

Г. Ф. Металлов, Е. Н. Пономарёва,  
П. П. Гераскин, В. А. Григорьев, О. А. Левина

**ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ  
В ДИАГНОСТИКЕ СТЕПЕНИ ЗРЕЛОСТИ  
ГИБРИДОВ СТЕРЛЯДЬ × БЕЛУГА  
(*ACIPENSER RUTHENUS* LINNAEUS, 1758 × *HUSO HUSO* LINNAEUS, 1758),  
ВЫРАЩЕННЫХ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

В современной диагностике степени зрелости производителей осетровых рыб применяются в основном методы визуально-инструментальной оценки состояния их репродуктивной системы. Эти методы недостаточно эффективны и могут приводить к потере рыболовной продукции. Проанализирована динамика показателей, характеризующих состояние белкового, жирового, окислительного и водно-солевого обмена у производителей стерляди, выращенных в установке замкнутого водоснабжения в процессе созревания. Анализ результатов многолетних исследований водно-солевого обмена у осетровых рыб показал, что естественное созревание гонад вызывает глубокие изменения регуляции метаболизма воды и электролитов. Проведение гормональной стимуляции созревания приводит к незначительному снижению осмоляльности сыворотки крови в сравнении с ее значениями у естественно нерестующих рыб. У исследованных производителей и молоди русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833), белуги (*Huso huso* Linnaeus, 1758) и гибрида стерлядь × белуга (*Acipenser ruthensis* Linnaeus, 1758 × *Huso huso* Linnaeus, 1758) проводили определение в сыворотке крови и моче концентрации осмотически активных веществ, как основного показателя, для последующей разработки теста по определению стадии зрелости. В результате экспериментальных работ показано, что у половозрелых самок гибрида стерлядь × белуга на II стадии зрелости гонад концентрация осмотически активных веществ в моче почти в 2 раза выше, чем у неполовозрелых особей, а половозрелые самки на IV стадии зрелости гонад отличаются по осмоляльности мочи от молодых и незрелых взрослых особей в 3 и 1,4 раза соответственно. Впервые рассматривается возможность применения осмоляльности мочи в качестве наиболее технологичного диагностического теста степени зрелости самок гибрида стерлядь × белуга.

**Ключевые слова:** аквакультура, стербель, установка замкнутого водоснабжения, диагностика, тесты, зрелость гонад, обмен веществ, физиология, соленость.

### Введение

Методы отбора «диких» производителей осетровых рыб на местах заготовки подробно изложены в соответствующих документах, методических пособиях и монографиях по рыболовству [1, 2]. При отборе используются как морфологические признаки, так и специальные методы оценки функционального состояния репродуктивной системы самцов и самок осетровых рыб. Как в том, так и другом случае эти методы недостаточно эффективны по причине высокой степени неоднородности физиологического состояния рыб. В результате неточной диагностики манипуляции с производителями могут приводить к перезреванию рыб или индифферентному ответу на гипофизарную инъекцию.

Особо актуальны проблемы оценки степени зрелости гонад у производителей осетровых, выращенных в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). В природных условиях динамика физиологических функций строго подчиняется сезонным изменениям параметров водной среды и колебаниям массы кормовых ресурсов. У производителей осетровых, содержащихся в УЗВ при постоянно высокой температуре воды и кормлении жирными кормами, происходит излишняя аккумуляция в гонадах липидных компонентов. Это препятствует их нормальному созреванию. Для изменения динамики обменных процессов в нужном направлении в УЗВ понижают температуру воды до 6 °С. В период «зимовки» активизируется расход накопленных липидов и завершается созревание половых продуктов [3–6].

Вместе с тем, при любой рыболовной технологии, отбор производителей представляет собой двухэтапный процесс, который начинается исключением из оборота рыб, неподходящих для воспроизводства, и завершается отбором производителей, способных положительно ответить на гормональную стимуляцию и дать качественные половые продукты. В период бонитировки помимо рыб, находящихся в III, III–IV и IV стадиях зрелости гонад (СЗГ), выделяют группы, имеющие на-

чальные этапы формирования гонад и впервые созревающие. В современной градации СЗГ осетровых рыб наиболее информативной принято считать классификацию В. З. Трусова [7]. В международной практике используется шкала В. S. Conte с соавторами [8]. Шкала В. З. Трусова более дифференцирована по числу СЗГ (в частности, выделяются стадии II и IV). Это свидетельствует в пользу того, чтобы применять более тонкие биохимические методы тестирования стадий зрелости половых продуктов.

В настоящее время в практике отбора производителей осетровых рыб используются такие методы, как биопсия, эндоскопия, инфракрасное сканирование, морфометрия и для завершающей диагностики степени зрелости их половых продуктов – биохимическое тестирование. Эти методы отличаются определенной степенью сложности применения и точности.

Некоторые методы достаточно травматичны для рыб, например биопсия. Применение этого метода и последующий расчет индекса поляризации ооцитов возможны при тестировании только зрелых самок.

Эндоскопический метод является более современным способом изучения гонад осетровых рыб [9]. Недостатком является то, что определение пола по внешнему виду гонад не даёт достоверного ответа о половой принадлежности особи, особенно на ранних стадиях развития.

Достаточно информативным методом для исследования внутренних органов рыб, в том числе прижизненной диагностики степени зрелости половых продуктов, является ультразвуковое тестирование – УЗИ [10]. Описание структуры гонад осетровых в процессе созревания хорошо представлено в научных публикациях, а результаты их поэтапного анализа с помощью УЗИ – в практических руководствах [11, 12].

Для определения степени подготовленности рыб к нересту предлагаются и биохимические тесты. Одни из них характеризуют жировой, белковый, углеводный и окислительный обмен [13–15], другие – активность в крови таких половых гормонов, как тестостерон, 11-кетотестостерон и эстрадиол [16–20]. Гормональный метод почти не травмирует рыб, но достаточно трудоёмок, имеет высокую стоимость и требует определённой квалификации сотрудников рыбоводных предприятий.

Индикатором активности окислительного обмена, который реагирует на смену этапов полового цикла, является гемоглобин [21–24]. Исследователи отмечают, что на начальных стадиях созревания гонад уровень гемоглобина в крови невысок. В период трофоплазматического роста его концентрация значительно возрастает, снижаясь на этапе завершения процесса созревания. Низкое содержание гемоглобина в крови у производителей в период активного формирования половых продуктов свидетельствует о нарушении процесса генеративного обмена. Эти рыбы или не реагируют на гормональное воздействие, или их икра не оплодотворяется.

Важнейшим биохимическим показателем, характеризующим функциональное состояние рыб, является общий сывороточный белок [25, 26]. Наиболее высокая концентрация белка в крови наблюдается на III–IV СЗГ. По завершении процесса созревания его количество в сыворотке снижается. У осетровых, созревающих под влиянием гипофизарных инъекций, наблюдается умеренное снижение этого показателя в сравнении с естественно нерестующими рыбами. При низком уровне оплодотворения икры или индифферентности по отношению к гипофизарной инъекции концентрация белка в крови у самок осетровых достаточно высокая, что указывает на незавершенность процессов формирования гонад. У истощенных рыб содержание белка в крови патологически низкое [27].

В ходе нерестовой миграции содержание беталипопротеидов у осетровых рыб бывает значительно выше, чем в морской период жизни [28]. У рыб, не отвечающих на гипофизарную инъекцию, отмечается некоторое превышение этого липопротеида над его содержанием в крови нормально созревающих самок. Незрелые особи отличаются от рыб в период нерестовой миграции повышенным уровнем этого показателя.

Характерным примером эффективности применения биохимических тестов в диагностике состояния зрелости половых продуктов осетровых рыб явилось изучение их динамики у диких производителей севрюги при их рыбоводном освоении. В 80–90-гг. XX в. наблюдались большие потери икры, низкая выживаемость личинок и молоди, получаемых от производителей севрюги, поступающих на рыбоводные заводы дельты Волги. По мнению ряда авторов, основной причиной этого явилась значительная физиологическая гетерогенность этих рыб. Одновременно выявлялось большое количество рыб с нарушениями генеративного обмена [29–34].

Изучение физиологического статуса самок севрюги до гормональной стимуляции показало, что на осетровые рыбоводные заводы поступали производители с различным функциональным со-

стоянием. Так, у самок севрюги, окончательно завершивших процесс созревания с высокими показателями выклева личинок, в отличие от рыб из группы «недозревшие», закономерно понижался уровень белка, беталипопротеидов и гемоглобина в крови и повышалась скорость оседания эритроцитов (СОЭ). В то же время у производителей, использовавшихся для рыбоводных целей, снижение уровня обменных процессов было менее выражено, чем у рыб, нерестящихся в естественных условиях.

Высокое содержание в крови белка и беталипопротеидов – явный признак незавершенности процесса оогенеза. Реакция этой группы рыб на гормональное воздействие была выражена слабо. Пониженный уровень гемоглобина при высоком сывороточном белке сигнализирует о нарушении процесса созревания ооцитов. У рыб с низким рыбоводным эффектом из группы «Перезревшие» интенсивность обменных процессов соответствует определенному этапу подготовки к нересту в естественных условиях, но уже не отвечает требованиям, необходимым для искусственного воспроизводства. Перезревшие рыбы с нулевым уровнем оплодотворения имели высокий уровень белка и патологически низкое содержание беталипопротеидов. Это свидетельствовало о необратимых изменениях физиолого-биохимических характеристик икры. Структурно-метаболическая деградация приводит к потере способности ооцитов оплодотворяться.

Концентрация гемоглобина и белково-липидных компонентов крови ниже уровня, отмеченного у производителей севрюги, использованных для рыбоводных целей и давших высокий рыбоводный эффект, свидетельствует об истощении рыб. Низкий уровень накопления жира и белка в организме севрюг в море повлиял на депонирование трофических веществ в икре. По данным П. В. Баденко [35], чаще истощены молодые и тугорослые самки, личинки которых погибают при дальнейшем выращивании.

По результатам исследований был сделан вывод о том, что полученные материалы позволяют говорить о возможности применения изученных физиологических тестов для прижизненного отбора физиологически полноценных самок севрюги при использовании на рыбоводных заводах диких производителей. Круглогодичное содержание производителей осетровых и их гибридов в УЗВ при высокой температуре и кормлении высокожирными кормами в определённой степени ещё более усложнило задачу прижизненной диагностики, степени их подготовленности к эффективному нересту обычными методами. Физиологические методы в этом случае представляются более надёжными.

Вместе с тем, так же как и рассмотренные ранее методы прижизненной диагностики осетровых рыб, практическое применение биохимических тестов на рыбоводных хозяйствах ограничивается определённой травматичностью методов получения крови, отсутствием технических условий и недостаточной квалификацией сотрудников. В связи с этим продолжается поиск таких методов диагностики, основанных на фундаментальных знаниях физиологии осетровых рыб, которые обеспечили бы не только высокую эффективность тестирования производителей, но и их технологическую адаптивность к условиям рыбоводных хозяйств.

Многолетними исследованиями механизмов водно-солевого обмена у осетровых рыб было показано, что естественное созревание гонад вызывает у осетровых рыб глубокие изменения регуляции метаболизма воды и электролитов [35, 36]. При гормональной стимуляции созревания осетровых рыб происходит некоторое снижение осмоляльности сыворотки крови в сравнении с ее значениями у естественно нерестующих рыб. Влияние гормонов на водно-солевой обмен заключается в задержке в организме рыб воды. На V СЗГ в фолликулах под ооцитами появляется значительное количество овариальной жидкости, которая в период полной овуляции обильно скапливается в полости тела.

### Материалы и методы исследований

Исследования биохимического статуса осуществлялись на производителях (самки) русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) и белуги (*Huso huso* Linnaeus, 1758) из естественных популяций Каспийского моря, а также на производителях гибрида стерлядь × белуга (*Acipenser ruthensis* Linnaeus, 1758 × *Huso huso* Linnaeus, 1758) на научно-экспедиционной базе «Кагальник» Южного научного центра РАН.

Функциональное состояние производителей русского осетра, белуги и стерляди оценивали по содержанию в крови гемоглобина, общего сывороточного белка, общих липидов, холестерина, беталипопротеидов и СОЭ. В сыворотке крови и моче, для последующей разработки теста определения зрелости, определяли концентрацию осмотически активных веществ.

Кровь брали прижизненным способом из хвостовой вены с использованием шприцов, мочу из мочеточников – с помощью пипетки и резиновой трубки. Осмоляльность сыворотки крови

и мочи определяли криоскопическим методом на осмометре OSKR-1. Содержание сывороточного белка определяли на рефрактометре ИРФ-454Б2М. Концентрацию гемоглобина в крови определяли с помощью набора реактивов фирмы PLIVA-Lachema [37, 38]. Общий холестерин определяли с помощью набора реактивов фирмы «Ольвекс диагностика» [39, 40], общие липиды – с помощью набора реактивов фирмы PLIVA-Lachema [41–43]. Сывороточные беталипопротеиды определяли с помощью набора реактивов фирмы «БИОТЕСТ-Erba-Lachema» [44]. Результаты экспериментов анализировали методами биологической статистики с помощью компьютерных программ.

### Результаты исследований

Исследования биохимического статуса самок осетра, проведенные нами ранее, выявили 3 группы рыб с различным функциональным состоянием. Производители, отнесенные к группе «Истощенные», имели в крови низкий уровень таких биохимических субстратов, как сывороточный белок, альбумины, гемоглобин, общие липиды и холестерин. Одновременно у этих рыб отмечался повышенный уровень СОЭ (рис. 1).

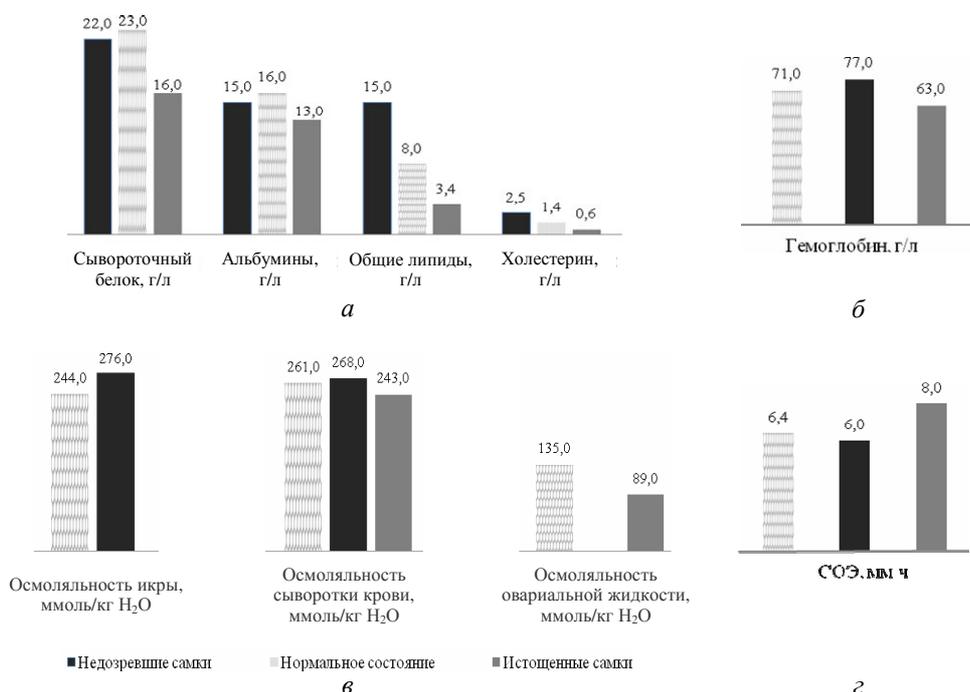


Рис. 1. Физиологические показатели самок русского осетра с различным функциональным состоянием

У рыб, отнесенных к функциональной норме и к группе незревших рыб, выявлен более высокий уровень сывороточного белка, гемоглобина, липидов и холестерина, чем у истощенных рыб. У незревших рыб, по сравнению с нормально созревшими, преобладали общие липиды и холестерин, поскольку в период созревания идет активный транспорт кровью липидов и белков.

У истощенных рыб осмоляльность сыворотки крови оказалась достоверно ниже в сравнении с её значениями у незревших и нормальных рыб. Это подтверждается и тем, что у этой группы рыб был достоверно ниже уровень сывороточного белка и одновременно повышенный уровень СОЭ.

С точки зрения диагностики функционального состояния рыб интересен вывод о том, что у истощенных самок осетра осмоляльность полостной жидкости, как и сыворотки, оказалась достоверно ниже, чем у незревших рыб. Этим подтверждаются данные некоторых авторов, согласно которым, при естественном созревании гонад и при гормональной стимуляции созревания осетровых рыб, выращенных в искусственных условиях, происходят глубокие изменения регуляции метаболизма воды и электролитов.

Аналогичные тенденции динамики биохимических показателей у самок осетра выявлены и у самок белуги (рис. 2).

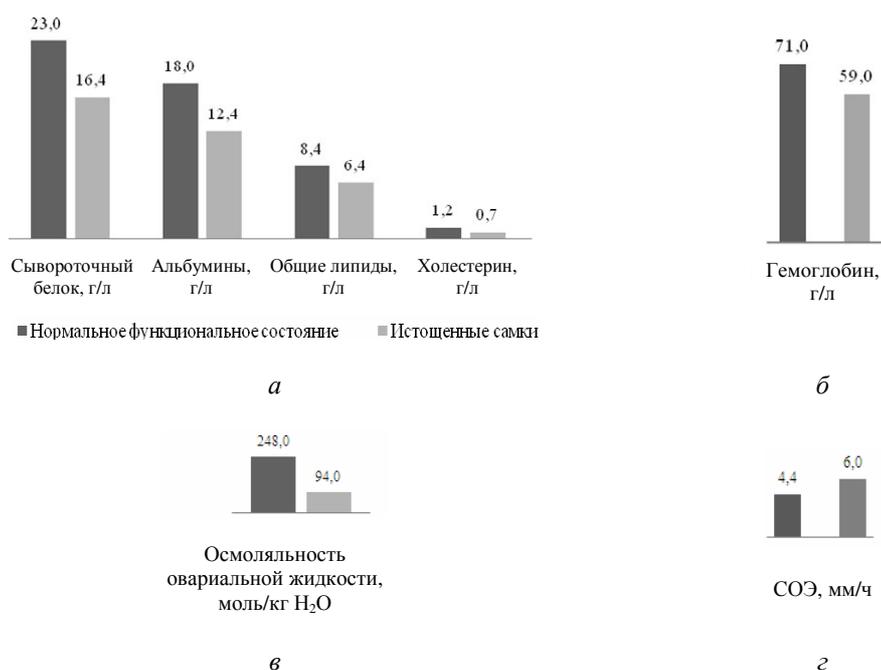


Рис. 2. Физиологические показатели самок белуги с различным функциональным состоянием

Большую часть исследованных рыб составляли впервые нерестующие самки. Рыбы были представлены двумя функциональными группами: истощённые с низким уровнем сывороточного белка, альбуминов, гемоглобина, липидов и холестерина в крови и близкие к норме. По многим показателям различия между этими группами были статистически достоверными. У истощённых самок белуги, как и у осетра, осмоляльность овариальной жидкости оказалась достоверно ниже, чем у групп рыб близких к норме.

Использование осмоляльности (солёности) овариальной жидкости для диагностики степени зрелости половых продуктов у самок осетровых рыб могло бы иметь для рыбоводной практики инновационное значение. Однако появление обильной жидкости в полости тела только после гормональной инъекции делает этот процесс менее доступным, чем, например, получение мочи. Задержка воды в организме осетровых рыб на завершающих этапах созревания половых продуктов должна была неизбежно привести к повышению осмоляльности (солёности) мочи. Исключительная доступность получения мочи у осетровых рыб практически на всех этапах жизненного цикла и нетравматичность этого метода дали основания начать разработку более эффективного и недорогого теста для диагностики степени зрелости гонад у этих рыб, выращенных в УЗВ, и прежде всего их гибридов.

Помимо изучения многолетней динамики генеративной функции, у производителей стербела на НЭБ «Кагальник» ЮНЦ РАН в период очередного количественного учёта и диагностики состояния их зрелости с помощью УЗИ, производился отбор проб крови и мочи для определения величины биохимических показателей на разных стадиях зрелости гонад.

Функциональное состояние производителей и молоди стербела оценивали: по содержанию в крови гемоглобина, общего сывороточного белка, общих липидов, холестерина, беталипопротеидов и СОЭ. В сыворотке крови и моче, для последующей разработки теста по определению зрелости, устанавливали концентрацию осмотически активных веществ.

Данные, анализируемые в процессе экспериментальной работы, позволили выявить различия практически по всем исследуемым биохимическим показателям у рыб с различной степенью зрелости половых продуктов (рис. 3).

Неспецифический физиологический показатель – СОЭ – проявил закономерную тенденцию к увеличению в процессе созревания рыб.

Известно, что у разновозрастных осетровых, ранее исследованных в море, активность гемоглобина была значительно ниже, чем у рыб, мигрирующих на нерест в р. Волгу. У производителей гибрида стерлядь × белуга в УЗВ, находящихся на начальных этапах созревания и завершив-

ших этот этап, концентрация гемоглобина соответствовала его уровню у рыб в море. Вероятно, рыбам, содержащимся в УЗВ и не совершающим нерестовые миграции, нет необходимости вырабатывать дополнительную энергию, и это есть специфика их энергетического обмена.

Динамика других биохимических субстратов, которые участвуют в формировании половых продуктов, аналогична той, которая наблюдается у рыб, созревающих в естественной среде. Например, количество сывороточного белка в период формирования половых продуктов достоверно увеличивалось от II до IV СЗГ. Уровень холестерина в крови также имел положительную динамику, увеличиваясь у созревающих рыб. Однако его концентрация в крови заметно превышала её величину у естественно нерестующих рыб, что связано, вероятно, со спецификой питания рыб, выращиваемых в УЗВ. В процессе созревания гонад идёт закономерное увеличение количества беталипопротеидов, транспортируемых кровью.

Вместе с тем, несмотря на IV СЗГ, по многим показателям половозрелые самки были ещё относительно далеки от этапа окончательного созревания. У рыб, готовых к гормональной стимуляции, должен был снизиться уровень общего белка, беталипопротеидов и холестерина.

Уровень липидов в крови у всех групп рыб, выращенных в УЗВ, был значительно выше, чем у рыб, выловленных в естественной среде. Вероятно, его динамика определяется в первую очередь качественной структурой пищевых компонентов и температурными условиями содержания. Содержание липидов в крови у рыб, выращенных в УЗВ, не проявило себя как диагностический тест на созревание.

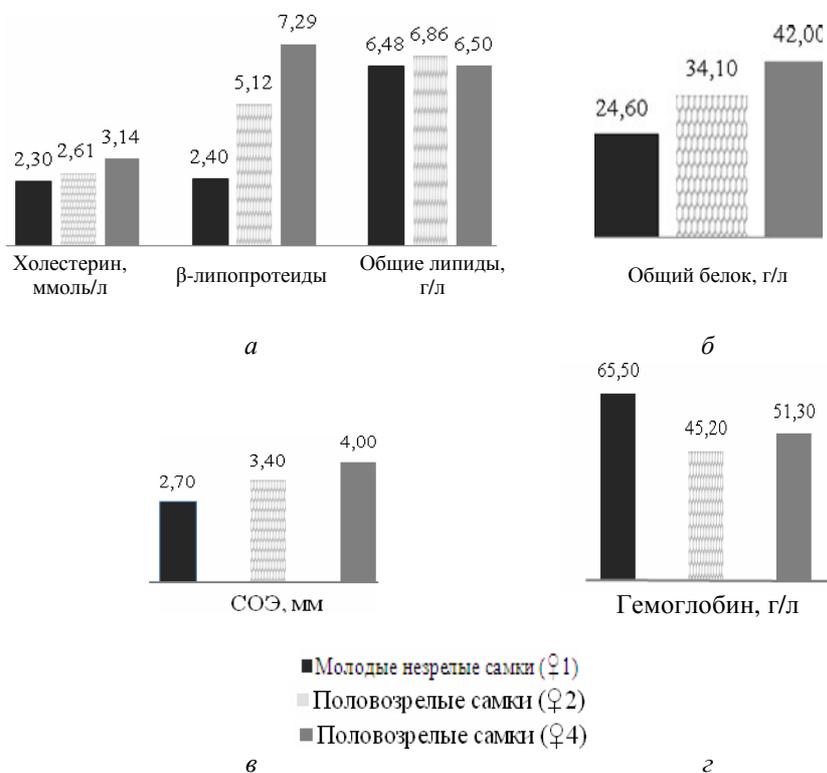


Рис. 3. Физиолого-биохимические показатели самок стербела различной степени зрелости половых продуктов

Наиболее показательным и технологически доступным для диагностики этапов формирования половых продуктов оказался уровень осмольности (солёности) мочи. У половозрелых самок на II стадии гонад концентрация осмотически активных веществ в моче была почти в 2 раза выше, чем у неполовозрелых (молодых) рыб. Созревшие рыбы отличались по осмольности мочи от молодых и незрелых взрослых рыб соответственно в 3 и 1,4 раза. Различия оказались статистически достоверными. Таким образом, осмольность крови оказалась достаточно консервативным физиологическим показателем и не может применяться как диагностический тест (рис. 4).

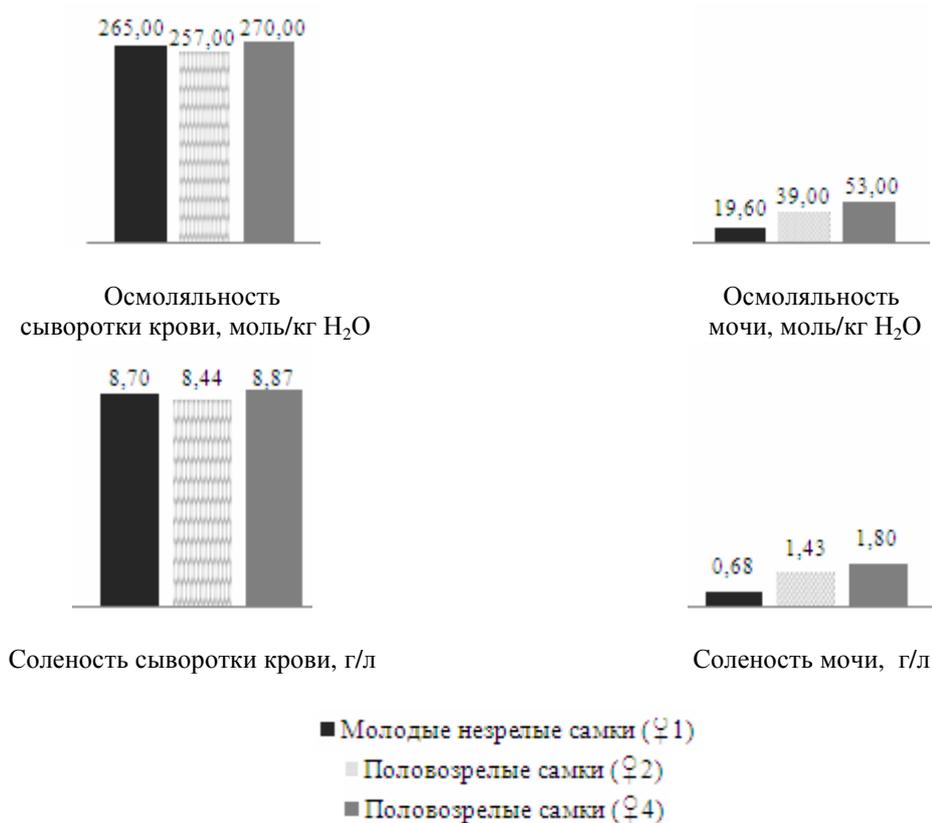


Рис. 4. Динамика осмоляльности (солености) сыворотки крови и мочи самок стербела различной степени зрелости половых продуктов

Таким образом, осмоляльность крови оказалась достаточно консервативным физиологическим показателем и не может применяться как диагностический тест.

### Заключение

В период предварительных исследований на диких производителях осетра и белуги было подтверждено мнение о том, что водно-солевой обмен тесно связан с процессом созревания рыб и показатели, характеризующие его, могут быть использованы для разработки более технологичных методов прижизненной диагностики степени подготовленности производителей рыб к нересту в искусственных условиях. Исследования гибрида стерлядь × белуга выявили, что наиболее показательным и технологичным может быть тест на осмоляльность мочи. Благодаря относительной простоте и нетравматичности метода получения мочи, потенциальным возможностям его технологического совершенствования в направлении определения солёности, этот метод может стать востребованным среди рыбоводов как для отбора производителей при формировании маточных стад, так и для функциональной диагностики производителей на конечных этапах созревания.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пономарёв С. В. Осетроводство на интенсивной основе / С. В. Пономарёв, Д. И. Иванов. М.: Колос, 2009. 312 с.
2. Пронькин В. И. Использование щуповых проб для оценки степени зрелости производителей осетровых / В. И. Пронькин // Вестн. Ленинград. гос. ун-та. Сер.: Биология. 1988. № 6. С. 53–65.
3. Металлов Г. Ф. Физиолого-биохимические аспекты оценки рыбоводного «качества» самок севрюги *Acipenser stellatus* (Pall.) / Г. Ф. Металлов, П. П. Гераскин, В. П. Аксёнов // Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура. М.: ВНИЭРХ, 1997. С. 4–14.
4. Пономарёв С. В. Технология содержания и кормления разновозрастных осетровых рыб при низкой температуре воды (теоретические и практические основы) / С. В. Пономарёв, В. Г. Чипинов, Е. Н. Пономарёва, Г. М. Чипинова, В. Е. Дубов, Д. Н. Сырбулов. Астрахань: Альфа-Аст, 2005. 20 с.

5. Пономарёва Е. Н. Технологии сохранения и рационального использования морских биологических ресурсов в прибрежных зонах: Научно-практические рекомендации / Е. Н. Пономарёва, В. А. Григорьев, М. Н. Сорокина, А. А. Корчунов, А. В. Храмова. Ростов н/Д: Изд-во Южного науч. центра РАН, 2010. 58 с.
6. Чебанов М. С. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству / М. С. Чебанов, Е. В. Галич. Анкара, 2013. 371 с.
7. Трусов В. З. Метод определения степени зрелости половых желез самок осетровых / В. З. Трусов // Рыбное хозяйство. 1964. № 1. С. 26–28.
8. Conte F. S. Hatchery manual for the white sturgeon *Acipenser transmontanus* Richardson with application to other north American *Acipenseridae* / F. S. Conte, S. I. Doroshov, P. B. Lutes, E. M. Strange. Oakland, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1988. 104 p.
9. Ortenburger A. I. Nonsurgical videolaparoscopy for determination of reproductive status of the arctic charr / A. I. Ortenburger, M. E. Jansen, S. K. Whyte // Canadian Veterinary Journal. 1996. N 37. P. 96–100.
10. Пальмер П. Е. Руководство по ультразвуковой диагностике / П. Е. Пальмер, Б. С. Брейер, С. А. Вругуеро, Х. А. Гарби, Б. Б. Голдберг, Ф. Е. Тан, М. В. Вазира, Ф. С. Вэйлл. Женева: Всемир. орг. здравоохран., 2000. 334 с.
11. Зубова С. Э. Сроки дифференцировки гонад и соотношение самцов и самок у молоди волжской стерляди / С. Э. Зубова // Вопросы ихтиологии. 1971. № 11 (3). С. 524–526.
12. Персов Г. М. Дифференцировка пола у рыб / Г. М. Персов. СПб.: ЛГУ, 1975. 148 с.
13. Коротенко А. В. Самки русского осетра с различными физиолого-рыбоводными характеристиками / А. В. Коротенко // Естественные науки. 2011. № 1 (34). С. 157–161.
14. Кычанов В. М. Биологические тесты в воспроизводстве ценных видов рыб / В. М. Кычанов. Астрахань: КаспНИРХ, 2003. 162 с.
15. Кычанов В. М. Теоретические основы рыбоводной физиологии / В. М. Кычанов // Осетровые на рубеже XXI века: материалы Междунар. конф. 2002. С. 257–259.
16. Ахундов М. М. Пластичность дифференцировки пола у осетровых рыб / М. М. Ахундов. Баку: Элм, 1997. 200 с.
17. Семенкова Т. Б. Использование анализа содержания половых стероидных гормонов для раннего определения пола у осетровых / Т. Б. Семенкова, Л. В. Баюнова, Н. Н. Колмаков, И. А. Баранникова // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. IV Междунар. науч.-практ. конф. М.: ВНИРО, 2006. С. 124–126.
18. Баранникова И. А. Гормональная регуляция репродуктивной функции у осетровых и биотехника стимуляции созревания производителей в осетроводстве / И. А. Баранникова, А. А. Боев, О. С. Буковская, Н. А. Ефимова // Биологические основы осетроводства. 1983. С. 22–42.
19. Фадеева Т. А. Характеристика состояния половых желёз и гонадотропной функции гипофиза самок русского осетра и севрюги в морской период жизни / Т. А. Фадеева, О. С. Буковская // Экологическая физиология и биохимия рыб. VI Всесоюз. конф.: тез. докл. 1985. С. 438–440.
20. Lu X. Distinguishing ovarian maturity of farmed white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) by Fourier transform infrared spectroscopy: a potential tool for caviar production management / X. Lu, M. Webb, M. Talbott, J. Van Eenennaam, A. Palumbo, J. Lunares-Casensve, S. Doroshov // Journal of Agricultural and food Chemistry. 2010. 58 (7). P. 4056–4064.
21. Гераскин П. П. Гемоглобин и оксигемоглобин крови осетровых Волги и Урала / П. П. Гераскин // Тез. докл. отчет. сессии ЦНИОРХ. Баку, 1967. С. 19.
22. Малышева Г. И. Физиологическая оценка производителей севрюги по показателям крови в связи с естественным нерестом и гипофизарной инъекцией / Г. И. Малышева // Осетровые СССР и их воспроизводство. 1967. С. 216–221.
23. Сомкина Н. В. Некоторые физиологические показатели состояния осетровых рыб в морской период жизни / Н. В. Сомкина // Тез. докл. отчет. сессии ЦНИОРХ. 1974. 145 с.
24. Дорошева Г. Н. Динамика некоторых показателей обмена веществ осетровых в процессе нерестовой миграции / Г. Н. Дорошева, В. Н. Щигельская // Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР. 1979. 71 с.
25. Баденко Л. В. О влиянии физиологического состояния самок севрюги на качество икры и потомство / Л. В. Баденко, Л. Ф. Голованенко, С. Д. Груданова // Тр. ЦНИОРХ. 1972. Т. IV. С. 191–199.
26. Баденко Л. В. Отбор самок белуги и севрюги р. Дона в рыбоводных целях / Л. В. Баденко // Разработка биологических основ и биотехники развития осетрового хозяйства в водоемах СССР. 1969. С. 13–18.
27. Дубинин В. И. Гематологическая характеристика самок озимой расы русского осетра с долевой и тотальной резорбцией икры / В. И. Дубинин // Экологическая физиология и биохимия рыб. 1979. Т. 2. С. 86–87.
28. Субботкин М. Ф. Концентрация сывороточных бета-липопротеидов у каспийских осетровых в морской и речной периоды жизни / М. Ф. Субботкин // Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР. 1979. 253 с.
29. Гераскин П. П. Физиолого-биохимическая характеристика самок севрюги, используемых для искусственного воспроизводства / П. П. Гераскин, Г. Ф. Металлов, В. П. Аксенов // Осетровое хозяйство водоемов СССР. 1984. С. 81–82.

30. *Металлов Г. Ф.* Физиолого-биохимическая оценка реакции самок севрюги на гипофизарную инъекцию / Г. Ф. Металлов, П. П. Гераскин, В. П. Аксёнов, Н. В. Арутюнова, Е. Ю. Васильева // Экологическая физиология и биохимия рыб. 1985. С. 153.
31. *Арутюнова Н. В.* Разнокачественность самок севрюги по соотношению липидных компонентов ооцитов в период нерестовой миграции / Н. В. Арутюнова // Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов. 1986. С. 21–23.
32. *Шелухин Г. К.* Анализ функциональной разнокачественности осетровых в преднерестовый период как форма контроля «степени благополучия» состояния популяции / Г. К. Шелухин, Н. В. Арутюнова, В. П. Аксёнов, Е. Ю. Васильева, Н. В. Баль // Первый симпозиум по экологической биохимии. 1987. С. 217–219.
33. *Романов А. А.* Нарушение гонадо- и гаметогенеза осетровых Каспийского моря / А. А. Романов, Н. Н. Шевелева, Ю. В. Алтуфьев // Физиолого-биохимический статус Волго-Каспийских осетровых в норме и при расслоении мышечной ткани (кумулятивный токсикоз). 1990. С. 92–97.
34. *Металлов Г. Ф.* Физиолого-биохимические механизмы эколого-адаптационной пластичности осморегулирующей системы осетровых рыб / Г. Ф. Металлов, С. В. Пономарёв, В. П. Аксёнов, П. П. Гераскин. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. 192 с.
35. *Баденко Л. В.* Отбор самок белуги и севрюги р. Дона в рыбоводных целях / Л. В. Баденко // Разработка биологических основ и биотехники развития осетрового хозяйства в водоемах СССР. Астрахань, 1969. С. 13–18.
36. *Magnin E.* Recherches sur la istematique et la biologie de acipenserides (*A. sturio*, *A. oxyrhynchus*, *A. fulvescens*) / E. Magnin // Ann. Stat. Centr. Hydrob. 1962. N 9. P. 170–242.
37. *Van Kampen E. J.* Standardization of hemoglobinometry. II. The hemoglobincyanide method / E. J. Van Kampen, W. G. Zijlstra // Clin. Chim. Acta. 1961. Vol. 6. P. 538–545.
38. *Chromy V., Valickova M., Hule V., Babjuk J. S.* // Z. Med. Labor.-Diagn. 1977. 18. 106.
39. *Trinder P.* Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor / P. Trinder // Ann. Clin. Biochem. 1969. Vol. 6. P. 24–27.
40. *Fishbach F.* A manual of laboratory diagnostic tests / F. Fishbach, M. Dunning. 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2004. 1291 p.
41. *Zolner N.* Über die quantitive Bestimmung von Lipoiden (micromethode mittels die vieles natürlischen Lipoiden allen Bekannten plasmolipoiden) gemeinsamen sulfophosphovanilin-reaction / N. Zolner, K. Z. Kirch // Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medicin. 1962. Vol. 135, no. 6. P. 545–561.
42. *Knight J.* Chemical basis of the sulfo-phospho-vanillin reaction for estimating total serum lipids / J. Knight, S. Anderson, J. Rawle // Clin Chem. 1972. Vol. 18. P. 199–202.
43. *Chromy V., Kukla R., Hormakova M., Malimankova A., Belusa J.* // Diagnostc Laboratory. 1975. 11. 231.
44. *Burstein M.* La Presse Medicale / M. Burstein, J. Samaille. 1958. 43 p.

Статья поступила в редакцию 4.03.2015

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Металлов Геннадий Фёдорович** – Россия, 344006, Ростов-на-Дону; Южный научный центр Российской академии наук; г-р биол. наук, профессор; ведущий научный сотрудник отдела «Водные биологические ресурсы бассейнов южных морей»; aqua-group@yandex.ru.

**Пономарёва Елена Николаевна** – Россия, 344006, Ростов-на-Дону; Южный научный центр Российской академии наук; г-р биол. наук, профессор; начальник отдела «Водные биологические ресурсы бассейнов южных морей»; aqua-group@yandex.ru.

**Гераскин Пётр Петрович** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р биол. наук; ведущий научный сотрудник лаборатории «Криотехнологии в аквакультуре»; PPG46@mail.ru.

**Григорьев Вадим Алексеевич** – Россия, 344006, Ростов-на-Дону; Южный научный центр Российской академии наук; канд. биол. наук; старший научный сотрудник отдела «Водные биологические ресурсы бассейнов южных морей»; aqua-group@yandex.ru.

**Левина Ольга Александровна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы»; levina90@inbox.ru.



G. F. Metallov, E. N. Ponomareva,  
P. P. Geraskin, V. A. Grigoriev, O. A. Levina

**INNOVATIVE ASPECTS  
IN DIAGNOSTICS OF MATURITY DEGREE  
OF HYBRIDS STERLET × BELUGA  
(*ACIPENSER RUTHENUS* LINNAEUS, 1758 × *HUSO HUSO* LINNAEUS, 1758)  
GROWN UP IN THE RECIRCULATING SYSTEM**

**Abstract.** The methods of visual and tool assessment of the sturgeon reproductive system condition are generally applied in the contemporary diagnostics of the maturity degree of sturgeon breeders. These methods are insufficiently effective and can lead to loss of fish-breeding production. The paper presents the data of the dynamics of the indicators of the protein, fatty, oxidizing and water-salt exchanges in the process of hybrid breeders' maturation grown up in the recirculating system. The analysis of the long-term researches of water-salt exchange of sturgeon showed that natural maturing of gonads causes profound changes of regulation of metabolism of water and electrolytes. Carrying out hormone stimulation of maturing leads to insignificant decrease in osmolality of blood serum in comparison with its values of naturally spawning fishes. The concentrations of osmotically active agents in blood serum and urine of the studied breeders and the juvenile of the Russian sturgeon, beluga and hybrid sterlet × beluga were examined, as the main indicator for the subsequent development of the maturity test. As a result of the experimental works, it is shown that the mature females of the hybrid sterlet × beluga have almost twice higher concentration of osmotically active agents in urine at the II stage of maturity of gonads than the un mature individuals, while mature females at the IV stage of maturity of gonads differ in osmolality of urine from young and un mature fishes by 3 and 1.4 times respectively. The possibility of use of osmolality (salinity) of urine as the most technological diagnostic test of degree of a maturity of females of the hybrid sterlet × beluga is considered for the first time.

**Key words:** aquaculture, hybrid sterlet × beluga, recircular system, diagnostics, test, maturity, metabolism, physiology, salinity.

REFERENCES

1. Ponomarev S. V., Ivanov D. I. *Osetrovodstvo na intensivnoi osnove* [Sturgeon breeding on intensive base]. Moscow, Kolos Publ., 2009. 312 p.
2. Pron'kin V. I. Ispol'zovanie shchupovykh prob dlia otsenki stepeni zrelosti proizvoditelei osetrovyykh [Use of boring samples for assessment of the maturity degree of sturgeon breeders]. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya*, 1988, no. 6, pp. 53–65.
3. Metallov G. F., Geraskin P. P., Aksenov V. P. Fiziologo-biokhimicheskie aspekty otsenki rybovodnogo «kachestva» samok sevriugi *Acipenser stellatus* (Pall.) [Physiological and biochemical aspects for assessment of the fishing quality of stellate sturgeon females *Acipenser stellatus* (Pall.)]. *Rybnoe khoziaistvo. Seriya: Akvakul'tura*. Moscow, VNIERKh, 1997. P. 4–14.
4. Ponomarev S. V., Chipinov V. G., Ponomareva E. N., Chipinova G. M., Dubov V. E., Syrbulov D. N. *Tekhnologiya soderzhanii i kormlenii raznovozrastnykh osetrovyykh ryb pri nizkoi temperature vody (teoreticheskie i prakticheskie osnovy)* [Technology of stocking and feeding sturgeon of different age at low temperature of water (theoretical and practical bases)]. Astrakhan, Al'fa-Ast Publ., 2005. 20 p.
5. Ponomareva E. N., Grigor'ev V. A., Sorokina M. N., Korshunov A. A., Khranova A. V. *Tekhnologii sokhraneniia i ratsional'nogo ispol'zovaniia morskikh biologicheskikh resursov v pribrezhnykh zonakh: Nauchno-prakticheskie rekomendatsii* [Technologies of storage and rational use of sea biological resources at inland zones: Scientific and practical recommendations]. Rostov-on-Don, Izd-vo Iuzhnogo nauchnogo tsentra RAN, 2010. 58 p.
6. Chebanov M. S., Galich E. V. *Rukovodstvo po iskusstvennomu vosproizvodstvu osetrovyykh ryb. Tekhnicheskii doklad FAO po rybnomu khoziaistvu* [Guidelines on artificial reproduction of sturgeon. Technical report of FAO on fishery]. Ankara, 2013. 371 p.
7. Trusov V. Z. Metod opredeleniia stepeni zrelosti polovykh zhelez samok osetrovyykh [The method of determining the degree of maturity of the gonads of female sturgeon]. *Rybnoe khoziaistvo*, 1964, no. 1, pp. 26–28.
8. Conte F. S., Doroshov S. I., Lutes P. B., Strange E. M. *Hatchery manual for the white sturgeon *Acipenser transmontanus* Richardson with application to other north American *Acipenseridae**. Oakland, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 1988. 104 p.
9. Ortenburger A. I., Jansen M. E., Whyte S. K. Nonsurgical videolaparoscopy for determination of reproductive status of the arctic charr. *Canadian Veterinary Journal*, 1996, no. 37, pp. 96–100.
10. Pal'mer P. E., Breier B. C., Vrugero S. A., Garbi Kh. A., Goldberg B. B., Tan F. E., Vachira M. V., Veill F. S. *Rukovodstvo po ul'trazvukovoi diagnostike* [Manual on ultrasonic diagnostics]. Ginebra, Vsemirnaia organizatsiia zdavookhraneniia, 2000. 334 p.

11. Zubova S. E. Sroki differentsirovki gonad i sootnoshenie samtsov i samok u molodi volzhskoi sterliadi [Terms of gonad differentiation and correlation of males and females of juvenile Volga sterlet]. *Voprosy ikhtiologii*, 1971, no. 11 (3), pp. 524–526.
12. Persov G. M. *Differentsirovka pola u ryb* [Fish sex differentiation]. Saint-Petersburg, LGU, 1975. 148 p.
13. Korotenko A. V. Samki russkogo osetra s razlichnymi fiziologo-rybovodnymi kharakteristikami [Russian sturgeon females with different physiological and fishing characteristics]. *Estestvennye nauki*, 2011, no. 1 (34), pp. 157–161.
14. Kychanov V. M. *Biologicheskie testy v vosproizvodstve tsennykh vidov ryb* [Biological tests in reproduction of valuable fish species]. Astrakhan, KaspNIRKh, 2003. 162 p.
15. Kychanov V. M. Teoreticheskie osnovy rybovodnoi fiziologii [Theoretical bases of fishing physiology]. *Osetrovye na rubezhe XXI veka. Materialy Mezhdunarodnoi konferentsii*, 2002. P. 257–259.
16. Akhundov M. M. *Plastichnost' differentsirovki pola u osetrovyykh ryb* [Plasticity of sex differentiation of sturgeon]. Baku, Elm Publ., 1997. 200 p.
17. Semenkova T. B., Baiunova L. V., Kolmakov N. N., Barannikova I. A. Ispol'zovanie analiza sodержaniia polovykh steroidnykh gormonov dlia rannego opredeleniia pola u osetrovyykh [Use of analysis of content of sex steroid hormones for early sex detection of sturgeon]. *Akvakul'tura osetrovyykh ryb: dostizheniia i perspektivy razvitiia. IV Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia*. Moscow, VNIRO, 2006. P. 124–126.
18. Barannikova I. A., Boev A. A., Bukovskaia O. S., Efimova N. A. Gormonal'naia reguliatsiia reprodukativnoi funktsii u osetrovyykh i biotekhnika stimulatsii sozrevaniia proizvoditelei v osetrovodstve [Hormone regulation of the reproductive function of sturgeon and biotechnics of stimulation of the breeders maturity in sturgeon breeding]. *Biologicheskie osnovy osetrovodstva*. 1983. P. 22–42.
19. Fadeeva T. A., Bukovskaia O. S. Kharakteristika sostoiianiia polovykh zhelez i gonadotropnoi funktsii gipofiza samok russkogo osetra i sevriugi v morskoi period zhizni [Characteristics of the state of sex glands and gonadotropic function of hypophysis of females of Russian sturgeon and stellate during the marine life cycle]. *Ekologicheskaiia fiziologiia i biokhimiia ryb. VI Vsesoiuznaia konferentsiia. Tezisy dokladov*. 1985. P. 438–440.
20. Lu X., Webb M., Talbott M., Eenennaam J. Van, Palumbo A., Lunares-Casensve J., Doroshov S. Distinguishing ovarian maturity of farmed white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) by Fourier transform infrared spectroscopy: a potential tool for caviar production management. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2010, no. 58 (7), pp. 4056–4064.
21. Geraskin P. P. Gemoglobin i oksigemoglobin krovi osetrovyykh Volgi i Urala [Hemoglobin and oxyhemoglobin of blood of the Volga and Ural sturgeon]. *Tezisy dokladov otchetnoi sessii TsNIORKh*. Baku, 1967. P. 19.
22. Malysheva G. I. Fiziologicheskaiia otsenka proizvoditelei sevriugi po pokazateliu krovi v sviazi s estestvennym nerestom i gipofizarnoi in'ektsiei [Physiological assessment of the stellate breeders by the blood indicators in connection with the natural spawning and hypophysis injection]. *Osetrovye SSSR i ikh vosproizvodstvo*. 1967. P. 216–221.
23. Somkina N. V. Nekotorye fiziologicheskie pokazateli sostoiianiia osetrovyykh ryb v morskoi period zhizni [Some physiological parameters of the sturgeon state during the marine life cycle]. *Tezisy dokladov otchetnoi sessii TsNIORKh*. 1974. 145 p.
24. Dorosheva G. N., Shchigel'skaia V. N. Dinamika nekotorykh pokazatelei obmena veshchestv osetrovyykh v protsesse nerestovoi migratsii [Dynamics of some indicators of sturgeon metabolism during the spawning migration]. *Osetrovoe khoziaistvo vnutrennikh vodoemov SSSR*. 1979. 71 p.
25. Badenko L. V., Golovanenko L. F., Grudanova S. D., Golovanenko L. F., Grudanova S. D. O vliianii fiziologicheskogo sostoiianiia samok sevriugi na kachestvo ikry i potomstvo [On the influence of physiological state of stellate females on the quality of hard roe and brood]. *Trudy TsNIORKh*, 1972, vol. IV, pp. 191–199.
26. Badenko L. V. Otkor samok belugi i sevriugi r. Dona v rybovodnykh tseliakh [Sampling of females beluga and stellate sturgeon of the river Don with commercial purposes]. *Razrabotka biologicheskikh osnov i biotekhniki razvitiia osetrovogo khoziaistva v vodoemakh SSSR*. 1969. P. 13–18.
27. Dubinin V. I. Gematologicheskaiia kharakteristika samok ozimoi rasy russkogo osetra s dolevoi i total'noi rezorbtsei ikry [Hematological characteristics of females of winter Russian sturgeon with partial and total resorption of spawn]. *Ekologicheskaiia fiziologiia i biokhimiia ryb*, 1979, vol. 2, pp. 86–87.
28. Subbotkin M. F. Kонтсentratsiia syvorotochnykh beta-lipoproteidov u kaspiskikh osetrovyykh v morskoi i rechnoi periody zhizni [Concentration of serum beta-lipid proteids of the Caspian sturgeon during sea and river life cycles]. *Osetrovoe khoziaistvo vnutrennikh vodoemov SSSR*. 1979. 253 p.
29. Geraskin P. P., Metallov G. F., Aksenov V. P. Fiziologo-biokhimicheskaiia kharakteristika samok sevriugi, ispol'zuemykh dlia iskusstvennogo vosproizvodstva [Physiological and biochemical characteristics of stellate females, used for artificial reproduction]. *Osetrovoe khoziaistvo vodoemov SSSR*. 1984. P. 81–82.
30. Metallov G. F., Geraskin P. P., Aksenov V. P., Arutiunova N. V., Vasil'eva E. Iu. Fiziologo-biokhimicheskaiia otsenka reaktcii samok sevriugi na gipofizarnuiu in'ektsiiu [Physiological and biochemical assessment of the stellate female response to hypophysis injection]. *Ekologicheskaiia fiziologiia i biokhimiia ryb*. 1985. P. 153.
31. Arutiunova N. V. Raznokachestvennost' samok sevriugi po sootnosheniiu lipidnykh komponentov ootsitov v period nerestovoi migratsii [Variability of the quality of stellate female in relation to lipid components of oocytes during spawning migration]. *Formirovanie zapasov osetrovyykh v usloviakh kompleksnogo ispol'zovaniia vodnykh resursov*. 1986. P. 21–23.

32. Shelukhin G. K., Arutiunova N. V., Aksenov V. P., Vasil'eva E. Iu., Bal' N. V. Analiz funktsional'noi raznokachestvennosti osetrovyykh v prednerestovyy period kak forma kontrolya «stepeni blagopoluchii» sostoianiia populiatsii [Analysis of the functional variability of sturgeon at prespawning period as a form of control of benefit degree of the population state]. *Pervyi simpozium po ekologicheskoi biokhimmii*. 1987. P. 217–219.
33. Romanov A. A., Sheveleva N. N., Altuf'ev Iu. V. Narushenie gonado- i gametogeneza osetrovyykh Kaspiiskogo moria [Disorder of gonado- and gametogenesis of sturgeon of the Caspian Sea]. *Fiziologo-biokhimicheskii status Volgo-Kaspiiskikh osetrovyykh v norme i pri rassloenii myshechnoi tkani (kumulativnyi toksikoz)*. 1990. P. 92–97.
34. Metallov G. F., Ponomarev S. V., Aksenov V. P., Geraskin P. P. *Fiziologo-biokhimicheskie mekhanizmy ekologo-adaptatsionnoi plastichnosti osmoreguliruiushchei sistemy osetrovyykh ryb* [Physiological and biochemical mechanisms of ecological and adaptation plasticity of osmoregulatory system of sturgeon]. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2010. 192 p.
35. Badenko L. V. Otkor samok belugi i sevriugi r. Dona v rybovodnykh tseliakh [Tackling female beluga and stellate sturgeon p. Don in order to fish]. *Razrabotka biologicheskikh osnov i biotekhniki razvitiia osetrovogo khoziaistva v vodoemakh SSSR*. Astrakhan, 1969, pp. 13–18.
36. Magnin E. Recherches sur la istematique et la biologie de acipenserides (A. sturio, A. oxyrhynchus, A. fulvescens. *Ann. Stat. Centr. Hydrob.*, 1962, no. 9, pp. 170–242.
37. Van Kampen E. J., Zijlstra W. G. Standardization of hemoglobinometry. II. The hemoglobincyanide method. *Clin. Chim. Acta*, 1961, vol. 6, pp. 538–545.
38. Chromy V., Valickova M., Hule V., Babjuk J. S. *Z. Med. Labor.-Diagn.*, 1977, 18, 106.
39. Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Ann. Clin. Biochem.*, 1969, vol. 6, pp. 24–27.
40. Fishbach F., Dunning M. *A manual of laboratory diagnostic tests*. 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2004. 1291 p.
41. Zolner N., Kirch K. Z. Über die quantitive Bestimmung von Lipoiden (micromethode mittels die vieles naturlischen Lipoiden allen Bekannten plasmolipoiden) gemeinsamen sulfophosphovanilin-reaction. *Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin*, 1962, vol. 135, no. 6, pp. 545–561.
42. Knight J., Anderson S., Rawle J. Chemical basis of the sulfo-phospho-vanillin reaction for estimating total serum lipids. *Clin Chem.*, 1972, vol. 18, pp. 199–202.
43. Chromy V., Kukla R., Hormakova M., Malimankova A., Belusa J. *Diagnostik Laboratory*, 1975, 11, 231.
44. Burstein M., Samaille J. *La Presse Medicale*, 1958. 43 p.

The article submitted to the editors 4.03.2015

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Metallov Gennadiy Fedorovich** – Russia, 344006, Rostov-on-Don; Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; Doctor of Biology, Professor; Leading Researcher of the Department "Aquatic Biological Resources of the Southern Seas Basins"; aqua-group@yandex.ru.

**Ponomareva Elena Nikolaevna** – Russia, 344006, Rostov-on-Don; Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; Doctor of Biology, Professor; Head of the Department "Aquatic Biological Resources of the Southern Seas Basins"; aqua-group@yandex.ru.

**Geraskin Peter Petrovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology; Leading Researcher of the Laboratory «Cryotechnology in Aquaculture»; PPG46@mail.ru.

**Grigoriev Vadim Alekseevich** – Russia, 344006, Rostov-on-Don; Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; Candidate of Biology; Senior Researcher of the Department "Aquatic Biological Resources of the Southern Seas Basins"; aqua-group@yandex.ru.

**Levina Olga Aleksandrovna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Aquaculture and Water Bioresources"; levina90@inbox.ru.

