

ВЛИЯНИЕ СОЛЕННОСТИ ВОДЫ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ СПЕРМАТОЗОИДОВ И ОПЛОДОТВОРЯЕМОСТЬ ИКРЫ СИГОВЫХ РЫБ COREGONIDAE

Н. В. Смешливая¹, С. М. Семенченко^{1, 2}

¹Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»),
625023, Россия, г. Тюмень

²ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»,
625003, Россия, г. Тюмень

Экспериментально исследовано влияние концентрации водного раствора хлорида натрия (солености воды) на двигательную активность сперматозоидов и оплодотворяемость икры сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна. Материалом служила сперма речной формы пеляди *Coregonus peled*, сига-пыжьяна *C. lavaretus pidschian*, чира *C. nasus* и тугуна *C. tugun*. Влияние солености на оплодотворяемость изучали на икре озерной и речной форм пеляди, пыжьяна, чира и муксуна (*C. muksun*). При повышении солености воды от 0,1 до 1–5 г/л отмечено увеличение продолжительности движения сперматозоидов на 11–23 %. При увеличении солености свыше 5 г/л двигательная активность сперматозоидов последовательно снижалась. В диапазоне солености 5–10 г/л продолжительность движения сперматозоидов чира была на 41–51 % меньше, чем у сига-пыжьяна; пелядь и тугун занимали промежуточное положение. Поступательное движение сперматозоидов у всех исследованных видов прекращалось при концентрации 15 г/л, колебательное движение — при 21 г/л. Негативное влияние солености на долю подвижных сперматозоидов начинало проявляться при концентрации свыше 10 г/л. Оплодотворение икры в опытах проводили в воде с разной концентрацией соли при экспозиции 5 мин. Последующее развитие икринок до момента оценки оплодотворяемости происходило в пресной воде (0,1 г/л). Максимальные значения оплодотворяемости отмечены в диапазоне солености от 0,1 до 5 г/л. Дальнейшее увеличение солености приводило к последовательному снижению оплодотворяемости. Единичное оплодотворение икринок обнаружено при солености 25 и 30 г/л, несмотря на отсутствие двигательной активности сперматозоидов. В опытах при солености 35 г/л оплодотворение икры не происходило. Не выявлено видовой специфики влияния солености воды на фертильность икры.

Ключевые слова: сиговые рыбы; сперматозоиды; подвижность сперматозоидов; икра; соленость; оплодотворяемость

Введение

Размножение сиговых рыб, как правило, происходит в пресной воде [1; 2], однако существуют популяции, нерестящиеся в опресненных водах морских заливов и эстуариев (Финский, Ботнический заливы). В этом случае соленость воды может являться экологическим фактором, ограничивающим размножение, влияние которого на воспроизводство популяции необходимо учитывать [3–5]. Кроме того, озерное товарное сиговодство приурочено главным образом к лесостепной и степной ландшафтной зонам Южного Урала

и Западной Сибири, для которых характерна значительная вариабельность водоемов по минерализации. При многолетнем выращивании сиговых происходит их половое созревание и появляется возможность сбора икры в рыбоводных целях в том числе и в солоноватых озерах. В этом случае появляется необходимость оценки допустимости использования воды с определенной минерализацией в технологическом процессе при оплодотворении икры. Одним из подходов при выявлении закономерностей и механизмов влияния солености воды на воспроизводство сиговых рыб является изучение зависимости от этого фактора функциональных характеристик га-

мет — двигательной активности сперматозоидов и фертильности икры.

Цель — изучить влияние солености на двигательную активность сперматозоидов и способность к оплодотворению икры сиговых рыб.

Материал и методика исследования

Материалом для исследования служили половые продукты речной и озерной форм пеляди *C. peled* (Gmelin, 1789), сига-пыжьяна *C. lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788), чира *C. nasus* (Pallas, 1776), тугуна *C. tugun* (Pallas, 1814) и муксуна *C. muksun* (Pallas, 1814). Исследования с тугуном, речной пелядью, сигом-пыжьяном и чиром проводили в октябре 2017 г. на рыбоводном пункте «Рахтынья» на р. Ляпин в бассейне р. Северной Сосьвы (Ханты-Мансийский автономный округ). Производителей этих видов отлавливали в период нерестовой миграции и выдерживали в садках до созревания гонад. В октябре — декабре 2018 г. в лаборатории ФГБНУ «Госрыбцентр» были выполнены работы с половыми продуктами озерной и речной пеляди, муксуна и чира, полученными от производителей, содержащихся в садках на научно-производственном участке «Волковское» (оз. Волково, Тобольский район). Икру и сперму для опытов доставляли в лабораторию в специальном изотермическом контейнере. Половые продукты получали методом прижизненного отцеживания.

Продолжительность двигательной активности сперматозоидов речной пеляди, сига-пыжьяна, чира и тугуна оценивали по стандартной методике [6]. На покровное стекло помещали приблизительно 0,01 мл спермы и добавляли 0,1 мл воды для активации сперматозоидов. Момент соприкосновения сперматозоидов с водой считали началом движения. В опытах регистрировали три показателя: продолжительность поступательного движения, общую продолжительность движения сперматозоидов и долю подвижных сперматозоидов. Соленость воды в опытах составляла 0,1; 0,5; 1; 5; 8; 10; 13; 14; 15; 16; 20; 21 и 25 г/л. При проведении экспериментальных работ на рыбоводном пункте «Рахтынья» использовали

воду из р. Ляпин, при работе в лаборатории в г. Тюмени воду для экспериментальных работ доставляли с оз. Волково. Вода из р. Ляпин и оз. Волково относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы со слабой минерализацией. Активная реакция воды из р. Ляпин нейтрально-слабокислая — 6,7–6,9 ед., вода из оз. Волково — слабощелочная (рН = 7,3–7,4 ед.). Проведенные ранее исследования показали, что активная реакция среды в диапазоне от 6,7 до 7,4 ед. на изучаемые параметры статистически достоверно не влияет [7]. Для приготовления опытных растворов использовали поваренную соль. Каждому значению солености соответствовала отдельная серия из трех опытов, проводимых отдельно с предварительно отобранной спермой от одного из трех самцов исследуемого вида. Было проведено 48 серий, включающих 132 опыта.

При исследовании влияния солености на фертильность зрелых яиц (икры) сиговых рыб активацию и оплодотворение проводили в воде с разной опытной концентрацией соли, а оводнение и их дальнейшее развитие происходило в пресной воде. В опытах использовали икру речной и озерной форм пеляди, чира, сига-пыжьяна и муксуна. Для снижения влияния индивидуальных особенностей производителей в каждом опыте использовали смесь икры трех самок и смесь спермы трех самцов одного из исследуемых видов. Икру помещали в воду с одним из опытных значений солености: 0,1; 1; 5; 10; 15; 20; 25; 30 или 35 г/л. Сразу после этого добавляли порцию спермы и перемешивали. Интервал между добавлением икры и спермы в воду составлял не более 5 с. Продолжительность перемешивания икры и спермы в воде составляла около 5 с. Объем воды составлял 25 мл, объем порции спермы — 50 мкл, количество икринок — 150–200 шт. Через 5 мин после начала опыта икру промывали пресной водой с минерализацией 0,1–0,2 г/л, в которой происходило дальнейшее развитие (около 3 сут) до стадии среднеклеточной морулы. Затем определяли оплодотворяемость яиц методом бокового микроскопирования [8]. По доле оплодотворенных яиц судили о результатах опытов. С каждым видом было проведено две серии опытов.

Всего было проведено 10 серий, включающих 90 опытов. Температура воды во всех опытах составляла 2,2–2,8 °С. Измерение солености проводили портативным солемером Ohaus ST20S с точностью 0,1 г/л.

Результаты исследования и их обсуждение

Нерест сиговых рыб, как правило, протекает в слабоминерализованных водах от 0,02 до 0,4 г/л [2], поэтому начальную опытную минерализацию 0,1 г/л можно принять за условную норму. Средняя продолжительность поступательного движения сперматозоидов при этой солености и характерной для сиговых нерестовой температуре 2,5 °С находилась в диапазоне от 91 с у пыжьяна до 116 с у чира; общая продолжительность движения,

включая колебательное, была в пределах от 276 до 317 с (таблица). Близкие значения двигательной активности сперматозоидов данных видов в пресной воде при соответствующей температуре были получены ранее [9].

Использование для активации сперматозоидов чира умеренно пресной (0,5 г/л) и пресноватой (1,0 г/л) воды приводило к увеличению продолжительности их двигательной активности (см. таблицу). Максимальные значения как поступательного, так и общего движения сперматозоидов сига-пыжьяна и тугуна отмечены в умеренно солоноватой воде при 5,0 г/л. Соответствующие максимумы у чира зафиксированы в опыте с соленостью 1,0 г/л. У пеляди наиболее продолжительно сперматозоиды двигались поступательно при 5,0 г/л, а максимум общего движения отмечен при 1,0 г/л.

Средняя продолжительность поступательного (ПД) и общего (ОД) движения сперматозоидов сиговых рыб в воде с различной соленостью, с

Соленость, г/л	Речная пелядь		Сиг-пыжьян		Чир		Тугун	
	ПД	ОД	ПД	ОД	ПД	ОД	ПД	ОД
0,1	97 ± 8	276 ± 30	91 ± 5	282 ± 26	116 ± 6	317 ± 9	93 ± 3	302 ± 10
0,5	96 ± 2	277 ± 24	92 ± 4	282 ± 27	122 ± 8	369 ± 19	100 ± 1	306 ± 11
1,0	111 ± 8	323 ± 35	95 ± 4	279 ± 30	129 ± 11	389 ± 22	108 ± 5	314 ± 11
5,0	118 ± 15	305 ± 56	108 ± 16	348 ± 54	122 ± 9	380 ± 15	114 ± 3	340 ± 18
8,0	93 ± 5	237 ± 17	103 ± 11	324 ± 51	74 ± 6	236 ± 22	98 ± 6	284 ± 10
10,0	90 ± 13	218 ± 23	103 ± 14	317 ± 60	72 ± 10	213 ± 12	71 ± 3	226 ± 13
13,0	78 ± 2	171 ± 8	65 ± 15	161 ± 50	36 ± 7	123 ± 32	52 ± 10	177 ± 10
14,0	18 ± 14	74 ± 17	36 ± 5	105 ± 10	20 ± 6	83 ± 17	17 ± 4	76 ± 20
15,0	0	43 ± 15	0	50 ± 19	0	62 ± 8	0	39 ± 9
16,0	0	48 ± 11	0	33 ± 12	0	21 ± 4	0	27 ± 3
20,0	0	5 ± 4	0	10 ± 4	0	12 ± 6	0	13 ± 3
21,0	0	0	0	0	0	0	0	0

Примечание. Средние значения приведены с ошибкой средней величины; выделены максимальные значения продолжительности движения сперматозоидов.

У всех исследуемых видов в диапазоне от минимальной солености 0,1 г/л до солености, обеспечивающей максимум двигательной активности (1,0–5,0 г/л), выявлена положительная корреляция частных значений продолжительности поступательного и общего движения сперматозоидов с минерализацией ($r = 0,395–0,799$; $n = 9–12$). У пеляди и пыжьяна выявленная связь для общего движения, а у тугуна — для поступательного движения оказалась статистически досто-

верной ($t_{\phi} = 3,47$; 4,20 и 3,90 при $P = 0,95$; 0,99 и 0,99 соответственно). Максимальные значения двигательной активности сперматозоидов превысили уровень при условной норме солености (0,1 г/л) на 11–23 % (рис. 1 и 2). Соответствующие различия в абсолютном выражении статистически достоверны для общего движения сперматозоидов чира ($t_{\phi} = 3,77$; $P = 0,95$) и для поступательного движения сперматозоидов тугуна ($t_{\phi} = 5,86$; $P = 0,99$).

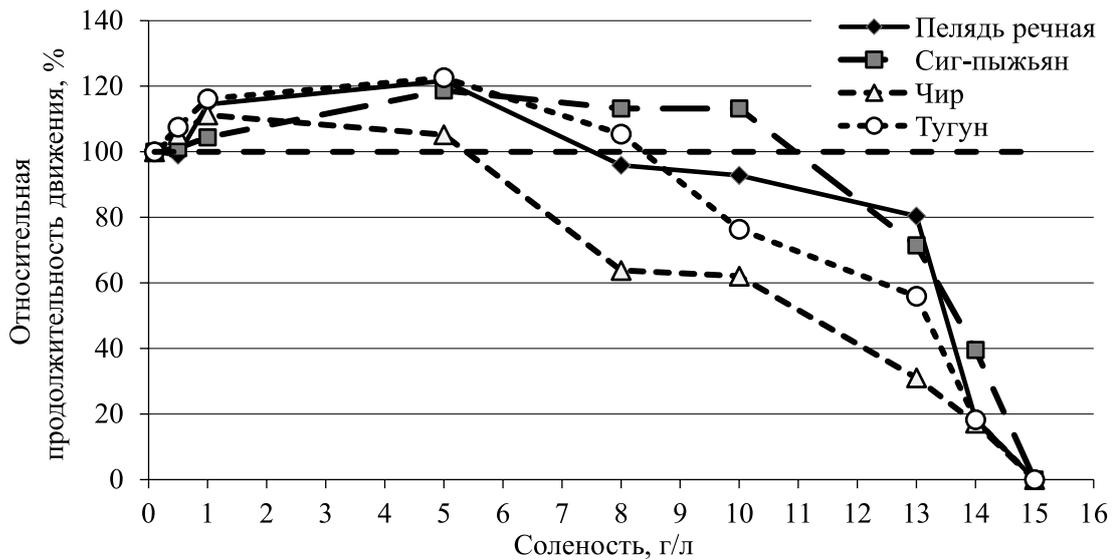


Рисунок 1 — Средняя относительная продолжительность поступательного движения сперматозоидов сиговых рыб в воде с различной соленостью при температуре $2,5 \pm 0,3$ °С. За уровень условной нормы (100 %, штриховая линия) принята продолжительность поступательного движения при концентрации соли 0,1 г/л

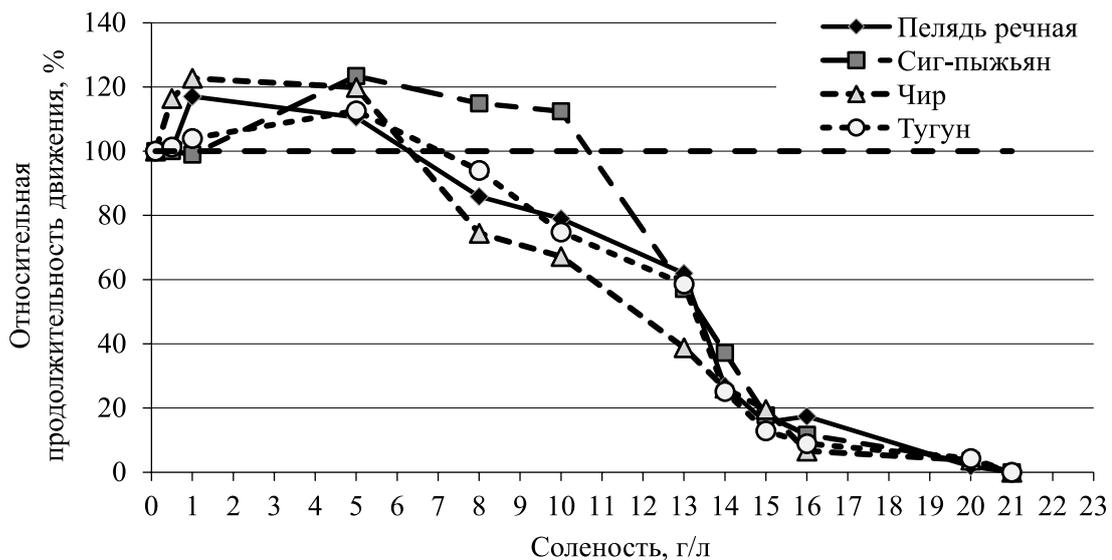


Рисунок 2 — Средняя относительная продолжительность общего движения сперматозоидов сиговых рыб в воде с различной соленостью при температуре $2,5 \pm 0,3$ °С. За уровень условной нормы (100 %, штриховая линия) принята продолжительность общего движения при концентрации соли 0,1 г/л

Увеличение солености воды в опытах свыше 5 г/л приводило к последовательному сокращению продолжительности движения сперматозоидов. Однако в диапазоне 5–10 г/л влияние повышения солености на двигательную активность сперматозоидов у исследованных видов отличалось. На рисунках 1 и 2 продолжительность движения сперматозоидов при переменной концентрации

соли представлена в виде отношения к «начальной» продолжительности, соответствующей условной норме минерализации 0,1 г/л. Такой подход позволяет более корректно провести сравнительный межвидовой анализ. По мере нарастания солености кривые продолжительности поступательного движения сперматозоидов после прохождения максимальных значений пересекают уровень

условной нормы (100 %) в такой последовательности: чир (около 5,5 г/л), пелядь и тугун (7,5–8,5 г/л), сиг-пыжьян (около 11 г/л) (см. рис. 1). Аналогичный анализ кривой общего движения сперматозоидов (см. рис. 2) дает схожую последовательность: чир и пелядь (около 6,5 г/л), тугун (7 г/л), сиг-пыжьян (около 11 г/л). Разница средних значений относительной продолжительности движения сперматозоидов чира и сига-пыжьяна при 8 и 10 г/л составила 41–51 %. Для поступательного движения эта разница статистически достоверна по критерию Стьюдента ($t_{\phi} = 4,68$; $P = 0,99$ для 8 г/л и $t_{\phi} = 3,56$; $P = 0,95$ для 10 г/л). В целом можно утверждать, что в диапазоне 5–10 г/л негативное влияние солёности на двигательную активность сперматозоидов чира проявляется в большей степени, чем у сига-пыжьяна. Пелядь и тугун занимают промежуточное положение. При повышении солёности свыше 13 г/л обсуждаемые видовые различия, за исключением пыжьяна, нивелируются. Сперматозоиды теряют способность к поступательному движению при мень-

шей солёности, чем к колебательному. Вне зависимости от видовой принадлежности поступательное движение сперматозоидов прекращается при 15 г/л, а колебательное — при 21 г/л. Следовательно, двигательная функция сперматозоидов сиговых реализуется в водной среде с солёностью до 20 г/л. Несмотря на отмеченные видовые особенности, зависимость продолжительности движения сперматозоидов от солёности воды при её нарастании имеет общий характер со сменой первоначально положительной взаимосвязи на отрицательную.

При использовании пресной и солоноватой воды (0,1–10 г/л) двигательная активность проявлялась фактически у 100 % сперматозоидов (рис. 3). Снижение доли активизирующихся сперматозоидов до 53–83 % регистрировали при увеличении солёности до 13 г/л. При солёности 20 г/л двигалось только от 1 до 3 % сперматозоидов. Перед завершением двигательной активности в воде с солёностью 8 г/л и выше наблюдали агглютинацию сперматозоидов.

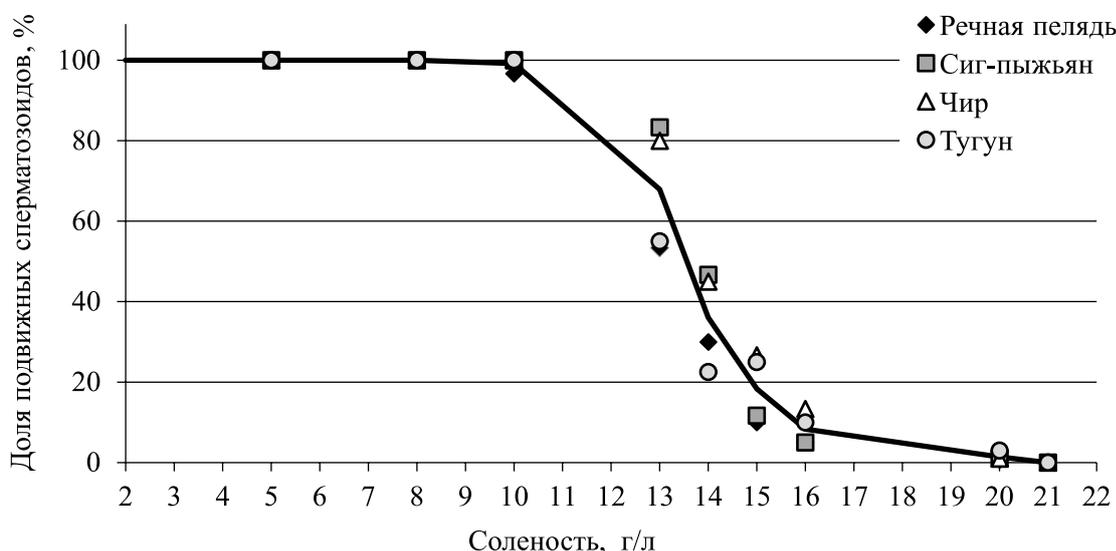


Рисунок 3 — Зависимость доли подвижных сперматозоидов речной пеляди, сига-пыжьяна, чира и тугуна от солёности воды. Линия проведена по средним значениям

Выраженной видовой специфики влияния солёности воды на способность яиц сиговых рыб к оплодотворению не обнаружено. Зависимость фертильности яиц от солёности имеет вид логистической кривой (рис. 4). Изменение солёности в диапазоне от 0,05 до

5 г/л не оказывало влияния на оплодотворяемость. Она была близка к максимальной — 93–97 %, при среднем значении у речной пеляди — 97 %, у озерной пеляди — 95 %, сига-пыжьяна — 96 %, чира — 93 %, муксуна — 95 %. При увеличении солёности до

10 г/л доля оплодотворенных икринок снижалась до 75–88 %. Дальнейшее увеличение солености приводило к снижению оплодотворяемости в среднем до 66 % при 15 г/л и до 16 % при 20 г/л. При указанных концентрациях соли сперматозоиды совершали только колебательные движения. Важно отметить, что в опытах со всеми исследуемыми видами

2,1–5,9 % икринок оплодотворялось при солености 25 г/л, превышающей верхний порог двигательной активности сперматозоидов на 5 г/л. Единичное оплодотворение (0,3–0,5 %), кроме опытов с икрой сига-пыжьяна, зарегистрировано даже при солености 30 г/л. При дальнейшем увеличении солености оплодотворенные икринки в опытах отсутствовали.

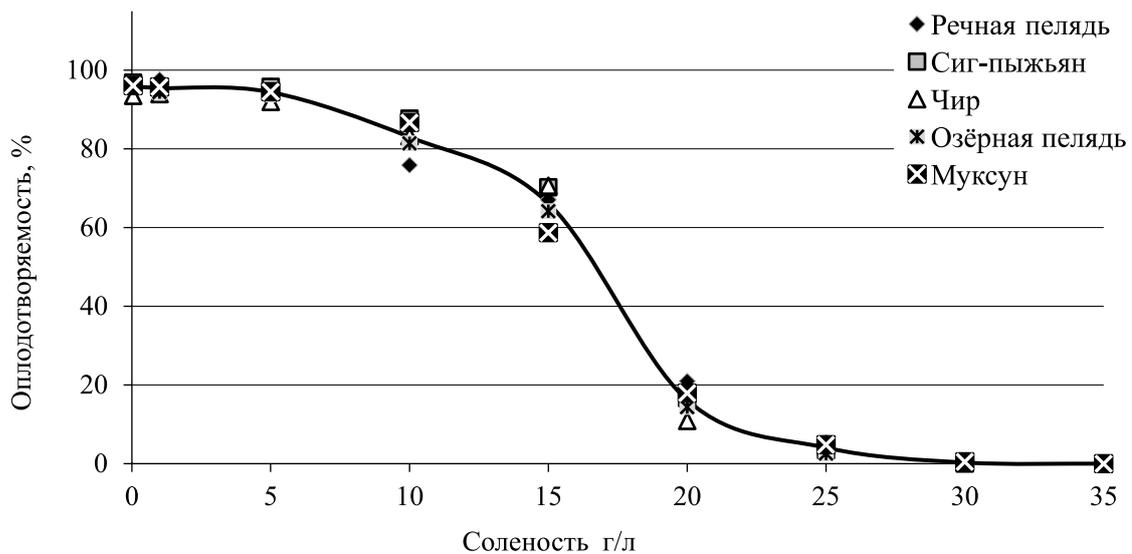


Рисунок 4 — Влияние солености на оплодотворяемость икры речной и озёрной пеляди, сига-пыжьяна, чира и муксуна.

Каждой точкой обозначен средний результат двух опытов в серии.

Линия соответствует средним значениям для исследованных сиговых рыб

Как показал корреляционный анализ, между оплодотворяемостью икры в диапазоне солености 0,1–35 г/л и изученными функциональными характеристиками двигательной активности сперматозоидов предсказуемо существует тесная взаимосвязь. Для поступательного движения эта связь ($r = 0,845–0,863$) достоверна при уровне значимости $P = 0,990$. Для общего движения и доли активированных сперматозоидов связь с оплодотворяемостью икры еще теснее ($r = 0,956–0,994$ при $P = 0,999$). Однако обсуждаемая зависимость, очевидно, не является абсолютной. Как известно, оплодотворяемость икры сиговых рыб достигает значений, близких к максимальным, за первый очень короткий временной интервал после контакта с активированной спермой — не более 10 с [9–11]. Как следует из результатов исследования, такая продолжительность поступа-

тельного движения соответствует солености воды не менее 14 г/л. Если бы оплодотворяемость икры определялась только подвижностью сперматозоидов, то следовало бы ожидать ее высокую стабильность в интервале 0,1–14 г/л. Однако в опытах заметное снижение оплодотворяемости пришлось на интервал солености 5–10 г/л. Очевидно, снижение оплодотворяемости в опытах при повышении солености свыше 5 г/л связано не только с падением двигательной активности сперматозоидов, но и с негативным воздействием изучаемого фактора на фертильность яиц непосредственно. Кроме того, на неабсолютный характер обсуждаемой взаимосвязи указывает регистрация оплодотворенных икринок в опытах при солености за пределами диапазона двигательной активности сперматозоидов [10]. Можно предположить, что в условиях высокой концентрации обездвиженных спер-

матозоидов в растворе единичное проникновение их через микропиле в яйцо происходит за счет броуновского движения. Активация сперматозоида, как запуск функции оплодотворения им яйцеклетки, вероятно, возможна без проявления его подвижности.

В целом описанный характер влияния солености воды на половые продукты сиговых и других пресноводных рыб сходен. Так, А. Ф. Турдаков [12] указывает, что продолжительность движения сперматозоидов пресноводных видов рыб, таких как плотва, сазан, вобла, лещ, осетр, иссык-кульская форель, в воде с соленостью 5–7 ‰ выше по сравнению с пресной водой. И. К. Воноков и Т. С. Танасийчук [13] также отмечают увеличение продолжительности периода движения сперматозоидов судака при повышении солености воды до 5 ‰. В. Л. Цуладзе [14] указывает на увеличение продолжительности движения сперматозоидов радужной форели в воде с соленостью 4–8 ‰. У иссык-кульской форели сперматозоиды способны приходить в непродолжительное движение при солености 28 ‰. Способность к оплодотворению у икры пресноводных видов рыб также снижается при увеличении солености воды свыше определенного «порогового» значения [12; 13; 15]. В частности, И. К. Воноков и Т. С. Танасийчук [13] указывают, что при 13 ‰ икра судака сохраняет способность к оплодотворению, однако активация спермиев уже не происходит. Оплодотворение икры радужной форели возможно в воде с соленостью до 8 ‰ [14].

В практике пресноводного рыбоводства известны рекомендации по использованию для активации половых продуктов слабоминерализованных растворов [14]. Внесение корректив в сложившуюся биотехнику получения оплодотворенной икры сиговых рыб в связи с обнаруженным положительным влиянием слабосоленоватых вод на двигательную активность сперматозоидов, на наш взгляд, нецелесообразно, так как выявленный эффект не оказывает существенного влияния на оплодотворяемость икры. Однако полученные результаты экспериментально обосновывают требования к допустимой минерализа-

ции воды озер при эксплуатации их для целей сиговодства, в том числе в качестве маточных водоемов. Кроме того, увеличение продолжительности движения сперматозоидов за счет коррекции минерализации воды может быть актуальным при использовании спермы после криоконсервации, после ее длительного хранения или при любых других биотехнических приемах, снижающих функциональные показатели гамет.

Выводы

1. Максимальная продолжительность двигательной активности сперматозоидов сиговых рыб отмечена в солоноватой воде при минерализации от 1 до 5 г/л.
2. Верхний предел солености, при котором происходит поступательное движение сперматозоидов сиговых рыб, равен 14 г/л.
3. Соленость воды до 10 г/л не влияет на долю активированных сперматозоидов.
4. При солености воды свыше 20 г/л двигательная активность сперматозоидов сиговых рыб не проявляется.
5. Соленость воды до 5 г/л не оказывает негативного воздействия на оплодотворяемость икры сиговых рыб.
6. Функция оплодотворения икры сиговых рыб может осуществляться сперматозоидами, совершающими только колебательные движения, в диапазоне солености 15–20 г/л при снижении средней оплодотворяемости до 16–66 %.
7. Единичное оплодотворение икры сиговых рыб может происходить при солености 25–30 г/л (до 5,9 ‰) за пределами диапазона двигательной активности сперматозоидов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галактионова Е. Л. Экспериментальное исследование воздействия солености и рН на развивающуюся икру и личинок пеляди // Биология промысловых рыб и беспозвоночных на ранних стадиях развития. Мурманск, 1974. С. 46–48.
2. Черняев Ж. А. Воспроизводство сиговых рыб. Эколого-морфологические особенности размножения и развития. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2017. 329 с.

3. De March B.G.E. Salinity tolerance of larval and juvenile broad whitefish (*Coregonus nasus*) // Canadian Journal of Zoology. 1989. Vol. 67. P. 2392–2397.
4. Albert A., Vetemaa M. & Saat T. Effects of salinity on the development of Peipsi Whitefish *Coregonus lavaretus maraenoides* Poljakow embryos // Annales Zoologici Fennici. 2004. Vol. 41. P. 85–88.
5. Rawson D.S., Moore J.S. The saline lakes of Saskatchewan // Canadian Journal of Research. 1944. Vol. 22 (6). P. 141–201.
6. Казаков Р. В. Определение качества половых продуктов самцов рыб (методические указания). Л.: ГосНИОРХ, 1978. 15 с.
7. Смешливая Н. В., Семенченко С. М. Влияние рН на продолжительность движения сперматозоидов и оплодотворяемость икры сиговых рыб Coregonidae // Вестн. рыбохозяйственной науки. 2018. Т. 5, № 4. С. 82–88.
8. Черняев Ж. А. Метод бокового микроскопирования с применением вертикальной камеры для прижизненного развития икры рыб // Исследования размножения и развития рыб. М.: Наука, 1981. С. 216–222.
9. Смешливая Н. В., Семенченко С. М. Влияние температуры на продолжительность движения сперматозоидов сиговых рыб Coregonidae Обь-Иртышского бассейна // Биология внутренних вод. 2016. № 2. С. 68–73.
10. Смешливая Н. В., Семенченко С. М. Динамика фертильности половых продуктов сиговых рыб (Coregonidae) после активации водой // Вестн. рыбохозяйственной науки. 2014. Т. 1, № 1. С. 67–72.
11. Смешливая Н. В. Эколого-физиологические аспекты репродуктивной функции сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Калинингр. гос. техн. ун-т. Калининград, 2015. 23 с.
12. Турдаков А. Ф. Воспроизводительная система самцов рыб. Фрунзе: Илим, 1972. 280 с.
13. Воноков И. К., Танасийчук В. С. Нерест судака в низовьях Волги // Доклады АН СССР. 1955. Т. 100, № 6. С. 1183–1186.
14. Цуладзе В. Л. Бассейновый метод выращивания лососевых рыб: на примере радужной форели. М.: Агропромиздат, 1990. 156 с.
15. Гинзбург А. С. Оплодотворение у рыб и проблема полиспермии. М.: Наука, 1968. 355 с.

INFLUENCE OF WATER SALINITY ON SPERM MOTION TIME AND FERTILIZABILITY OF WHITEFISH ROE (COREGONIDAE)

N. V. Smeshlivaia¹, S. M. Semenchko^{1,2}

¹Tyumen Branch of VNIRO ("Gosrybcenter"),
Tyumen, 625023, Russia

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Northern Trans-Ural State Agricultural University",
Tyumen, 625003, Russia

The effect of the concentration of water solution of sodium chloride (water salinity) on sperm motility and fertilization of whitefish in the Ob-Irtysh River Basin was studied experimentally. The material was semen from the river form of the Coregonus peled, the Siberian whitefish C. lavaretus pidschian, broad whitefish C. nasus, and tugun C. tugun. The effect of salinity on fertilization was studied on the roe of lake and river forms of peled, Siberian whitefish, broad whitefish, and muksun (C. muksun). With an increase in water salinity from 0.1 to 1-5 g/l, an increase in the duration of sperm motility by 11-23% was noted. With an increase in salinity over 5 g/l, sperm motility decreased consistently. In the salinity range of 5-10 g/l, the duration of broad whitefish sperm motion was 41-51% shorter than that of the Siberian whitefish; the pelad and tugun occupied an intermediate position. The progressive movement of sperm in all studied species stopped at the concentration of 15 g/l, oscillatory movement – at 21 g/l. The negative effect of salinity on the proportion of motile sperm began to appear at concentration above 10 g/l. The fertilization of the roe in the experiments was carried out in the water with different salt concentrations at the exposure of 5 min. The subsequent development of roe until

the assessment of fertilization was carried out in freshwater (0.1 g/l). The maximum fertilization rates were observed in the salinity range from 0.1 to 5 g/l. A further increase in salinity led to a consistent decrease in fertilization. Single fertilization of roe was found at the salinity of 25 and 30 g/l, despite the absence of sperm motility. In experiments with the salinity of 35 g/l, fertilization of roe did not occur. No species-specific effects of water salinity on the fertility of roe were found.

Keywords: Coregonidae; sperm; sperm motility; roe; salinity; fertilizability

REFERENCES

- Galaktionova E.L. [Experimental Studies of Salinity Impact and pH on Developing Roe and Larval Peled]. *Biologiya promyslovykh ryb i bespozvonochnykh na rannikh etapakh razvitiya*. Murmansk. 1974; 46-48. (In Russ.)
- Chernyaev Zh.A. [Reproduction of Whitefish: Ecological and Physiological Features of Breeding and Development]. KMK Scientific Press. Moscow. 2017; 329. (In Russ.)
- De March B.G.E. Salinity tolerance of larval and juvenile broad whitefish (*Coregonus nasus*). *Canadian Journal of Zoology*. 1989. Vol. 67. P. 2392-2397.
- Albert A., Vetemaa M. & Saat T. Effects of salinity on the development of Peipsi Whitefish *Coregonus lavaretus maraenoides* Poljakow embryos. *Annales Zoologici Fennici*. 2004. Vol. 41. P. 85-88.
- Rawson D.S., Moore J.S. The saline lakes of Saskatchewan. *Canadian Journal of Research*. 1944. Vol. 22 (6). P. 141-201.
- Kazakov R.V. [Quality Determination of Male Fish Sex Products (Instructional Guidelines)]. National Research Institute of Lake and River Fisheries. Leningrad. 1978; 15. (In Russ.)
- Smeshlivaia N.V., Semenchenko S.M. [Impact of pH on Sperm Motion Time and Fertilizability of Whitefish Roe Coregonidae]. *Bulletin of Fisheries Science*. Tyumen. 2018; 5(4): 82-88. (In Russ.)
- Chernyaev Zh.A. [Method of Lateral Microscopy Using Vertical Camera for the Intravital Study of Development of Fish Eggs]. *Studies of Reproduction and Development of Fish*. Nauka Publishers. Moscow. 1981; 216-222. (In Russ.)
- Smeshlivaia N.V., Semenchenko S.M. [Impact of Temperature on Sperm Motion Time of Whitefish Roe Coregonida of the Ob-Irtysh River Basin]. *Biologiya vnutrennikh vod*. 2016; 2: 68-73. (In Russ.)
- Smeshlivaia N.V., Semenchenko S.M. [Fertilizability Dynamics of Whitefish Roe (Coregonida) Sex Products after Water Activation]. *Bulletin of Fisheries Science*. Tyumen. 2014; 1(2): 67-72. (In Russ.)
- Smeshlivaia N.V. [Ecological and Physiological Aspects of Whitefish Roe Reproductive Function in the Ob-Irtysh River Basin]. Avtoref. Dis. Kand. Biol. Nauk. Kaliningrad State Technical University. Kaliningrad. 2015; 23. (In Russ.)
- Turdakov A.F. [Reproductive System of Male Fish]. Ilim Publishers. Frunze. 1972; 280. (In Russ.)
- Vonokov, I.K., Tanasiichuk, V.S. [Spawning of Zander in Lower Volga Region]. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*. 1955; 100 (6): 1183-1186. (In Russ.)
- Tsuladze V.L. [Basin Method of Breeding Salmonid Fish: by Means of Example of the Rainbow Trout]. *Agropromizdat*. Moscow. 1990; 156. (In Russ.)
- Ginzburg A. C. [Fertilization in Fishes and the Problem of Polyspermy]. Nauka Publishers. Moscow. 1968; 355. (In Russ.)

Об авторах

Смешливая Наталья Владимировна,
кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник
Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
(«Госрыбцентр»)
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-69-13; nvsmeshlivaya@gmail.com

About the authors

Smeshlivaia Natalia Vladimirovna,
Candidate of Biosciences,
Leading Researcher
Tyumen Branch of VNIRO ("Gosrybcenter")
33, Odesskaya Str., Tyumen, 625023
+7 (3452) 41-69-13; nvsmeshlivaya@gmail.com

Семенченко Сергей Михайлович,
кандидат биологических наук,
руководитель группы
Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
(«Госрыбцентр»)
625023, г. Тюмень, ул. Одесская, 33
(3452) 41-69-13; semsm07@yandex.ru

доцент кафедры
ФГБОУ ВО «Государственный аграрный универ-
ситет Северного Зауралья»
625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7

Semenchenko Sergei Mikhailovich,
Candidate of Biosciences,
Group Leader
Tyumen Branch of VNIRO ("Gosrybcenter")
33, Odesskaya Str., Tyumen, 625023
+7 (3452) 41-69-13; semsm07@yandex.ru

Assistant Professor
Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education "Northern Trans-Ural State
Agricultural University"
7, Respubliki Str., Tyumen, 625003