

УДК.639.371.2.04 (262.54)

МАТЕРИАЛЫ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ИЗ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ ВИДОВ РЫБ НА ОСЕТРОВЫХ ЗАВОДАХ АЗОВСКОГО БАССЕЙНА В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

Е. В. Горбенко, О. А. Воробьева, М. Г. Панченко, А. А. Павлюк

*Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ФГБНУ «АзНИИРХ»),
Ростов-на-Дону 344002, Россия*

E-mail: osetrlab@mail.ru

Аннотация. Рассмотрено влияние условий содержания на рыбоводный потенциал самок из ремонтно-маточных стад, используемых для искусственного воспроизводства с целью пополнения естественных популяций осетровых видов рыб. Биотехника работы с производителями из ремонтно-маточных стад для воспроизводства молоди нуждается в совершенствовании. Соблюдение всех биотехнических приемов получения и выращивания до этапа выпуска в естественный водоем оказывает влияние на объемы пополнения жизнестойкой молоди, кроме того, важно контролировать и соблюдать биотехнику содержания и нагула производителей в межнерестовый период. При этом техническая оснащенность осетровых заводов также отражается на качестве получения половых продуктов в период гормонального стимулирования и выдерживания производителей в нерестовый период. Исследования по эффективности работы с производителями из РМС велись в Азово-Кубанском и Азово-Донском районах, и для каждого из районов факторы, влияющие на выход молоди, были как субъективного, так и общего характера.

Ключевые слова: производители, ремонтно-маточное стадо (РМС), осетровый рыболовный завод (ОРЗ), самки, воспроизводство

ON THE USE OF BROODSTOCK BREEDERS IN THE ARTIFICIAL REPRODUCTION OF STURGEONS FOR OBTAINING JUVENILES AT THE STURGEON FARMS OF THE AZOV SEA BASIN

E. V. Gorbenko, O. A. Vorobjeva, M. G. Panchenko, A. A. Pavlyuk

Azov Sea Research Fisheries Institute (FSBSI "AzNIIRKH"), Rostov-on-Don 344002, Russia

E-mail: osetrlab@mail.ru

Abstract. The effect of broodstock management and living conditions on the fish-breeding potential of females used for artificial reproduction in order to replenish the natural populations of sturgeon fish species is considered. Biotechnological methods, used to maintain broodstock breeders, should be improved. Observance of all biotechnological parameters of fry production and rearing them to the stage of their release into a natural water body has a positive effect on the amount of viable juveniles being recruited; to control and observe the biotechnology of keeping and feeding the sturgeon breeders between spawning seasons is important as well. The technical equipment of sturgeon farms also affects the quality of reproductive products during the period of hormonal stimulation and during retention of the breeders in the spawning period. Studies on the effectiveness of work with broodstock breeders have been conducted in the Azov-Kuban and Azov-Don Regions, and, for these areas, the factors, affecting the juvenile recruitment, were both of subjective and general nature.

Keywords: breeders, broodstock, sturgeon breeding farm, females, reproduction

ВВЕДЕНИЕ

В течение ряда лет сотрудники лаборатории участвовали в проведении воспроизводственных работ на ОРЗ Азово-Кубанского района: «Гривенском осетровом заводе», «Темрюкском осетровом заводе», «Ачуевском осетровом заводе» и на ОРЗ Азово-Донского района — «Донском осетровом заводе». Все государственные осетровые заводы Азово-Кубанского и Азово-Донского районов занимаются искусственным разведением молоди русского осетра, севрюги, и стерляди. Начиная с 2015 г. все ОРЗ для целей выполнения госзаказа используют производителей из ремонтно-маточных стад, кроме «Ачуевского», на котором нет своего ремонтно-маточного стада. Производственная оснащенность осетровых заводов различна и на некоторых из них часть мощностей не эксплуатируется ввиду отсутствия средств по поддержанию их в рабочем состоянии. Ввиду того, что «Донской осетровый завод» был построен с учетом необходимости резервации производителей осенней миграции, он единственный из всех действующих осетровых заводов имеет зимовальные и летне-маточные водоемы, отвечающие требованиям содержания рыб в период длительного выдерживания (ноябрь–апрель).

Для воспроизводства осетровой молоди «Гривенский осетровый завод» и «Темрюкский осетровый завод» имеют собственные ремонтно-маточные стада осетровых видов рыб, которые формируют более 10 лет и используют производителей, выращенных на заводе от «икры». Два раза в год проводится бонитировка РМС, в ходе которой определяются морфометрические показатели производителей и ремонта, рассчитываются нормы их кормления, производится отбраковка слабых и больных рыб. Отбор производителей для участия в предстоящей нерестовой кампании производят с помощью ультразвуковой диагностики состояния репродуктивной системы. «Ачуевский осетровый завод» до 2014 г. формировал маточное стадо путем доместикации производителей, отловленных в естественном водоеме и участвующих в нерестовой кампании. Однако пруды, в которых находились осетровые, не соответствовали нормативным показателям для выдерживания ремонтно-маточного стада. В течение длительного времени на заводе осуществляли адаптацию диких производителей к прудовым условиям, приучали их к кормлению как живым, так и искусственным кормом, но рыбы не смогли перейти на питание в искусственных условиях и были отбракованы в виду их сильного истощения. Последние три года завод для выращивания закупал личинку осетра или приобретал оплодотворенную икру осетра на «Темрюкском осетровом заводе».

В Азово-Донском районе на «Донском ОРЗ» на протяжении 18 лет, начиная с первого года его эксплуатации, велось формирование ремонтно-маточного стада по всем видам осетровых рыб, в т. ч. и белуги. Для формирования собственного маточного стада после использования в нерестовых компаниях производителей осетровых видов рыб, заготовленных в естественной среде, их оставляли с целью доместикации в условиях предприятия, как и небольшое количество сеголеток, ежегодно, для выращивания до половой зрелости. В настоящее время заготовка производителей в период нерестового хода для целей искусственного разведения отсутствует. Доля оставшихся в РМС после доместикации особей из естественной среды незначительна и, в основном, получение молоди идет от производителей, выросших в искусственных условиях от икры до производителей.

Цель работы — рассмотреть и проанализировать причины снижения эффективности воспроизводства при работе с производителями из ремонтно-маточных стад и совершенствование технологических приемов для эффективного использования самок.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Данные были получены в ходе выполнения работ по мониторингу пополнения запасов осетровых видов рыб и определению качества молоди искусственных генераций, выпускаемой в естественный водоем на 4 осетровых рыбоводных заводах, как в ходе рыбоводного сезона, так и периоды бонитировки РМС. Полученные материалы представлены по районам и проанализированы для осетровых заводов с учетом различного технического состояния их производственных мощностей. Проанализированы материалы за предыдущие годы и материал, собранный в период выполнения мониторинговых работ на ОРЗ Азовского бассейна в 2018 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Азово-Кубанский район. Рыбоводный потенциал во многом зависит от условий содержания самок в межнерестовый период. Нарушение технологии кормления в период нагула формирует у них тугорослость. Такое положение отмечалось в 2012 г. на «Темрюкском ОРЗ»: при нарушении биотехники кормления и содержания самок в период межнерестового нагула 76,0 % самок русского осетра VI стадии зрелости характеризовались тугорослостью. Они имели среднюю массу тела 8,1 (7,2–9,4) кг, масса ооцитов была на 20–23 % меньше и составляла всего 14,3 мг, белок ооцита находился в пределах 3,4 мг/г, что свидетельствует о низком накоплении резервных веществ. Из этого можно предположить, что рыбы в период зимовки расходовали мышечный белок на созревание гонад, что обусловило незаконченность процесса трофоплазматического роста ооцита. В 2016–2017 гг. количество мелких особей массой 8,0–12,0 кг сократилось на 31,0 и 26,2 %, соответственно, в 2018 г. — до 10,0 %. Тугорослых рыб на «Гривенском ОРЗ» не наблюдалось. В период дифференциации гонад у 26 % самок II–III стадий зрелости отмечались потери в массе тела от 0,5 до 2,0 кг. Нами было отмечено, что за четыре года масса тела самок, используемых в нерестовой компании, пока остается на прежнем уровне (в среднем 15,8 кг) за счет пополнения репродуктивной части РМС впервые нерестующими особями. В тоже время в РМС рыбоводных предприятий с каждым годом увеличивается количество повторно нерестующих рыб, отмечается небольшое количество самок третьего и даже четвертого нереста. Вес зрелых самок, участвующих повторно в нересте уже составляет 20 (16–28) кг. Так в 2012 г. основное количество самок было впервые нерестующими, в 2016 г. осетра повторного нереста было в среднем 45 %, а уже в 2018 г. повторно нерестующий осетр на обоих заводах в среднем составлял 86,5 % («Гривенский ОРЗ» — 90,9 %, «Темрюкский ОРЗ» — 82,2 %). Межнерестовый интервал у большей части осетра составлял — 2 года, но у некоторых отмечался трехлетний интервал. С увеличением возраста и с каждым последующим нерестом масса гонад и плодовитость самок повышается: за этот период масса самок увеличивалась на 15–20 %, объем икры на 40–60 %, гаметосоматический индекс и плодовитость на 20–40 %. Более высокопродуктивными оказались самки, имеющие трехлетний межнерестовый интервал.

Сформированное маточное стадо и многократное получение от него половых продуктов с сохранением жизни самкам позволяет не зависеть от вылова природных производителей и обеспечить стабильный выпуск рыбопосадочного материала. Содержание ремонтно-маточного стада на осетровых рыбоводных заводах предусматривает наличие большого количества прудовых площадей, бассейнов, хорошую водоподготовку. Однако, вследствие износа прудовых мощностей, выращивание ремонта проходит в имеющихся бассейнах, а содержание маточного стада в прудах, не приспособленных для этого. Становление половых желез осетровых рыб проходит в раннем онтогенезе. В ходе наших исследований выявлено, что молодь, выращенная в неблагоприятных условиях, имеет дегенерацию первичных половых и гониальных клеток, деформацию оболочек, задержку развития гонад.

На ОРЗ Азово-Кубанского района периодически наблюдается снижение качества закачиваемой воды, отмечается присутствие сероводорода, свободного аммиака и тяжелых металлов. Заводы проводят мероприятия по устранению и предупреждению неблагоприятных факторов, но в отдельные периоды в бассейнах отмечаются повышенные (16,8 мг O_2 /л) концентрации органических веществ, что может быть связано с нарушением биотехнических норм плотности посадки молоди в бассейнах и с присутствием в поступающей воде концентраций органических веществ, превышающих биотехнологические требования. В результате нарушений гидрохимического режима, а также с повышением температуры воды более 24,0 °С и усиления процессов накопления органики в прудах-накопителях функция очищения воды снижается, в такие периоды отмечается гибель ремонта и молоди в бассейнах. Таким образом, эффективность формирования маточных стад и рыбоводные показатели зависят от качества поступающей на предприятия воды.

Воспроизводство зависит и от температурного режима источника водоснабжения. Наблюдения за термическим режимом в период длительного резервирования производителей показало, что для Азово-Кубанского района характерен непродолжительный период ледостава и резервируемые рыбы более подвержены влиянию колебаний температур, особенно в периоды февральских «оттепелей». Если учесть мелководность зимовальных водоемов, приспособленных под зимнее содержание, зимующие в них рыбы более подвержены колебаниям температурного фактора. Самки русского осетра, которые длительно находились в условиях «теплой зимы», а затем были пересажены из земляных прудов в цементные бассейны,

практически всегда являются более реагирующими на увеличение суммарного теплонакопления из-за повышенных трат запасов трофоплазматических веществ. Сумма теплонакопления не отражалась на показателе созреваемости самок, но влияла на рыбоводные показатели: оплодотворяемость ооцитов при теплонакоплении до 230 градусо-дней колебалась в пределах 82–95 %, с увеличением до — 475 градусо-дней наблюдалось снижение — от 82,0 до 34,0 %. Увеличение теплонакопления отражалось на процессе дозревания ооцитов, приводя часть ооцитов к атрезии. В результате этого в последней группе самок более 50 % половых продуктов оказались не рыбоводного качества. У некоторых особей отмечалась остановка в развитии эмбрионов на стадии гастрюляции. Смертность уродливых эмбрионов, развивающихся из слабой икры во время инкубации, достигала 40–50 %. Отход эмбрионов за период инкубации — 40,6 (21–90) %.

В Азово-Кубанском районе для воспроизводства молоди севрюги в 2018 г. самки повторного нереста составили 84,6 % от общего количества. Предыдущий нерест основного числа (77,7 %) отмечался в 2014 г. то есть все самки второго нереста. Межнерестовый интервал составил три года. На «Гривенском ОРЗ» масса самок составила 14 кг, вес тела увеличился на 29,5 %, а количество икры от предыдущего нереста (2015 г.) увеличилось на 23,5 %. Соотношение длины тела к его массе составило — 10,3, что указывает на их потенциальную рыбоводную продуктивность (Баденко, 1986). Икра крупная — 11 мг, с высоким содержанием белка — 2,9 мг. Оплодотворяемость соответствовала бионормативным показателям — 76,0 %. Следовательно, выдерживание самок севрюги проходило в удовлетворительных условиях.

На «Темрюкском ОРЗ» масса самок составила в среднем — 8,3 (6,3–8,9) кг, соотношение длины тела к массе тела составляло у впервые нерестующих рыб — 15,6, у повторно нерестующих — 13,3, эти показатели соответствуют тощим рыбам, с низким содержанием резервных веществ не только в сыворотке крови, но и в мышечном депо (Баденко, 1986). Однако гаметосоматический индекс был высок — 20,3 %. Вес икры на одну самку первого нереста составил 1,4 (1,16–1,8) кг, второго нереста — 1,8 (1,5–1,8) кг. В сравнении с впервые нерестующими особями, повторно нерестующие самки севрюги характеризовались более высокими на 17–20 % показателями массы тела, гаметосоматический индекс севрюги почти в два раза был выше — 22,8, у впервые нерестующих — 13,3 %. Однако, выживаемость эмбрионов от самок севрюги, как впервые, так и повторно нерестующих остается на низком уровне — 27,2–76,6 % (бионормативный показатель 80,0 %), что требует дополнительных исследований при работе с производителями как при их выдерживании в зоне нерестовых температур, так и на этапах стимуляции созревания и овуляции яйцеклеток, а также получения и оплодотворения икры.

Азово-Донской район. Осетр русский. До 2010 г. работы по воспроизводству русского осетра осуществлялись за счет самок из естественного нереста и особей, которые отлавливались в естественном водоеме и были доместичированы (одомашнены). Начиная с 2010–2011 гг. в воспроизводственном процессе стали участвовать производители, выросшие и созревшие в условиях рыбоводного предприятия «от икры до икры». Вследствие этого количество производителей, которое использовалось для выполнения планового задания предприятия стало увеличиваться, так как производители заводского происхождения, особенно первого использования, характеризовались невысокими рыбоводными показателями получаемых от них половых продуктов (низкие показатели оплодотворяемости ооцитов, выживаемости эмбрионов и личинок).

Отсутствие системного анализа по структуре РМС, слабое освоение методики прижизненного получения половых продуктов привело к тому, что количество половозрелых особей, даже первого созревания, снизилось. К 2018 г. наступил период, когда зрелых производителей в РМС было недостаточно для выполнения планового задания. Кроме того, в связи с тем, что длительный период времени на ОРЗ кормление рыб в период нагула вели с нарушением, производители имели значительную степень истощения и за период осени 2017 г. к весне 2018 г. самые истощенные из них погибли и были утилизированы в мае 2018 г.

Большинство созревших самок осетра русского, использованных в воспроизводственных работах (80,0 %) имели массу тела ниже нормативной 15,9 (10,7–18,0) кг. Группа высокопродуктивных рыб, которые имеют массу тела 24 кг и более, отсутствовала. То есть, большинство самок русского осетра, использованных в мероприятиях по искусственному воспроизводству в Азово-Донском районе, были представлены рыбами первого использования, имевшими массу тела ниже бионормативной, а с учетом их истощенности, от них нельзя было ожидать высоких рыбоводных результатов. Самцы русского осетра имели значительную степень истощения и отдавали сперму лишь единичные экземпляры, большую часть

спермы привозили с ОРЗ Азово-Кубанского района. В среднем самки отдавали икры в 2,1 раза меньше в сравнении с прошлыми годами, плодовитость их была в 1,9 раза меньше в сравнении с 2017 г. и в 1,6 раза меньше, чем в 2016 г. Половые продукты, полученные от них характеризовались сниженной оплодотворяемостью ооцитов — 74 % и низким показателем выживаемости эмбрионов, который в среднем составил 38 % из-за большого количества аномалий развития. Количество однодневной личинки, полученной на 1 самку в текущем году, составило 32,2 тыс. шт., что явилось самым низким показателем в сравнении с предыдущими годами.

На сегодняшний день на ОРЗ Азово-Донского района количество производителей севрюги крайне мало и все они выращены в условиях рыбоводного предприятия «от икры до икры». Межнерестовый интервал у самок севрюги составляет 2–3 года, в этот период производители должны накопить резервные вещества для формирования половых продуктов. Как и особи русского осетра, производители севрюги из-за отсутствия кормов на ОРЗ испытали длительный период голодания. Самки севрюги, отобранные для участия в нерестовой компании 2018 г., были представлены особями первого нереста с невысокой массой тела и значительной степенью истощенности. Это подтверждается соотношением длины тела к его массе, которое составило 14,9 (12,3–17,1). Такие самки характеризуются в среднем невысокой оплодотворяемостью ооцитов и очень низкой выживаемостью эмбрионов и личинок, а с учетом того, что самцы севрюги на ОРЗ Азово-Донского района из-за высокой степени истощения не ответили на гормональное стимулирование, оплодотворение ооцитов проводили спермой невысокого качества, которую привозили с ОРЗ Азово-Кубанского района. Результаты работ текущего года подтверждают, что самки севрюги, хотя на 100 % ответили на гормональную стимуляцию и имели сравнительно крупные ооциты массой от 9,2 до 10 мг, тургор их оболочек был слабым, содержание белка находилось на очень низком уровне 1,92 + 0,14 мг/на 1 ооцит (при оптимуме 2,9–3,3 мг). Икра с таким содержанием белка может не оплодотвориться или этот показатель будет очень низким. В текущем году из-за низкого процента оплодотворения ооцитов икра части самок (23 % от количества ответивших на гормональную стимуляцию) подлежала снятию с инкубации. Икра, полученная от остальных самок, характеризовалась показателем оплодотворяемости ооцитов в 1,3 и выживаемости эмбрионов в 1,7 раза ниже бионормативных значений вследствие большого количества нарушений, возникших на этапах дробления, гастрюляции и нейруляции, что в конечном итоге привело к частичной гибели эмбрионов еще до выклева, а вылупившиеся личинки севрюги имели слабые оболочки желточного мешка и погибали из-за нарушения их целостности и вытекания содержимого в первые трое суток после выклева. Также к гибели личинок приводили следующие нарушения: кровоизлияния, огромные водянки перикардальной полости и желточного мешка, недоразвитие головного отдела, отсутствие плавниковой каймы. У части личинок севрюги желточный мешок имел объем, меньше на 30–45 % в сравнении с нормально развивающейся личинкой, то есть, у таких личинок был уменьшен запас резервных веществ. Количество выклюнувшихся однодневных личинок составило в среднем 12,0 тыс. шт. на 1 самку, но вся она погибла в течение 3-х суток после выклева. Таким образом, в текущем году воспроизводство севрюги на ОРЗ Азово-Донского района оказалось неэффективным в сравнении с предыдущими годами, когда Государственное задание по выпуску стерляди в естественный водоем выполнялось.

Стерлядь. Для получения потомства стерляди на ОРЗ Азово-Донского района в 2018 г. использовались самки, которые имели упитанность гораздо меньшую, чем в прошедшем году. Для воспроизводственных работ вынужденно использовались все самки стерляди (независимо от массы), отобранные по результатам биопсийных проб и имевшие ооциты, по предварительному прогнозу способные после гормонального стимулирования созреть и овулировать. Работа с рыбами проходила при оптимальной температуре воды 12,0–12,2 °С в максимально короткие сроки, теплонакопление для последней партии стерляди составило менее 100 градусо-дней. Гормональное стимулирование проводилось с учетом температуры воды, массы каждой самки и их истощенности. При тщательном соблюдении технологии созреваемость самок стерляди была близка к нормативу и составила 79,5 %. Количество икры, полученное от самок стерляди, в среднем было меньше на 40 % в сравнении с предыдущими годами, но ооциты, в основном, были достаточно зрелые, характеризовались нормальной массой и удовлетворительным тургором. И хотя оплодотворяемость ооцитов была высокой и составила 83,7 %, выживаемость эмбрионов составила 42,8 %, то есть состояние истощенных рыб отразилось на эффективности инкубации. Общие потери икры за счет опло-

дотворяемости и выживаемости эмбрионов были немного выше бионормативных (на 4,2 %) и с учетом напряженной ситуации с количеством и состоянием производителей стерляди на ОРЗ Азово-Донского района в текущем году такие результаты можно считать удовлетворительными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выдерживание производителей в условиях теплой зимы, длительное вынужденное голодание и быстрое теплонакопление весной за очень короткий период времени неблагоприятно повлияли на физиологическое состояние производителей осетра, севрюги и стерляди в Азово-Кубанском районе. Длительное резервирование самок при нерестовых температурах, инкубация икры при температуре, превышающей оптимум, снизило рыбоводные показатели

Напряженная ситуация с получением молоди осетровых видов рыб на ОРЗ Азово-Донского района в текущем году сложилась из-за недостаточного количества зрелых производителей, использования в воспроизводственных мероприятиях в основном впервые нерестующих рыб (92,2 % самок русского осетра и 100 % самок севрюги), большая часть которых характеризовалась значительной истощенностью, что привело к тому, что лишь небольшая часть самцов русского осетра ответила на гормональное стимулирование, а самцы севрюги полностью не ответили ни на какой вид стимуляции и оплодотворять икру пришлось привозной спермой, качество которой значительно снижалось за период транспортировки, а самки продуцировали меньшее в сравнении со среднемноголетним количество половых продуктов (невысокого качества). Как более благополучную можно оценить ситуацию по воспроизводству стерляди, от которой получена жизнеспособная личинка, и при тщательном соблюдении технологии кормления и содержания при переходе на смешанное и эндогенное питание и в период дальнейшего подращивания, а также благоприятных условиях при выращивании в прудах можно ожидать положительных результатов по этому виду осетровых рыб.

Также для снижения потерь при воспроизводственных работах на ОРЗ необходимо улучшать качество водоподготовки, что требует ремонтных и восстановительных мероприятий. На предприятиях, не имеющих цехов с терморегуляцией, необходимо провести реконструкцию и снабдить их необходимым оборудованием. Для предотвращения критических ситуаций с производителями необходимо соблюдать биотехнику кормления, чтобы рыба не голодала.

Для предотвращения дегенерации первичных половых и гониальных клеток, деформации оболочек, задержки развития гонад, возникающих из-за высоких плотностей посадки осетровой молоди в бассейнах, необходимо восстановить комбинированный метод выращивания и провести восстановление прудового фонда или строительство новых прудов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баденко Л.В.* Временная инструкция по отбору производителей и половых продуктов донских осетровых рыб для заводского разведения. Минрыбхоз СССР. М., 1971. С. 1–19.
- Временная инструкция* по заводскому разведению осетровых в Азово-Донском районе. 1971. Главрыбвод.
- Гинзбург А.С.* Осеменение икры осетровых : инструкция. М.: Пищевая промышленность, 1963. 16 с.
- Горбенко Е.В., Панченко М.Г., Воробьева О.А., Павлюк А.А., Бугаев Л.А.* Результаты рыбоводного освоения производителей осетровых видов рыб из ремонтно-маточного стада на осетровых заводах Азовского бассейна // Тр. АзНИИРХ : Результаты рыбохоз. исслед. в Азово-Черноморском бассейне за 2014–2015 гг. / отв. ред. В.Н. Белоусов. Ростов-н/Д.: Изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 2017. Т. 1. С. 237–243.
- Детлаф Т.А., Гинзбург А.С.* Зародышевое развитие осетровых рыб (севрюга, осетр, белуга) в связи с вопросами их разведения. М.: АН СССР, 1954. 216 с.
- Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И.* Развитие осетровых рыб. Л.: Наука, 1981. 223 с.
- Сборник инструкций и нормативно-методических указаний* по промышленному разведению осетровых рыб в Каспийском и Азовском бассейнах. М., 1986. 263 с.
- Сытина Л.А.* Продолжительность отдельных этапов развития в раннем постэмбриогенезе осетровых // Вопросы ихтиологии. 1970. Т. 10, № 5. С. 848–866.