже нитраты). Вместе с тем, следует отметить, что для выявления этих аномалий, до сих пор, приходилось убивать и вскрывать таких рыб.

Содержащийся в работе (Чебанов, Галич, 2018) атлас позволяет очень быстро и не травматично выявлять данные аномалии, своевременно отбраковывая этих рыб, и главное осуществлять меры по устранению причин, которые привели к этим аномалиям.

Кроме нарушения режима кормления к существенной задержке созревания и низкой эффективности икорного производства приводит несвоевременная сортировка и совместное выращивание самок, различающихся не только по стадиям зрелости, но и размеру.

Использование новой технологической схемы управления маточным стадом, племенной работы и селекционных программ (раннего отбора быстросозревающих самок и отбор незрелых самок для дифференцированного кормления и содержания) позволяет оптимизировать интенсивное выращивание осетровых на крупных икорных хозяйствах.

Литература

Акимова Н.В. Гаметогенез и половая цикличность сибирского осётра в естественных и экспериментальных условиях // Особенности репродуктивных циклов у рыб в водоёмах разных широт. М.: Наука, 1985. С. 111—122.

Акимова Н.В., Рубан Г.И. Анализ состояния воспроизводительной системы рыб в связи с проблемами биоиндикации на примере сибирского осётра *Acipenser baerii* // Вопр. ихтиол. 1992. Т. 32, № 6. С. 102—109.

Гистоморфологические нарушения репродуктивной системы амурских осетровых / В.Н. Кошелев [и др.] // Амурский зоологический журнал. 2009. № 1 (2). С. 258—264.

Моисеева Е.Б., Федоров С.И., Парфенова Н.А. О нарушениях строения половых желёз у самок осетровых (*Acipenseridae*) Азовского моря // Вопр. ихтиол. 1997. Т. 37, № 5. С. 660—666.

Производство пищевой икры осетровых рыб в аквакультуре: от экспериментов к ускоренному промышленному производству / М.С. Чебанов [и др.] // Рыбоводство. 2006. № 3—4. С. 20—23.

Романов А.А., Шевелёва Н.Н. Нарушение гонадогенеза у каспийских осетровых (*Acipenseridae*) // Вопр. ихтиол. 1992. Т. 32, вып. 5. С. 176—180.

Чебанов М.С., Галич Е.В. Ультразвуковая диагностика осетровых рыб. Краснодар: “Просвещение-Юг”, 2010.

Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по воспроизводству осетровых рыб: Техническое руководство ФАО по ответственному рыбному хозяйству № 558. Анкара: ФАО, 2011.

Чебанов М.С., Галич Е.В. Видовые особенности и секреты ультразвуковой диагностики осетровых рыб и веслоноса. Краснодар: “Просвещение-Юг”, 2018 (в печати).

Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М.: МСХ; ФГНУ «Росинформ-агротех», 2004.

Chebanov M.S., Galich E.V. Diagnostic capabilities of non-invasive ultrasound monitoring for assessing of reproductive welfare and conducting of breeding programmes in large sturgeon broodstock in aquaculture // Abstracts of 8th International Symposium on Sturgeons. Vienna, 2017. P. 16.

Chebanov M.S., Galich E.V. Echography for Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*) Brood Stock Management // The Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* BRANDT, 1869) / P. Williot, G. Nonnotte, M. Chebanov (eds.). Volume 2 — Farming. New York: Springer, 2017. P. 529—567.

Chebanov M.S., Williot P. An Assessment of the Characteristics of World Production of Siberian Sturgeon Destined to Human Consumption // The Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* BRANDT, 1869) / P. Williot, G. Nonnotte, M. Chebanov (eds.). Volume 2 — Farming. New York: Springer, 2017. P. 217—286.

Ecological requirements for pallid sturgeon reproduction and recruitment in the Lower Missouri River / A.J. DeLonay [et al.]: A research synthesis 2005—08: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report. 2009.

The Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* BRANDT, 1869) / P. Williot, G. Nonnotte, M. Chebanov (eds.). Volume 2 — Farming. New York: Springer, 2017.

УДК 537.811.57

ВЛИЯНИЕ ВОДЫ, ПОДВЕРЖЕННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ, НА МОЛОДЬ АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА

Д.В. Шумейко, А.В. Абрамчук, А.С. Гаврилкин

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

E-mail: dima-shum-92@mail.ru

В настоящее время количество техногенных источников, генерирующих электромагнитное поле (далее — ЭМП) и негативно воздействующих на окружающую среду уменьшается, а только возрастает. Это связано с постоянным развитием радиосвязи,