

**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.

Мещерякова А.И., Черняев Ж.А. Потребление кислорода икрой байкальского омуля в процессе эмбрионального развития // Вопросы ихтиологии. – 1963. – Т.3. – Вып.4(29). – С. 668-674.

Рубенян А. Р., Мурадян В. М., Рубенян Т. Г. Влияние интенсивности освещения на икру сига оз. Севан // Тез. IV Всесоюзн. совещания по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. – Вологда, 1990 – С. 63-64.

Русанов В.В., Зюсько А.Я., Липатова Т.В., Черняев Ж.А. Валёк (*Prosopium cylindraceum*) – новый объект рыбоводства // Современное состояние рыбоводства и перспективы его развития. Междун. научно-практическая конференция. – Екатеринбург, 2003. – С. 43-51.

Черняев Ж.А. Размножение и развитие байкальского озерного сига (*Coregonus lavaterus baicalensis*) в связи с вопросом его искусственного разведения // Вопросы ихтиологии. – 1973 – Т.13. – Вып.2 (79). – С. 259-274.

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

Черняев Ж.А. Воздействие светового фактора на эмбриональное развитие сиговых рыб // Известия АН, сер. Биология. – М.,1993 – С. 64-73.

Черняев Ж.А. Проблемы и перспективы работ по акклиматизации сиговых рыб в горных озерах // Результаты работ по акклиматизации водных организмов. – СПб: Госкомрыболовство РФ, 1995. – С. 107-112.

Черняев Ж.А. Эколого-физиологические особенности эмбриогенеза сиговых рыб (*Coregonidae*) как представителей «пагофильной» группы размножения // Тр. каф. зоол. позвоночных ИГУ. – 2004. –Т.2. – С. 132-147.

Черняев Ж.А. Факторы и возможные механизмы, вызывающие изменения темпов эмбрионального развития костистых рыб (на примере сиговых *Coregonidae*) // Вопросы ихтиологии. – 2007. – Т. 47. – №.4. – С. 475-485.

Черняев Ж.А. К вопросу совершенствования биотехники инкубации икры и повышения эффективности искусственного воспроизводства сиговых рыб // Состояние и проблемы искусственного воспроизводства рыбных запасов Байкальского региона, «Востсибрыбцентр». – Улан-Удэ, 2008 – С.97-100.

Черняев Ж.А., Довгий Т. Н. О воздействии световой радиации на развитие икры сиговых рыб // Вопросы рыбного хозяйства Восточной Сибири. – Иркутск, 1969. – С. 50-52.

Черняев Ж.А., Микулин А.Е., Арцатбанов В.Ю., Валюшок Д.С. Особенности пигментации икры сиговых рыб. – М.: Наука, 1988. – С. 152-159.

Черняев Ж.А., Пичугин М.Ю. Особенности раннего онтогенеза весенне-нерестующего баунтовского сига // Вопросы ихтиологии. – 1999. – Т.39. – № 1. – С. 78-88.

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИКРЫ СИГОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Шумилина А.К.

ФГНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства» (ФГНУ «ГосНИОРХ»)

Одним из критериев, используемых в исследованиях физиологического состояния и репродуктивных показателей самок рыб, как в естественных популяциях, так и искусственно созданных маточных стадах, является биохимический состав овулировавшей икры. И это не случайно, так как потребности развивающихся эмбрионов в период инкубации и после вылупления до момента перехода на экзогенное питание в значительной мере удовлетворяются за счет структурных и запасных веществ, сконцентрированных в ооцитах. Многочисленными исследованиями подтверждена зависимость оплодотворяемости икры и

выживаемости эмбрионов рыб от состава икры. Показана тесная связь химического состава икры и яичников с экологическими особенностями производителей, их физиологическим состоянием, возрастом, условиями нагула и содержания, составом и качеством корма.

С целью оценки качества производителей сиговых в маточных стадах, формируемых лабораторией аквакультуры и воспроизводства ФГНУ «ГосНИОРХ» в садках на оз. Суходольском (Ленинградская обл.), проводится ежегодный контроль состава овулировавшей икры: оводненность, содержание общего белка, липидов, золы, содержание витаминов С, А, Е и каротиноидов (в пересчете на сырое вещество по общепринятым методикам).

Систематические наблюдения за физиологическим состоянием производителей пеляди начаты в 1997 г. В 2000 г. возраста половозрелости достигли чир и муксун, в 2004 г. – волховский и ладожский озерный сизи. Использование единых норм содержания и кормления позволяет провести сравнение состава овулировавшей икры различных видов сигов (таблица 1).

Исследования показали, что суммарный запас питательных веществ в овулировавшей икре разных сигов находится примерно на одном уровне, доля сухого вещества в общей массе икры составляет 29,4-31,3%. Около 50% запасных веществ икры представлена белками, содержание которых достигает в среднем 15,0-16,5% сырого вещества. В большей степени варьирует уровень накопления жира – от 2,7 до 9,7%, в среднем 5,2-7,2%.

Схожесть общего состава икры различных видов сигов, выращиваемых в садках, обусловлена, по-видимому, тем что все производители получали корм одного состава. В последние годы это был корм Ройял фирмы «Реху-Райсио» с высоким содержанием витаминов и каротиноидов. Кормление рыбы проводили по одинаковым нормам, исходя из их средней массы. Однако на этом фоне прослеживаются некоторые видовые различия. Так, икра волховского сига характеризовалась самым низким содержанием сухого вещества (29,4%) и жира (5,2% сырой массы), при этом среднее содержание общего белка в сыром веществе составило 16,5%. Самый высокий уровень питательных веществ отмечен в икре чира: белок – 16,4%, жир – 7,2%, сухое вещество – 31,3%.

Таблица 1 – Химический состав икры сигов, выращиваемых в садках в 2004-2008 гг. (над чертой – колебания значений, под чертой – среднее за 5 лет)

Показатели	Виды				
	пелядь	чир	муксун	волховский сиг	ладожский озерный
Вода, %	<u>66,4-79,6</u> 69,5±0,3	<u>64,9-72,8</u> 68,7±0,6	<u>67,4-72,4</u> 69,7±0,4	<u>67,0-76,0</u> 70,6±0,6	<u>65,8-74,4</u> 70,0±0,8
Сухое вещество, %	<u>20,4-33,6</u> 30,5±0,3	<u>27,2-35,1</u> 31,3±0,6	<u>27,6-32,6</u> 30,3±0,4	<u>24,0-33,0</u> 29,4±0,6	<u>25,6-34,2</u> 30,0±0,8
Общий белок, %	<u>9,8-18,1</u> 15,4±0,2	<u>14,6-18,6</u> 16,4±0,3	<u>13,4-18,7</u> 15,6±0,4	<u>13,1-18,8</u> 16,5±0,4	<u>12,7-17,1</u> 15,0±0,4
Общий жир, %	<u>4,1-8,7</u> 6,4±0,1	<u>5,4-9,7</u> 7,2±0,3	<u>4,4-8,8</u> 6,8±0,3	<u>2,7-6,6</u> 5,2±0,2	<u>3,4-7,2</u> 6,2±0,3
Зола, %	<u>0,8-1,5</u> 1,2±0,02	<u>1,0-1,4</u> 1,2±0,03	<u>1,1-1,8</u> 1,2±0,05	<u>1,0-1,5</u> 1,2±0,03	<u>0,9-1,3</u> 1,1±0,04
Витамин С, мг%	<u>16,8-35,5</u> 24,9±0,5	<u>19,7-29,1</u> 24,1±0,7	<u>16,6-32,9</u> 23,9±1,2	<u>10,5-22,2</u> 15,9±0,7	<u>12,0-22,2</u> 19,2±1,0
Витамин А, мг%	<u>0-3,5</u> 0,5±0,1	<u>0,4-3,0</u> 1,3±0,4	<u>0,6-2,0</u> 1,3±0,2	<u>2,4-9,8</u> 5,3±0,5	<u>1,2-4,8</u> 3,2±0,4
Витамин Е, мг%	<u>26,4-58,3</u> 41,0±1,1	<u>25,2-47,5</u> 35,2±1,9	<u>24,3-40,8</u> 32,8±1,5	<u>15,0-39,2</u> 27,3±1,7	<u>11,2-30,5</u> 23,0±1,7
Каротиноиды, мкг/г	<u>0,6-6,6</u> 4,3±0,2	<u>1,7-7,6</u> 4,1±0,4	<u>2,2-5,7</u> 4,0±0,3	<u>1,6-9,9</u> 5,7±0,5	<u>2,0-9,3</u> 4,8±0,7

Гораздо значительнее оказались различия икры разных видов сига по уровню биологически активных веществ. Икра пеляди, чира и муксуна, представителей сибирского фаунистического комплекса, характеризовалась более высоким содержанием аскорбиновой кислоты (23,9-24,9 мг%) и α -токоферола (32,8-41,0 мг%) по сравнению с икрой сига, обитающих в Ладожском озере (15,9-19,2 и 23,0-27,3 мг%, соответственно). Концентрация витамина А и каротиноидов, напротив, значительно выше в икре ладожских сига: А – 3,2-5,3 мг%, каротиноиды – 4,8-5,7 мкг/г. Эти различия, по нашему мнению, связаны с особенностями размножения видов, в первую очередь, с температурой воды в период нереста и инкубации икры.

Нерест волховского сига в садках начинается в конце октября при снижении температуры воды до 6°C, примерно через неделю созревают производители ладожского озерного сига. В начале ноября при температуре воды 3-4°C в нерестовую кампанию вступают муксун и чир, пелядь нерестится в декабре при температуре воды ниже 2°C. Если сравнить уровень жирорастворимых витаминов в овулировавшей икре сига в порядке снижения нерестовой температуры (ладожские сиги – чир, муксун – пелядь), то прослеживается сопряженная тенденция к уменьшению витамина А и возрастанию витамина Е.

В настоящее время установлено, что витамины А и Е играют большую роль в организме рыб при адаптации к снижению температуры воды. Согласно литературным данным (цит. по Остроумовой, 2001), при низких температурах воды (5-6°C) витамин А, введенный в корм форели, расходуется в первую очередь на процессы жизнедеятельности рыб, а не на накопление в организме. Постепенное снижение температуры воды до 7°C сопровождается значительным падением витаминов А и Е в печени сеголеток карпа. У лососевых, по-видимому, в качестве температурного адаптогена выступает в основном витамин А, который откладывается в икре в форме предшественника – астаксантина.

У сига функцию температурного адаптогена выполняет преимущественно витамин Е. Он способствует оплодотворению яйцеклеток, обеспечивает проницаемость мембран. Молекулы токоферола стабилизируют клеточные мембраны, предохраняя их от разрушения, что особенно важно при развитии эмбриона в условиях низких температур. Для сравнения, концентрация токоферола в икре форели составляет в среднем 17 мг%, зато каротиноидов достигает 9,0-62,4 мкг/г (Тимошина и др., 1997).

Большое количество витамина А в икре волховского сига обусловлено другими важными функциями этого соединения – антиоксидантными. Ретинол препятствует процессу свободнорадикального окисления липидов, интенсивность которого зависит от температуры окружающей среды. Потребности эмбрионов рыб, развитие которых проходит при более высоких температурах воды, в витамине А значительно выше. Так, например, в икре невской корюшки, нерест которой начинается весной при градиенте температур от 3-4°C до 12°C, содержание ретинола составляет 8,7 мг% (Шумилина и др., 2009), а в икре форели, нерестящейся при низких температурах, – всего 0,2-1,04 мг% (Тимошина и др., 1997). Следует отметить, что витамин А в икре пеляди в норме отсутствует и появляется при Е-витаминной недостаточности или неудовлетворительных условиях нагула (Шумилина, 2005). Очевидно, что при снижении нерестовых температур антиоксидантная функция витамина А, входящего в состав ооцитов рыб и защищающего яйцеклетку в момент вымета в воду, ослабевает, что проявляется в уменьшении количества ретинола в овулировавшей икре. Потребности развивающихся эмбрионов в витамине А удовлетворяются за счет его предшественников – каротиноидов.

Уровень другого природного антиоксиданта – витамина С – в икре сига разных видов, выращиваемых в садках, обусловлен различной продолжительностью нагула. В оз. Суходольское температура воды летом превышает 18-20°C, сига при таких температурах не кормят. После периода голодания, длительность которого варьирует в зависимости от климатических условий, производители интенсивно питаются (осенний нагул). Однако примерно за месяц до нереста кормление маточных стад прекращают, имитируя

преднерестовый период, характерный для сигов в естественных водоемах. Ладожских сигов прекращают кормить в 20-х числах сентября, чира и муксуна – в начале октября, а пелядь – в середине октября. Таким образом, период осеннего нагула у производителей ладожских сигов самый короткий. Общее количество корма, а, следовательно, и сумма питательных веществ, которые они получают осенью меньше по сравнению с производителями других видов, что отражается на качестве икры.

Уменьшение количества питательных веществ, получаемых сигами после вынужденного голодания, обусловленное сокращением периода осеннего нагула, сопровождается ухудшением качества икры всех видов сигов, выращиваемых в садках. Так, в 2007 г. неблагоприятные для сигов температуры воды в оз. Суходольском отмечались с 10.07 по 31.08, в 2008 г. – с 15.07 по 5.08. Соответственно, период осеннего нагула производителей в 2008 г. оказался продолжительнее на 3 недели. Это положительно сказалось на физиологическом состоянии сигов и сопровождалось повышением уровня запасных веществ в продуцируемой ими икре (таблица 2).

Таблица 2 – Состав икры сигов в 2007 (над чертой) и 2008 г. (под чертой)

Показатели	Виды				
	пелядь	чир	муксун	волховский сиг	ладожский озерный
Вода, %	<u>71,0±1,0</u>	<u>71,1±0,9</u>	<u>71,0±0,6</u>	<u>74,8±0,6</u>	<u>73,1±1,0</u>
	69,3±0,8	67,0±0,4	68,1±0,1	70,6±0,9	68,2±1,2
Сухое вещество, %	<u>29,0±1,0</u>	<u>28,9±0,9</u>	<u>29,0±0,6</u>	<u>25,2±0,6</u>	<u>26,9±1,0</u>
	30,7±0,8	33,0±0,4	31,9±0,1	29,4±0,9	31,8±1,2
Общий белок, %	<u>16,2±1,1</u>	<u>15,5±0,6</u>	<u>14,5±0,7</u>	<u>13,9±0,7</u>	<u>13,4±0,5</u>
	17,5±0,6	17,0±0,3	15,7±0,4	17,0±0,6	15,5±0,9
Общий жир, %	<u>6,4±0,5</u>	<u>5,8±0,3</u>	<u>6,8±0,3</u>	<u>3,8±0,7</u>	<u>4,8±0,7</u>
	6,7±0,2	8,9±0,3	8,3±0,3	5,1±0,5	6,9±0,2
Зола, %	<u>1,2±0,04</u>	<u>1,2±0,07</u>	<u>1,2±0,05</u>	<u>1,2±0,08</u>	<u>0,9±0,04</u>
	1,3±0,03	1,3±0,02	1,2±0,02	1,2±0,02	1,3±0,03
Витамин С, мг%	<u>23,0±1,8</u>	<u>21,7±1,1</u>	<u>18,7±1,3</u>	<u>14,3±1,3</u>	<u>14,7±1,4</u>
	24,2±0,9	25,7±1,7	22,8±1,6	18,3±0,7	20,3±0,9
Витамин А, мг%	<u>0,5±0,1</u>	<u>1,5±0,2</u>	<u>1,5±0,1</u>	<u>3,7±0,5</u>	<u>2,5±0,9</u>
	0,03	1,6±0,2	1,6±0,2	6,7±0,9	4,1±0,8
Витамин Е, мг%	<u>41,4±2,5</u>	<u>28,1±2,3</u>	<u>27,1±2,1</u>	<u>22,5±2,3</u>	<u>17,3±3,1</u>
	45,3±3,2	40,7±1,8	35,3±2,9	33,3±2,1	23,3±1,8
Каротиноиды, мкг/г	<u>3,8±0,3</u>	<u>3,1±0,6</u>	<u>3,3±0,6</u>	<u>3,1±0,4</u>	<u>2,3±0,2</u>
	4,0±0,3	5,9±0,9	4,9±0,2	7,0±0,5	4,5±0,5

Изменения химического состава икры были наиболее значимы у сигов Ладожского озера. Уровень белка в икре этих видов повысился на 16-22%, жира – на 34-44%, витаминов С и Е – на 28-48%, витамина А и каротиноидов – почти в 2 раза по сравнению с 2007 г. Содержание питательных веществ в икре чира и муксуна повысилось в меньшей степени – в 1,1-1,5 раза, и только витамина Е и каротиноидов – в 1,3-1,9 раза. Икра пеляди также характеризовалась более высоким запасом сухого вещества, но в основном за счет белка, содержание жира, витаминов С и Е, каротиноидов почти не изменилось. Зато многократно снизилась концентрация витамина А, в икре большинства самок он отсутствовал, тогда как в 2007 г. достигал 0,5 мг%. Зависимость качества половых продуктов от продолжительности периода осеннего нагула установлена и у самцов сигов, выращиваемых в садках на оз. Суходольском (Якубец, 2009). Очевидно, что биотехника кормления и рецептуры кормов для ладожских сигов нуждаются в дальнейшем совершенствовании.

Содержание биологически активных веществ в овулировавшей икры сигов, выращиваемых в садках, зависит не только от количества получаемого корма, но, в первую

очередь, от рецептуры и сбалансированности искусственного корма – источника всех питательных веществ, необходимых для роста производителей и формирования ими половых продуктов. В 2000-2002 гг. для кормления производителей использовались корма собственного производства и «Аквалайф-22» фирмы «БиоМар» (Дания), содержавшие витамин Е в количестве 300 мг/кг и каротиноиды в количестве 15 мг/кг. С 2004 г. производители получают корма Ройял фирмы «Реху-Райсио» (Финляндия) с более высоким уровнем витаминов и каротиноидов.

Состав и калорийность кормов варьировали незначительно, поэтому общий состав икры пеляди, чира и муксуна в 2000-2002 и 2004-2008 гг. был практически одинаков (таблицы 1, 3). Однако уровень витамина Е и каротиноидов в икре сигов в 2000-2002 гг. был в 2-3 раза ниже, что свидетельствует о недостатке этих веществ в корме.

Таблица 3 – Химический состав икры сигов в 2000-2002 гг.

Показатели	Виды		
	пелядь	чир	муксун
Вода, %	70,4±0,4	70,1±0,6	70,9±0,5
Сухое вещество, %	29,6±0,4	30,0±0,6	29,1±0,5
Общий белок, %	15,3±0,3	16,1±0,3	15,8±0,3
Общий жир, %	6,6±0,2	6,8±0,3	6,5±0,2
Зола, %	1,3±0,03	1,2±0,02	1,1±0,03
Витамин С, мг%	20,5±0,6	22,3±1,1	22,1±1,4
Витамин А, мг%	0,2±0,04	1,1±0,2	0,9±0,14
Витамин Е, мг%	12,0±1,1	16,1±0,8	17,2±0,8
Каротиноиды, мкг/г	2,6±0,3	1,7±0,3	2,0±0,3

Анализ состава икры, продуцируемой самками сигов разного возраста, показал, что потребность в питательных и биологически активных веществах у производителей старших возрастов выше, так как с возрастом их плодовитость возрастает более чем в 3 раза. Кормление производителей всех возрастных групп кормом одинакового состава и калорийности приводит к снижению уровня запасных веществ в икре у самок старших возрастных (таблица 4).

Таблица 4 – Химический состав икры разновозрастной пеляди (2005 г.)

Показатели	Возраст				
	2+	3+	4+	5+ - 6+	7+
Вода, %	68,1±0,1	67,0±0,5	67,9±0,2	68,5±0,6	70,0±1,2
Сухое вещество, %	31,9±0,1	33,0±0,5	32,1±0,2	31,5±0,6	30,0±1,2
Общий белок, %	14,9±0,4	16,5±1,3	15,4±0,6	14,8±1,1	13,9±1,2
Общий жир, %	4,8±0,6	6,3±0,5	5,7±0,3	5,0±0,2	5,2±0,4
Зола, %	1,2±0,04	1,3±0,04	1,2±0,01	1,2±0,03	1,4±0,03
Витамин С, мг%	26,1±1,0	32,9±2,1	30,2±2,5	26,8±0,9	24,0±0,2
Витамин А, мг%	0,1±0,04	0,4±0,1	0,6±0,1	0,9±0,3	1,4±0,3
Витамин Е, мг%	47,3±0,6	45,7±3,3	36,3±1,9	30,8±2,8	27,7±0,5
Каротиноиды, мкг/г	2,9±0,8	5,4±0,5	2,9±0,9	2,2±0,3	1,0±0,3

Представленные материалы свидетельствуют, что биохимический состав овулировавшей икры сигов, выращиваемых в промышленных условиях, зависит от состава искусственных кормов, продолжительности кормления производителей осенью, возраста самок. Содержание и соотношение жирорастворимых витаминов и каротиноидов в икре сигов связано также с нерестовой температурой воды, специфичной для каждого вида. Характерной особенностью сигов является высокое содержание в икре витамина Е –

температурного адаптогена. Исследования состава икры сига выявили необходимость дальнейших исследований по оптимизации состава искусственных кормов для ладожских сига и производителей старших возрастов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб – СПб: изд-во ГосНИОРХ, 2001. – 372 с.

Тимошина Л.А., Мосейчук К.Б., Остроумова И.Н., Смирнова Л.В. Влияние каротиноидов на биохимические показатели производителей форели в период созревания гонад // Сб. научн. трудов ГосНИОРХ. – 1997. – Вып. 325. – С. 19-30.

Шумилина А.К. Физиологическая характеристика производителей пеляди, выращиваемых в индустриальных условиях, и их пищевые потребности // Сб. научн. трудов ГосНИОРХ. – 2005. – Вып. 333. – С. 60-114.

Шумилина А.К., Козьмина А.В., Якубец Т.Г. Физиолого-биохимическая характеристика производителей корюшки // Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных. – Саранск, 2009. – С. 162-164.

Якубец Т.Г. Роль температурного режима водоема в формировании спермы у сига, выращиваемых в индустриальных условиях // Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных. – Саранск, 2009. – С. 169-171.