

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФГУП ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ЦЕНТР РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА
(ГОСРЫБЦЕНТР)**

**БИОЛОГИЯ, БИОТЕХНИКА РАЗВЕДЕНИЯ
И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СИГОВЫХ РЫБ**

**Седьмое международное научно-производственное совещание
(Тюмень, 16-18 февраля 2010 года)**

Материалы совещания

**Под общей редакцией
доктора биологических наук А. И. Литвиненко,
доктора биологических наук Ю.С. Решетникова**

**Тюмень
Госрыбцентр
2010**

УДК 597.553.2 + 639.371.14
ББК 47.2
Б-63

Б-63 Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб.
Материалы седьмого международного научно-производственного совещания /Под ред. А. И. Литвиненко, Ю. С. Решетникова – Тюмень: ФГУП Госрыбцентр, 2010. - 318 с.

JSBN 978-5-98160-031-9

Редакционная коллегия:

А. И. Литвиненко (отв. ред.), Ю. С. Решетников (отв. ред.),
В. Р. Крохалевский, Я. А. Капустина, С. М. Семенченко

В сборнике приводятся материалы по биологии, систематике, зоогеографии, состоянию запасов, искусственному воспроизводству и товарному выращиванию сиговых рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вовк Ф.И. Нельма р. Енисея (пром. ихтиологич. очерк) // Тр. СО ВНИОРХ. – Красноярск, 1948. – Т. 7. – Вып. 2. – С. 81-109.

Заделёнов В.А. Характеристика структуры нерестового стада и условий воспроизводства енисейской нельмы // Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири. – Красноярск: изд-во КГТУ, 1999. – С.41-47.

Заделёнов В.А., Белов М.А. Антропогенное влияние на нельму *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) енисейской популяции // Современное состояние водных биоресурсов. Материалы Международ. конф. – Новосибирск, 2008. – С. 228-233.

Куклин А.А., Лопатин В.В. Структура нерестовой части популяции енисейской нельмы // Биологические проблемы Севера. Тезисы 10 Всесоюз. симпозиума. – Магадан, 1983. – Ч. 2. – С. 187-188.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищепромиздат, 1966. – 376 с.

ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА СИГОВЫХ РЫБ

Богданов В.Д.¹, Решетников Ю.С.²

¹*Институт экологии растений и животных УрО РАН (ИЭРиЖ УрО РАН)*

²*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН (ИПЭЭ РАН)*

Вопросы воспроизводства имеют важное значение в оценке воспроизводительной способности вида в целом или отдельных его популяций; в первую очередь, это время наступления половой зрелости, возрастной и половой состав нерестового стада, периодика развития гонад и нереста, плодовитость, выживание молоди и другие. Известно, что сиговые рыбы при их обитании в водоемах Крайнего Севера имеют свои специфические особенности воспроизводства (Решетников, 1967, 1979, 1980, 2007; Богданов, 1983, 1987, 1997, 2007 и др.).

Обычно каждый вид сиговых рыб нерестится в свое время. Так, в р. Анадырь (бассейн Берингова моря) поочередность нереста разных видов сиговых была следующей: нельма – валец – ряпушка – сиг-горбун – чир – сиг-востряк. Массовый нерест нельмы приходится на вторую – третью декады сентября на плесах глубиной 2-3 метра с песчано-галечным дном при температурах воды 3-6°C. А сиг-востряк нерестится уже подо льдом при температурах воды около 0°C, причем его нерестилища, также как и у валька, расположены в верхних участках реки с быстрым течением и глубинами 1-2,5 м (Шестаков, 1998). В р. Оби поочередность нереста следующая: тугун – нельма – пелядь – ряпушка и сиг-пыжьян – чир.

Отметим специфику воспроизводства сиговых по сравнению с лососевыми и хариусовыми рыбами.

У *лососевых рыб* нерест бывает осенью и весной при температуре воды 1-14°C, во время нереста рыбы приобретают яркую брачную окраску, икра крупная (4-10 мм), сильно пигментированная и чаще закапывается в грунт. Развитие эмбриона в икре при весеннем нересте длится 15-50 суток, при осеннем – 50-150 суток. Из икры выходят крупные личинки (12-25 мм), которые уже хорошо сформированы и сначала малоподвижны; основной органогенез (формирование плавников) приходится на период эндогенного питания.

У *хариусовых рыб* нерест бывает только весной при температуре воды 3-15°C, брачный наряд выражен слабее, икра мелкая (2,5-3,5 мм) и слабо пигментированная, самки откладывают икру в специально построенные гнезда. Эмбриональный период короткий (10-14 суток), вылупление дружное, личинки имеют небольшой желточный мешок и длину 8-16 мм. Они довольно быстро переходят на внешнее питание.

Большинство видов *сиговых рыб* нерестует в осенне-зимний период. Это обычно бывает осенью, в начале или в середине зимы и происходит как по открытой воде, так и подо льдом. Лишь у немногих видов и форм сиговых рыб нерест сдвигается на весеннее или даже

летнее время (Черняев, Пичугин, 1999). Брачный наряд у сиговых не имеет ярких красок и обычно выражается в развитии белых эпителиальных бугорков на голове и по бокам тела у самцов. По сравнению с лососевыми и хариусовыми рыбами у них выше плодовитость, но нет заботы о потомстве, икра откладывается на грунт. У сигов с осенне-зимним нерестом инкубация длится 70-260 суток или 260-360 градусо-дней. Вылупление в природе дружное, личинки подвижные имеют длину 7-16 мм и небольшой желточный мешок; основной органогенез – в период смешанного и внешнего питания.

Нерест многих видов сиговых рыб растянут по причине неодновременности созревания разноразмерных и разновозрастных особей, что характерно для рыб с осенне-зимним периодом размножения, однако массовый нерест речных сиговых рыб протекает за 2-4 суток.

Периодика нереста. Многие исследователи отмечали, что в уловах перед нерестом среди рыб старшего возраста часто встречаются особи с гонадами во II и II-III стадиях зрелости; по возрасту, размерам и массе эти особи значительно превышали впервые нерестующих рыб. Таких рыб относили к особям, которые пропускали нерестовый сезон. Подобные данные имеются по осетровым рыбам, лососю, кумже, форели и арктическому гольцу, а из сиговых рыб – по нельме, белорыбице, сигу, муксуну, чирю, омулю, пеляди, европейской и сибирской ряпушкам. Помимо косвенных данных о возможных пропусках нереста, имеются и прямые наблюдения за развитием половых желез многих сиговых (сига-лудог, пыжьяновидного сига, муксуна, сибирской ряпушки, пеляди), которые прямо доказывают факт пропуска нереста. Подробно описаны методики определения рыб, пропускающих нерест, как в полевых условиях (Решетников, 1980, 2007; Решетников и др., 1989 и др.), так и контроль полевых наблюдений гистологическим анализом гонад (Крохалевский, 1983; Кошелев, 1984 и др.). Накопленные в литературе данные о пропусках нерестовых сезонов в водоемах Севера отмечены для осетровых, лососевых, сиговых, карповых, окуневых и тресковых (налим) рыб, т.е. это обычное явление для рыб Севера и связано, скорее всего, со спецификой кормовой базы. При сильной промысловой нагрузке повторно созревающих рыб в нерестовых стадах почти нет.

За короткий период нагула на Севере рыба после нереста не успевает восстановиться в полной мере. Наиболее длительные периоды «отдыха» после нереста отмечены у осетровых рыб: у белуги они достигают 5 лет, у русского осетра – 5-8 лет, у севрюги – 3-7 лет. В водоемах Севера цикл развития гонад у сиговых рыб может длиться не один год, а более; при ежегодном нересте всей популяции некоторые особи могут пропускать один или несколько нерестовых сезонов. В реках Сибири нельма нерестится с перерывами в 3-4 года, в бассейне Волги у белорыбицы они сокращаются до 2-3 лет. Обычно в течение всей жизни белорыбица нерестится 1-2 раза, лишь в исключительных случаях самки откладывают икру трижды. У чира пропуски нереста составляют 2-3 года. У остальных сиговых рыб перерывы между икрометаниями, видимо, равняются 2 годам, т.е. особь пропускает один нерестовый сезон. По нашим данным, пропуски нереста у малотычиновых сигов составляют 15-30% от числа всех половозрелых рыб в популяции. В годы с затяжной весной и холодным летом количество особей, пропускающих нерест, увеличивается. Периодика икрометания у сиговых рыб тесно связана с условиями питания, роста и характера жиронакопления (Решетников, 1980). Пропуски нереста у сиговых рыб в северных водоемах – обычное явление.

Гибель икры от перемерзания. Следует особо отметить развитие икры сиговых рыб в «пагоне». Некоторые авторы придают этому факту большое значение, чуть ли не как основной путь инкубации икры у сиговых рыб. В случае попадания набухающей икры в смесь снега и воды или прилипшей к камням шуги икринка набухает, раздвигая кристаллы льда и инкапсулируется в него, осуществляя дальнейшее развитие вплоть до вылупления личинок, будучи замороженной в лед – в «пагоне». Наши исследования (Богданов, 1983) подтвердили предположение И.Г. Юданова (1939) и экспериментальные проработки Ж.А. Черняева (1971, 1982) о возможности развития икры сиговых, замороженной в лед. Если

раньше это было известно для сибирской ряпушки и байкальского омуля, а возможно и для вальки, то по нашим наблюдениям, сюда можно добавить чира, пелядь и сига-пыжьяна. Известно, что нерест чира происходит во время ледостава, во время шуги, и часть икры оказывается замороженной в лед. В 1980-1988 гг. (Богданов, 2007) отмечалось благополучное развитие икры в замерзшей шуге (82-95% живых эмбрионов). Затопы шуги предохраняют икру от врагов и болезней. При минимальной температуре воздуха до -36°C и снеговом покрове 0,2 м температура нижних слоев льда в течение всей зимы стабильна и равна 0°C . При такой температуре льда икра в "пагоне" развивается. В поверхностных слоях льда (он формируется в основном наледями), имеющих отрицательную температуру, икры почти нет. В икре сиговых рыб нет специальных антифризных гликопептидов, что найдено у антарктических рыб, поэтому сохранение икры живой в "пагоне" при замораживании невозможно. При быстром охлаждении организма внешняя кристаллизация ограничивает степень переохлаждения внутриклеточной протоплазмы, повышает вязкость протоплазмы и снижает порог переохлаждения.

Ледяной покров на северных реках держится до середины мая – начала июня, при зимнем спаде воды лед ложится на грунт, и в случае нереста сиговых на малой глубине лед иногда покрывает большую часть поверхности нерестовых площадей в виде толстой наледи. Перемерзают перекаты и образуются локальные заморные зоны. В этих случаях наблюдается массовая гибель икры от перемерзания или замора. В суровые и малоснежные зимы в низовьях Оби возможно возникновение обширных заморов на нерестилищах сиговых, в результате которых увеличивается гибель икры почти до 100%. Отметим, что выживание икры в уральских притоках может меняться от 0 до 93%, составляя в среднем 20-30% (Богданов, 1987). Гибель икры сиговых возможна по следующим причинам: неполное оплодотворение, нарушение развития в процессе эмбриогенеза, поедание икры рыбами и беспозвоночными, паразитарные заболевания, а также перемерзание нерестилищ и вынос икры за их пределы (Богданов, 1987, 2007). В последние годы появился новый фактор – загрязнение промышленными стоками и заиление из-за проведения горных работ. В условиях озер к этому прибавляется гибель икры от дефицита кислорода, заиления, закисления и загрязнения воды (Решетников, 1980; Решетников и др., 2000).

В 1960-1980 гг. в водоемах Европы и России начались большие изменения в экосистемах под влиянием, так называемого, антропогенного или «культурного эвтрофирования». Вслед за обогащением водоемов биогенами увеличивалась продукция и биомасса начальных звеньев трофической цепи (бактерии-, фито- и зоопланктона), в озерах отмечается «цветение воды», а в гипolimнии появляется дефицит кислорода и образуются заморные зоны. Вслед за этим наблюдаются существенные изменения в структуре рыбного населения (Решетников, 1979, 1980; Решетников и др., 1989 и др.). Вначале эвтрофирование положительно сказывается на темпе роста и созревании сиговых рыб, поскольку возрастает кормовая база. Однако скоро начинается усиленное заиление нерестилищ, а дефицит кислорода в придонных слоях приводит к гибели икры. Рыбы с ранне-весенним нерестом и коротким сроком инкубации икры (щуковые, окуневые и карповые) получают предпочтение в выживании при эвтрофировании водоема. Лососевые и сиговые рыбы с их осенним нерестом, длительным периодом осенне-зимней инкубации икры при усиленном заилении грунтов и донных заморах фактически обречены на вымирание. Смертность икры сигов за время инкубации возрастает до 80-92%. Отметим лишь, что после глобального эвтрофирования водоемов Европы с пиком этого процесса в 1960-1980 гг. наметился обратный процесс в сторону ре-олиготрофирования, но чаще всего структура рыбного населения не возвращается в первоначальное состояние (Решетников, 2004).

Выживание икры и личинок. На всех нерестилищах сиговых рыб в уральских притоках Нижней Оби дрейф икры происходит с определенной закономерностью: снос икры начинается с нереста сиговых рыб и заканчивается весной с окончанием ската личинок. В дрейфе присутствуют живые, мертвые и выведенные беспозвоночными икринки (пустые оболочки), соотношение которых меняется. Живая икра доминирует в дрейфе в период

массового нереста, оболочки со следами выедания – всю зиму, а мертвая икра – в период весеннего освежения воды.

Несмотря на высокую смертность во время инкубации икры за счет высокой плодовитости сиговых рыб до вылупления доживает довольно много личинок, которые за счет эндогенных запасов питательных веществ в виде желточного мешка успевают скатиться с нерестилищ, достигнуть мест нагула и перейти на активное экзогенное питание. Однако и личиночный период развития сопряжен с высокой смертностью, которая компенсируется лишь значительной пластичностью молоди сиговых рыб.

Считается, что для каждого вида рыб специфична не только общая величина смертности, но и ее распределение по отдельным этапам развития (Никольский, 1974). У сиговых рыб Нижней Оби наибольшая смертность обычно наблюдается в эмбриональный период развития, но в исключительных случаях возможна массовая гибель личинок при переходе на питание внешней пищей.

На основании проведенных исследований жизненного цикла сиговых рыб Нижней Оби, нами были выделены три типа *стратегии выживания* на ранних этапах развития (Богданов, 1997):

- первый тип (поздняя смертность) – очень высокое выживание икры (90%) и повышенная смертность покатных личинок (30%). Этот тип характерен примерно для 25% популяции чира, 14 – тугуна, 18 – пеляди и 6% – сига-пыжьяна (горные притоки р. Ляпина);
- второй тип (равномерная смертность) – выживает 20-30% икры, гибнет 20% покатных личинок. Охватывает большую часть популяций сиговых Нижней Оби: 86% тугуна, 93% сига-пыжьяна, 82% пеляди, 50% чира (рр. Ляпин, Войкар и Сыня, при отсутствии замора в последней);
- третий тип (ранняя смертность) – очень высокая смертность икры (более 90%) и низкая смертность покатных личинок (менее 10%). Этот тип характерен в основном для популяций чира (20%), в меньшей степени пеляди (0,1%) и сига-пыжьяна (1%) (рр. Сось, Харбей, Лонготъеган).

В случае зимнего замора в р. Сыне увеличивается доля популяций, воспроизводящихся по третьему типу: на 60% у сига-пыжьяна, на 15% – у чира и пеляди, на 3% – у тугуна. При всех типах гибнет 69-98% нагульных личинок за 10-суточный период от начала нагула на мелководьях соров (Богданов, 1997, 2006, 2007).

Механизмы, обеспечивающие обязательное выживание части особей в популяции полупроходных сиговых рыб в первый год жизни и ее устойчивость, с нашей точки зрения, следующие: 1) наличие нескольких центров размножения и перераспределение производителей по нерестилищам внутри каждого центра всегда гарантируют выживание определенной части отложенной икры; 2) массовое вылупление за короткий период (3-4 суток) и скат большинства личинок на места нагула на "гребне" паводковой волны с наибольшей скоростью обеспечивают максимальное выживание покатных личинок; 3) отставание начала нагула личинок от начала вегетации соров обеспечивает достаточное количество кормовых организмов; 4) разновременное массовое вылупление личинок в различных центрах размножения, определяемое их широтной и вертикальной зональностью, приводит к расширению вариативности личинок по размерам и стадиям развития. В результате состав рыбного населения на местах нагула в пределах ареала в значительной степени становится разнородным по степени развития (одни начинают, а другие в это же время могут заканчивать личиночное развитие), что повышает выживаемость и устойчивость популяции в целом при разном сочетании абиотических факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богданов В.Д. Выклев и скат личинок сиговых рыб уральских притоков Нижней Оби // Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби. – Свердловск, 1983. – С. 55-79.

Богданов В.Д. Изучение динамики численности и распределения личинок сиговых рыб реки Северной Сосьвы. Препринт. – Свердловск, 1987. – 60 с.

Богданов В.Д. Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби.: автореф. дис. ... доктора биол. наук. – М.: ИПЭЭ РАН, 1997. – 50 с.

Богданов В.Д. Эмбриональное развитие сиговых рыб на естественных нерестилищах в уральских притоках Нижней Оби. Экология растений и животных севера Западной Сибири // Науч. вестник Ямало-Ненецкого автоном. округа. – Салехард, 2006. – Вып. 6, (2) (43). – С. 3-17.

Богданов В.Д. Выживание икры сиговых рыб на нерестилищах в уральских притоках Нижней Оби. Современное состояние и динамика природных сообществ Севера // Научн. вестник Ямало-Ненецкого автоном. округа. – Салехард, 2007. – Вып. 2 (46). – С. 42-49.

Кошелев Б.В. Экология размножения рыб. – М.: Наука, 1984. – 309 с.

Крохалевский В.Р. Половые циклы, созревание и периодичность нереста обской пеляди // Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби. – Свердловск: Средне-Урал. кн. изд-во, 1983. – С. 93-110.

Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 447 с.

Решетников Ю.С. Периодичность размножения у сегов // Вопросы ихтиологии. – 1967. – Т. 7. – Вып. 6. – С. 1019-1031.

Решетников Ю.С. Сеговые рыбы в северных экосистемах // Вопросы ихтиологии. – 1979. – Т. 19. – Вып. 3. – С. 419-433.

Решетников Ю.С. Экология и систематика сеговых рыб. – М.: Наука, 1980. – 301 с.

Решетников Ю.С. Проблема ре-олиготрофирования водоемов // Вопросы ихтиологии. – 2004. – Т. 44. – № 5. – С. 709-711.

Решетников Ю.С. Ихтиофауна Арктики // Современные исследования ихтиофауны арктических и южных морей. Апатиты. – ММБИ Кол. НЦ РАН, 2007. – С. 7-33.

Решетников Ю.С., Акимова Н.В., Попова О.А. Аномалии в системе воспроизводства рыб при антропогенном воздействии // Изв. Самарского НЦ РАН. – 2000. – Т. 2. – № 2. – С. 274-282

Решетников Ю.С., Мухачев И.С., Болотова Н.Л. и др. Пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1788) (*PISCES: Coregonidae*. Систематика, морфология, экология, продуктивность. – М.: Наука, 1989. – 302 с.

Черняев Ж.А. О возможности развития икры байкальских сеговых рыб в переохлажденном состоянии пагона // Биологические проблемы Севера Севера. – Магадан, 1971. – Вып. 42. – С. 67-73.

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

Черняев Ж.А., Пичугин М.Ю. Особенности раннего онтогенеза весенне-нерестующего баунтовского сига // Вопросы ихтиологии. – 1999. – Т. 39. – Вып. 1. – С. 78-88.

Шестаков А.В. Биология молоди сеговых рыб бассейна реки Анадырь. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 112 с.

Юданов И.Г. Условия нереста и развития икры ряпушки в заморной зоне Обской Губы // Рыбное хозяйство. – 1939. – №4. – С. 34.