

УДК 639.3.001.5+597.552.511

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЮВЕНИЛЬНОЙ КЕТЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ ИКРЫ РАЗНОГО РАЗМЕРА

Н. Н. Игнатов, Л. Л. Хованская

*Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, г. Магадан
E-mail: us@magniro.ru*

Приведены результаты сравнительного анализа основных морфофизиологических и гематологических показателей молоди кеты, полученной от производителей, имевших в гонадах мелкие ооциты, и молоди, являющейся потомством производителей, обладавших крупными ооцитами. У личинок и молоди из ооцитов разных размеров обнаружены отличия по размерно-весовым, гематологическим показателям и индексам внутренних органов. У молоди кеты, полученной от производителей, имевших крупные по размерам ооциты, длина и масса тела, содержание гемоглобина в крови и величина гематокрита достоверно выше, а индексы внутренних органов меньше по сравнению с кетой, полученной от производителей с мелкими по размерам ооцитами. Возможно, крупная молодь будет характеризоваться более высокой жизнестойкостью.

Ключевые слова: ооциты, молодь кеты, гематологические показатели, индексы внутренних органов, длина и масса тела.

Из литературных источников (Канидьев, 1984; Бушуев, 1994), а также многолетних наблюдений, проведенных на лососевых рыбозаводах (ЛРЗ) Магаданской области (Хованская, 1994, 2008), известно, что наибольшая элиминация тихоокеанских лососей происходит на самых ранних этапах развития – эмбриональном и личиночном. При этом смертность личинок зависит не только от условий питания, прессы хищников, влияния экологических и других факторов, но и от санитарного качества оплодотворенной икры и индивидуальной жизнеспособности самих личинок (Жукинский, 1986; Хованская, 2008). Как отметил И. П. Комаров (1981), размер икринок и жизнестойкость потомства находятся в тесной связи с доступностью, количеством и качеством пищи, потребляемой производителями в нагульный преднерестовый период, т. е. тогда, когда происходит интенсивное развитие и формирование их гонад.

Проведенные в 2003–2007 гг. исследования качественного состояния молоди лососей на ЛРЗ Магаданской области показали, что молодь при выпуске с одного и того же рыбозавода биологически неоднородна (Хованская и др., 2004; Хованская, 2008).

В ходе изучения изменчивости размеров ооцитов у различных видов тихоокеанских лососей было установлено, что у кеты она существенно выше, чем, к примеру, у горбуши, кижуча и нерки – 5,1% против 3,3–4,8% (Хованс-

кий, 2004). Кроме того, при выполнении в 2006–2007 гг. экспериментальных работ по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей (р. Кулькуть, зал. Одян, северное побережье Охотского моря) замечено, что у одних производителей крупные по размерам ооциты, а у других – мелкие. В связи с этим сделано предположение, что одной из причин возникновения биологической разнокачественности молоди может оказаться различие размеров ооцитов. Проблема оценки биологического статуса молоди становится еще более актуальной, так как отражает дальнейшую ее выживаемость, выражающуюся в различной устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды (Канидьев, 1984; Хованская, 2008).

Для выяснения причин возникновения биологической разнокачественности молоди кеты в 2006–2007 гг. поставили опыт и на его основе провели сравнительный анализ биологических показателей молоди кеты, произошедшей от производителей, обладавших мелкоразмерными ооцитами, и у той, что произошла от производителей, имевших более крупные ооциты.

МАТЕРИАЛИ МЕТОДИКА

Объектами исследований служили оплодотворенная икра кеты, полученная от производителей с мелкими и крупными ооцитами, а также молодь, которая была потомством этих производителей. Для эксперимента отобрали 15 самок с крупной и 15 самок с мелкой икрой. В

каждом варианте опыта было получено по 30–33 тыс. оплодотворенных кеты. Оплодотворенную икру кеты для проведения эксперимента собрали 6 октября 2006 г. на научно-экспериментальной базе ФГУП «МагаданНИРО» – НЭРБ «Кулькuty», расположенной в устьевой части р. Кулькuty, впадающей в зал. Одян (Тауйская губа Охотского моря). Инкубация икры на Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной базе ФГБУ «Охотск-рыбвод» (ОЭПАБ) осуществлялась в инкубаторах Аткинса расширенного типа.

Эксперимент для сравнительной оценки качественных показателей молоди кеты, полученной от икры разных размеров, проводили в течение 54 сут (со 2 мая по 26 июня 2007 г.) в условиях ОЭПАБ. Молодь 1-го варианта (из мелкой икры) отнесли к потомству производителей с мелкими ооцитами, 2-го (из крупной икры) – к потомству производителей, у которых ооциты были крупные. Для молоди обоих вариантов были созданы одинаковые условия содержания. 2 мая при поднятии личинок на плав их разместили в двух круговых пластиковых бассейнах ИЦА-2 с одинаковой плотностью посадки 1 тыс. шт./м².

На протяжении всего эксперимента ежедневно 2 раза в сутки измеряли температуру воды, которая в среднем составляла 0,4°C (в начале эксперимента) и 3,2°C (в конце эксперимента).

Изучение качественного состояния молоди проводили по комплексу показателей: размерно-весовому, гематологическому, морфофизиологическому и упитанности. При биологическом анализе у рыб измеряли длину тела по Смитту, массу целой рыбы, коэффициент упитанности – по Фультону, массу желтка (Правдин, 1966). Гематологическое обследование состояло из определения общего количества эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов в единице объема крови, гемоглобина, лейкоцитарной формулы (по соотношению различных форм лейкоцитов), величины гематокрита, интенсивности эритропоэза (по соотношению зрелых, молодых и юных форм эритроцитов) (Канидьеv, 1966, 1970; Глаголева, 1981; Иванова, 1983; Мусселиус и др., 1983; и др.).

Содержание общего гемоглобина в крови определяли с помощью фотоэлектрического гемоглобинометра «Минигем-523». Содержание гемоглобина в одном эритроците (СГЭ) определяли по формуле (Гительзон, Терсков, 1956):

$$\text{СГЭ} = \frac{\text{Гемоглобин, г/\%}}{\text{Число миллионов эритроцитов в } 1\text{ мм}^3} \times 10 \text{ мкмкг/эритроцит}$$

Количество эритроцитов оценивали пробирочным методом с помощью камеры Горяева

и иммерсионного микроскопа Д-11, используя лабораторный счетчик СЛ-1. Соотношение объема эритроцитов к общему объему крови (гематокрит) находили центрифугированием гепаринизированных капилляров с кровью в гематокритной микроцентрифуге МГ-6-02.

При морфофизиологическом обследовании рассчитывали индексы внутренних органов – сердца, печени, желудочно-кишечного тракта – по отношению массы органа к массе тела рыбы (Смирнов и др., 1972).

Для фиксации проб использовали 4%-ный раствор формалина.

В течение эксперимента обследовано 100 живых оплодотворенных икринок кеты, 561 экз. молоди, в том числе на гематологическое обследование – 361 экз.

Оценку достоверности различий качественных показателей икры и мальков определяли с помощью t-критерия Стьюдента (Рокицкий, 1961). Анализ данных проводили с помощью статистической программы EXCEL.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе обработки проб оплодотворенной икры 1-го и 2-го вариантов, отобранной через 1 сут со дня ее оплодотворения, между ними были обнаружены отличия. Средний диаметр мелкой оплодотворенной икры с высокой степенью достоверности отличался от крупной (табл. 1).

Перед выклевом оплодотворенную икру обоих вариантов разместили на стандартные рыбободные поддоны, уложенные на трубчатый субстрат в круговые бассейны, где проходили выклев свободных эмбрионов и выдерживание личинок. 2 мая после поднятия на плав до 50% молоди ее начали кормить. В это время средняя температура воды в бассейнах Ольской ЭПАБ была низкой для эффективного усвоения молодь гранулированных кормов и достигала всего 1,2°C. Поэтому кормление молоди осуществляли только многокомпонентной пастообразной смесью, состоящей из фарша лососей (70%), икры тресковых рыб (20%) и гранулированного рыбного корма производства Кореи (10%). Корм раскладывали на плавучие рыбободные столики по мере его поедаемости.

В ходе сопоставления качественных показателей уже вставшей на плав молоди кеты, полученной из икры разного диаметра (проба от 2 мая 2007 г.), было замечено, что изначально молодь из мелкой икры по своим размерно-весовым характеристикам и массе желтка уступала молоди, полученной из более крупной икры. Коэффициент упитанности кеты 1-го варианта имел тенденцию к уменьшению. При сравнении индексов внутренних органов у молоди обоих вариантов каких-либо достоверных от-

Таблица 1. Средний диаметр оплодотворенной икры кеты, заложенной на инкубацию (Ольская ЭПАБ, 6 октября 2006 г.), мм

Table 1. Mean diameter of impregnated chum salmon eggs, spawned for incubation, (Olskaya hatchery, October 6, 2006), mm

1-й вариант (мелкая икра)	2-й вариант (крупная икра)
<u>6,5±0,1</u> 6,0–6,8	<u>7,6±0,1***</u> 7,1–8,3

Примечание. здесь и далее отличия достоверны при: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$; над чертой – средняя и ошибка средней; под чертой – колебания признака.

личий обнаружено не было. Однако у молоди кеты 1-го варианта наблюдали тенденцию к увеличению индексов сердца и печени (табл. 2).

По окончании эксперимента (пробы от 26 июня) в ходе сравнения весовых показателей и упитанности, хотя и не были обнаружены отличия между этими показателями, но все же у 1-ого варианта они оказались ниже. Кроме того, средняя длина тела этой молоди, так же как и ранее в пробе от 2 мая, оставалась меньше, чем у молоди 2-го варианта – $38,0 \pm 0,2$ против $38,7 \pm 0,2$ мм (при $p < 0,05$) (см. табл. 2).

Кроме того, было замечено, что к завершению опыта у молоди, полученной из оплодотворенной икры крупных размеров, желточный мешок окончательно не резорбировался.

Это, видимо, связано с тем, что изначально у эмбрионов и личинок этого варианта относительная масса желтка была больше, чем у тех, которые были получены из мелкой икры.

При сравнении морфофизиологических индексов (пробы от 26 июня) наблюдали следующее. У молоди, которую вырастили из мелкой

икры, индексы сердца, печени и желудочно-кишечного тракта оказались выше, чем у молоди, полученной из крупной икры. Причем по первым двум показателям – сердцу и печени – отличия оказались достоверны (см. табл. 2).

Заключения о том, являются ли отличия индексов внутренних органов у молоди, вылупившейся из разнокачественной икры, физиологической нормой, и из какой икры молодь окажется более жизнестойкой, можно будет делать, исходя из дальнейших наблюдений и опытов, таких как оценка устойчивости молоди кеты к повышенной скорости течения и степени соленостной толерантности. Однако обнаружена общая закономерность – из более крупной икры особи развиваются более крупными по размерам тела и с большей массой желтка, и наоборот. Все это, вероятно, тесно связано с генетическими особенностями родителей.

В ходе сравнения гематологических показателей молоди кеты, выращенной из мелкой и крупной икры, выявлено следующее. Потомство из мелкой икры имело более высокие значения количества лейкоцитов и тромбоцитов в единице объема крови, чем молодь, выращенная из икры большего размера – 5,6 и 6,3 тыс. шт./мм³ против 3,6 и 3,2 тыс. шт./мм³ (отличия достоверны при $p < 0,001$) (табл. 3).

Увеличение количества лейкоцитов в крови молоди 1-го варианта, вероятно, произошло за счет роста относительного числа лимфоцитов в периферической крови, так как тенденция к увеличению наблюдалась у молоди именно этого варианта. Вышеизложенные результаты свидетельствуют, что молодь кеты 1-го варианта (из мелкой икры) была хорошего физиологического качества.

Таблица 2. Основные морфофизиологические показатели молоди кеты, полученной из мелкой и крупной оплодотворенной икры (Ольская ЭПАБ, 2007 г.)

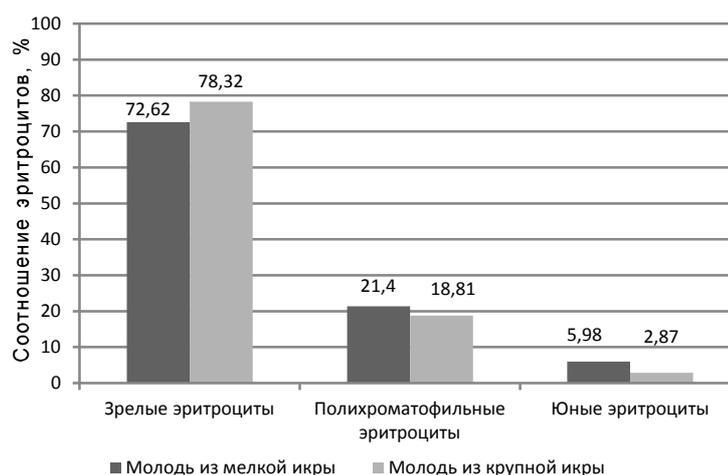
Table 2. Basic morphophysiological characteristics of chum salmon juveniles obtained from small and large impregnated eggs (Olskaya hatchery, 2007)

Показатель	Начало опыта, 2 мая		Окончание опыта, 26 июня	
	1-й вариант	2-й вариант	1-й вариант	2-й вариант
Масса тела, мг	<u>337±5</u> 280–401	<u>378±7***</u> 303–433	<u>466±11</u> <u>355–571</u>	<u>488±10</u> 303–660
Длина тела, мм	<u>35,2±0,2</u> 33,0–37,0	<u>36,0±0,3*</u> 33,0–39,0	<u>38,0±0,2</u> <u>35,0–40,0</u>	<u>38,7±0,2*</u> 35,0–43,0
Коэффициент упитанности по Фультону	<u>1,20±0,02</u> 0,92–1,35	<u>1,25±0,03</u> 1,02–1,54	<u>1,26±0,03</u> 1,06–1,59	<u>1,27±0,02</u> 0,92–1,68
Масса желтка, %	<u>4,16±0,36</u> 0–9,77	<u>9,95±1,43***</u> 0–26,05	0	<u>0,11±0,06</u> 0–3,11
Индекс сердца, %	<u>0,29±0,01</u> 0,14–0,47	<u>0,28±0,02</u> 0,12–0,46	<u>0,40±0,03***</u> 0,14–0,64	<u>0,29±0,01</u> 0,14–0,51
Индекс печени, %	<u>0,85±0,04</u> 0,55–1,37	<u>0,81±0,04</u> 0,45–1,34	<u>1,60±0,08**</u> 0,82–2,34	<u>1,41±0,04</u> 0,75–2,27
Индекс ЖКТ, %	<u>5,73±0,19</u> 3,58–8,33	<u>5,87±0,52</u> 1,73–11,26	<u>7,13±0,42</u> 2,61–11,69	<u>6,79±0,19</u> 4,21–10,42

У молоди 2-го варианта (из крупной икры) обнаружено увеличение как общего содержания гемоглобина, так и гемоглобина в одном эритроците, по сравнению с молодью 1-го варианта. Однако, как было отмечено, уровень гемоглобина в крови молоди обоих вариантов все же оказался невысоким и находился в пределах 62,4–69,2 г/л. По всей видимости, это результат того, что в начале эксперимента инкубация икры 1-го и 2-го вариантов проходила неблагоприятно из-за ее низкого санитарного качества. Как следствие, этот фактор негативно отразился на развитии эмбрионов и при дальнейшем развитии – на физиологическом состоянии личинок и мальков.

Кроме того, величина гематокрита у молоди 2-го варианта существенно превышала таковую у молоди 1-го варианта – 45,9% против 38,2% ($p < 0,001$). Вероятно, этот показатель мог вырасти вследствие увеличения размеров эритроцитов, но не по другим причинам. Мы не обнаружили существенного увеличения общего количества эритроцитов в крови, а также не выявили удельного веса более крупных по размерам молодых и юных клеток эритроидного ряда, т. е. тех факторов, которые могли бы в комплексе повлиять на рост показателя.

При подробном анализе характера эритропоэза обнаружено, что в периферической крови молоди кеты 2-го варианта наблюдалась тенденция к снижению его интенсивности. Из данных, приведенных на рисунке, видно, что отно-



Характеристика эритропоэза у молоди кеты, полученной из икры мелких и крупных размеров

Characteristics of erythropoiesis of chum salmon juveniles obtained from small and large eggs

сительное число молодых и юных эритроцитов у молоди кеты 2-го варианта было несколько меньше, чем у молоди 1-го варианта.

Полученные результаты по содержанию гемоглобина в крови, величине гематокрита и интенсивности эритропоэза свидетельствуют, что молодь более крупных размеров оказалась физиологически более зрелой, чем молодь 1-го варианта. Молодь 2-го варианта, как и молодь 1-го, оказалась хорошего физиологического качества.

Таким образом, можно заключить, что выявленные гематологические показатели у молоди кеты, произошедшей от производителей, имевших как мелкие, так и крупные ооциты, характерны для каждого из этих потомств. У мел-

Таблица 3. Основные гематологические показатели молоди кеты, полученной в эксперименте из мелкой и крупной оплодотворенной икры (Ольская ЭПАБ, 26 июня 2007 г.)

Table 3. Basic hematological characteristics of chum salmon juveniles obtained experimentally from small and large impregnated eggs (Olskaya hatchery, June 26, 2007)

Показатель	1-й вариант (из мелкой икры)	2-й вариант (из крупной икры)
Кол-во эритроцитов, млн шт./мм ³ крови	0,898±0,017	0,913±0,064
Кол-во лейкоцитов, тыс. шт./мм ³ крови	6,97±0,45***	4,76±0,24
Общее кол-во тромбоцитов, тыс. шт./мм ³	7,91±0,44***	4,19±0,14
Гемоглобин, г/л	62,4±1,6	69,2±2,4*
Содержание гемоглобина в одном эритроците (СГЭ), мкмкг	69,5	75,8
Гематокрит, %	38,2±2,1	45,9±1,7**
Соотношение лейкоцитов (лейкоформула), %		
Лимфоциты	82,05±6,23	73,07±2,14
Полиморфноядерные лейкоциты	15,95±5,79	25,89±2,65
Моноциты	2,00±0,70	1,04±1,04
Соотношение эритроцитов (эритропоэз), %		
Зрелые	72,62±3,69	78,32±2,71
Полихроматофильные (молодые эритроциты)	21,40±1,49	18,81±2,32
Юные (базофильные и эритробласты)	5,98±2,49	2,87±0,50

ких особей увеличенное количество лейкоцитов и тромбоцитов в крови. У крупных – наблюдаются рост как общего гемоглобина, так и гемоглобина в одном эритроците, а также повышение величины гематокрита. Периферическая кровь крупной молоди кеты отличается от крови мелкой молоди меньшей интенсивностью эритропоэза.

В целом, молодь кеты, произошедшая от производителей с крупными по размерам ооцитами, является физиологически более зрелой, чем молодь от производителей с мелкими ооцитами. Возможно, эта молодь будет обладать повышенной жизнестойкостью к неблагоприятным факторам среды.

ЛИТЕРАТУРА

- Бушуев В. П. Руководство по культивированию кеты. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 1994. – 143 с.
- Гительзон И. И., Терсков И. А. О способе выражения гемоглобина в эритроците // Лабораторное дело. – 1956. – № 6. – С. 6–10.
- Глаголева Т. П. Инструкция по гематологическому контролю за искусственно выращиваемой молодь лососевых рыб. – Рига : БалтНИИРХ, 1981. – 38 с.
- Жукинский В. Н. Влияние абиотических факторов на разнокачественность и жизнеспособность рыб в раннем онтогенезе. – М. : Агрпроимиздат, 1986. – 248 с.
- Иванова Н. Т. Атлас клеток крови рыб. – М. : Легкая и пищ. пром-сть, 1983. – 184 с.
- Канидьева А. Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. – М. : Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – 216 с.
- Канидьева А. Н. Методы качественной оценки молоди рыб по составу крови (на примере осенней кеты) : сб. науч.-исслед. работ по прудовому рыбодовству. – 1970. – № 5. – С. 236–268.
- Канидьева А. Н. Отличительные признаки клеток периферической крови молоди кеты : сб. науч.-техн. информации Всесоюз. НИИ морск. рыб. хоз-ва и океанографии. – 1966. – Вып. 6. – С. 24–30.
- Комаров И. П. Динамика белково-липидных характеристик производителей радужной форели на полноценных пастообразных кормах в процессе гаметогенеза : сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1981. – Вып. 176. – С. 82.
- Мусселиус В. А., Ванятинский В. Ф., Вихман А. А. и др. Лабораторный практикум по болезням рыб. – М. : Легкая и пищ. пром-сть, 1983. – 296 с.
- Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М. : Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
- Рокицкий П. Ф. Основы вариационной статистики для биологов. – Минск, 1961. – 223 с.
- Смирнов В. С., Божко А. М., Рыжков Л. П., Добринская Л. А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб // Тр. СевНИОРХ. – 1972. – Т. 7. – С. 1–186.
- Хованская Л. Л., Игнатов Н. Н., Рябуха Е. А., Сафроненков Б. П. Биолого-физиологическая характеристика молоди кеты природного и искусственного происхождения на водоемах и рыбоводных заводах Магаданской области // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря : сб. науч. тр. МагаданНИРО. – 2004. – Вып. 2. – С. 343–358.
- Хованская Л. Л. Инкубация икры лососевых рыб в условиях рыбоводных заводов Северо-Востока России : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1994. – Вып. 308. – С. 101–119.
- Хованская Л. Л. Научные основы лососеводства в Магаданской области. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2008. – 168 с.
- Хованский И. Е. Эколого-физиологические и биотехнологические факторы эффективности лососеводства. – Хабаровск : Кн. изд-во, 2004. – 417 с.

Поступила в редакцию 24.02.2012 г.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE JUVENILE CHUM SALMON, OBTAINED FROM VARIOUS-SIZE EGGS

N. N. Ignatov, L. L. Khovanskaya

The results of the comparative analysis of the main morphophysiological and hematological characteristics of the juvenile chum salmon descended from spawners with small oocytes in the gonads, and juveniles being descendants of spawners with large oocytes are presented. Differences regarding size-weight, hematological characteristics, and viscera indices of the larvae and juveniles descended from fishes with different size oocytes were detected. The body length and weight, the concentration of hemoglobin and hematocrit in the blood of juvenile chum salmon descended from spawners with large oocytes are significantly higher. But the viscera indices are lower in comparison with those juveniles, which descended from spawners with small oocytes. Probably, large juveniles would be characterized by higher vital capacity.

Key words: oocytes, the juvenile chum salmon, hematological characteristics, viscera indices, The body length and weight.