

**ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА  
КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA* В БАССЕЙНЕ  
Р. НАЙБА (О. САХАЛИН)**

© 2021 г. М.Ю. Стеколыщикова, О.А. Барковская, Ю.А. Батюк

*Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), Южно-Сахалинск, 693023  
E-mail: m.stekolshikova@sakhniro.ru*

Поступила в редакцию 23.08.2021 г.

На основе идентификации отолитных меток кеты генераций 2009–2014 гг. (всего исследовано 1621 экз.) для лососевых рыбоводных заводов р. Найба (юго-восточный Сахалин) рассчитаны коэффициенты возврата. Установлены значительные различия в эффективности «найбинских» ЛРЗ: средний коэффициент возврата кеты ЛРЗ «Залом» составил 1,59%, ЛРЗ «Березняковский» — 0,84%, ЛРЗ «Соколовский» — 0,48%. Показано, что величина коэффициента возврата была теснее связана со сроками выпуска молоди, чем с массой ее тела и водоёмом происхождения родительских особей. Сделан вывод о наличии резервов для роста вылова заводской кеты на Сахалине при условии оптимизации сроков выпуска искусственной молоди.

*Ключевые слова:* о. Сахалин, искусственное воспроизводство, кета, отолитное маркирование, коэффициент возврата, сроки выпуска.

**ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время, когда тенденция сокращения естественных запасов тихоокеанских лососей становится все более очевидной, обеспечение устойчивого развития рыбохозяйственного комплекса Сахалино-Курильского региона тесно связано с уровнем производства продукции аквакультуры.

Сегодня в Сахалинской области действует 62 лососевых рыбоводных завода (ЛРЗ) и 5 питомников. В 2020 г. выпуск молоди достиг исторического максимума (1093,7 млн экз.). Основным объектом разведения является кета *Oncorhynchus keta*, доля которой в общем объёме выпускаемой рыбоводными предприятиями молоди составляет более 75%.

Большинство ЛРЗ расположено на юге о. Сахалин и на о. Итуруп. Возможности дальнейшего наращивания объёмов выпуска молоди в водные объекты этих районов в значительной мере ограничены приёмной ёмкостью прибрежной акватории и решением о запрете строительства ЛРЗ в бассейнах ряда рек с целью сохранения генофонда диких лососей. В этой связи значительный интерес вызывает вопрос о наличии резервов повышения эффективности лососеводства. Учитывая, что дебит, температурные режимы водоисточников и уровень технического оснащения современных рыбоводных заводов позволяют содержать кету в зоне экологического оптимума, а использование сбалансированных кормов — получать

молодь с высокими качественными характеристиками, речь идет не столько о совершенствовании биотехнологии, сколько о выборе стратегии выращивания и выпуска молоди.

Многие исследователи отмечают влияние массы молоди на время её пребывания в прибрежье и на дальнейшую выживаемость (Леванидов, 1964; Parker, 1962; Ricker, 1966; Канидьеv, 1984). Выполненный на основании литературных данных В.С. Леманом и В.В. Чебановой (2002) расчет показал, что прирост массы тела молоди кеты в пределах от 0,5 до 1,5 г на каждые 0,1 г может дать увеличение коэффициента возврата в среднем на 0,2%. О необходимости синхронизации выпуска молоди с температурными условиями и динамикой кормового зоопланктона в прибрежье известно с начала 1960-х гг. (Фроленко, 1965; Канидьеv, 1967). Позднее, В.В. Карпенко (1998) отмечал, что в годы раннего ската молоди горбуши с нерестилищ рек Карагинского залива, когда его сроки не совпадали со сроками массового развития зоопланктона, наблюдалась высокая элиминация молоди горбуши на стадии раннего морского нагула. Существуют и данные о том, что задержка выпуска в пределах 1–2 недель может привести к уменьшению возврата в 2 раза (Morley et al, 1996).

Однако установление причинно-следственных связей между мерами по повышению эффективности деятельности ЛРЗ и коэффициентом возврата лососей методологически весьма сложная задача, так как решающее влияние на формирование численности поколений лососей оказывают условия её нагула в прибрежье. При этом действие факторов среды маскирует или компенсирует возможные «ошибки» рыбоводов.

Способствовать решению означенной задачи может исследование эффективности разведения кеты на ЛРЗ «За-

лом», «Соколовский» и «Березняковский», расположенных на притоках р. Найба (юго-восточный Сахалин) на расстоянии, соответственно, 32, 56 и 76 км от устья.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве показателя эффективности разведения кеты используется коэффициент возврата (КВ), рассчитанный как отношение численности возврата поколения к количеству выпущенной молоди.

В результате деятельности «найбинских» ЛРЗ создано промышленное стадо кеты, интенсивно облавливаемое в прибрежье юго-восточного Сахалина и в нижнем течении р. Найба. В 2009–2015 гг. средний суммарный объём выпуска молоди с «найбинских» ЛРЗ составлял 54,4 млн экз., что в дальнейшем обеспечило возвраты от 261,9 до 912,1 тыс. экз. Возрастной состав производителей кеты представлен рыбами 3–6 лет.

С 2009 г. молодь кеты, выпускаемую с ЛРЗ «Залом», «Соколовский» и «Березняковский», метят методом отолитного маркирования, при этом каждому заводу присваивается отдельная метка (Akinicheva, Volobuev, 2010, 2011; Akinicheva et al., 2012, 2013, 2014, 2015). Это позволяет идентифицировать рыб по происхождению в возврате.

В основу представляемой статьи положены результаты исследования микроструктуры отолитов 1621 экз. половозрелой кеты из уловов в нижнем течении р. Найба и примыкающем к устью участке прибрежья.

Для подготовки отолитов к анализу микроструктуры использовали стандартные методики, применяемые в отолитометрических исследованиях, принятых в системе рыбохозяйственных институтов (Secor et al., 1991).

Численность возврата кеты для каждого рыбоводного завода рассчитана в соответствии с долей рыб с метками этого ЛРЗ в вылове. Вычисление долей маркированных рыб в вылове выполнили на основе линейных трендов или, при их отсутствии, как среднеарифметическое.

Оценки численности возврата «найбинской» кеты имеют относительный характер, так как выполнены без учета количества рыб, выловленных севернее и южнее означенного участка. Однако мы считаем, что значения коэффициентов возврата в район р. Найба отражают динамику и разницу в выживаемости кеты трех «найбинских» ЛРЗ. Основанием для такого вывода являются результаты анализа встречаемости маркированной кеты в водах восточного Сахалина в 2016, 2019 гг., когда район исследований включал участок побережья от р. Фирсовка до м. Анива. Было установлено, что в эти годы, во-первых, более 90% рыб «найбинского» стада было выловлено в прибрежье в районе базовой реки и в реке, а во-вторых, соотношение численности кеты с метками ЛРЗ «Березняковский» и «Соколовский» в вылове других районов соотносимо.

Расчёт численности и коэффициентов возврата кеты поколений 2014,

2015 гг. выполнен для возрастных групп 2+, 3+, 4+.

Возраст рыб определяли по меткам на отолитах (ежегодно ЛРЗ присваивался новый код метки).

Информация о перевозках икры кеты и сроках выпуска, а также размерно-весовые характеристики молоди кеты предоставлены Сахалинским филиалом ФГБУ «Главрыбвод».

Данные о температуре поверхности воды в прибрежье получены с помощью спутниковой станции TeraScan.

Статистический анализ выполняли при помощи пакета «Анализ данных» в Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В динамике индексов выживаемости кеты всех трёх «найбинских» ЛРЗ в морской период прослеживается общая закономерность (рис. 1), что свидетельствует об определяющем влиянии природных факторов на становление численности поколений 2009–2014 гг. Вместе с тем выживаемость кеты разного происхождения отличалась. Коэффициенты возврата кеты, выпущенной с ЛРЗ «Залом» изменялись от 0,75 до 5,00%, с ЛРЗ «Березняковский» — от 0,41 до 2,04%, с ЛРЗ «Соколовский» — от 0,03 до 1,52% (поколение 2013 г. не вернулось).

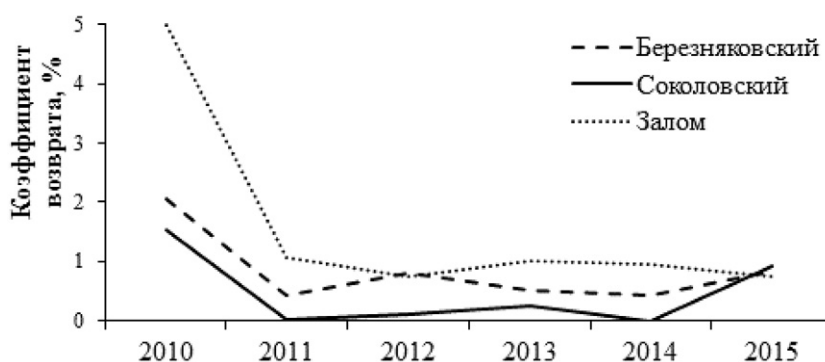


Рис. 1. Динамика выживаемости кеты ЛРЗ «Березняковский», «Соколовский» и «Залом», выпущенной в 2010–2015 гг.

Анализ возрастной структуры поколений кеты «найбинских» стад показал, что кета ЛРЗ «Березняковский» и «Залом» возвращалась преимущественно в возрасте 2+–4+ лет. В подходах доминировали четырёхлетние особи. Доля пятилеток в возвратах незначительно превышала долю трёхлеток, а особи в возрасте 5+ лет встречались в уловах лишь дважды (табл. 1). Три поколения кеты Соколовского ЛРЗ вернулись двумя возрастными группами: трёх- и четырёхлетками — генерации 2011, 2012 гг. и в возрасте 3+, 4+ — генерация 2014 г.

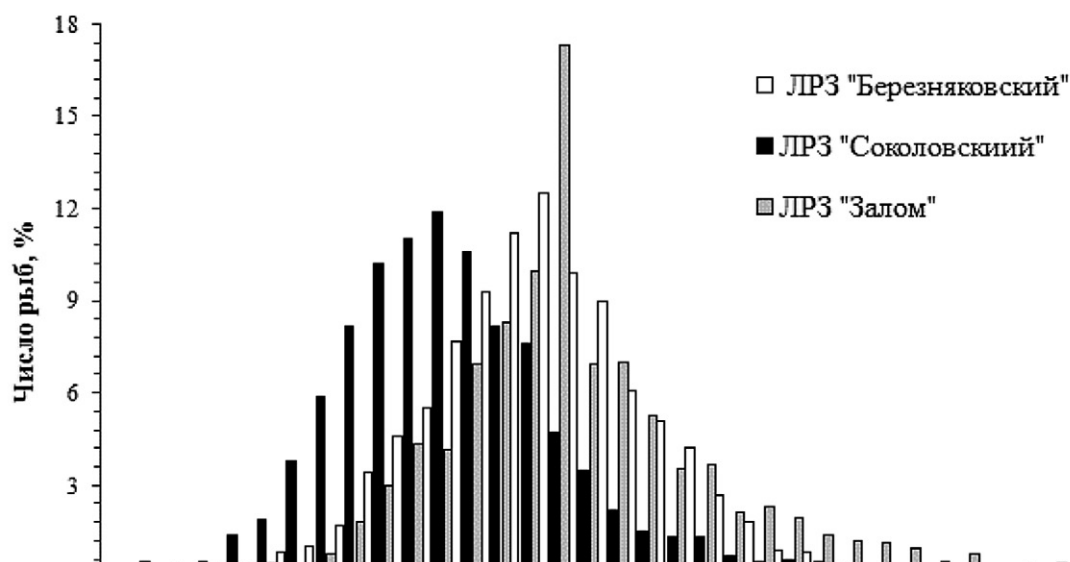
Средний возраст созревания исследуемых генеративных линий кеты Березняковского ЛРЗ составил 3,1 года ( $CV = 11,3\%$ ). Кета ЛРЗ «Залом» созревала в среднем за 3,0 года ( $CV = 27,4\%$ ). Средний возраст созревания кеты ЛРЗ «Соколовский» составил 2,9 года (от 3,3 для поколения 2013 г. до 2,4 для поколения 2011 г.,  $CV = 32,9\%$ ). Столь существенная разница в выживаемости и темпе созревания кеты «найбинских» ЛРЗ позволяет предположить, что её причины кроются, прежде всего, в организации рыбоводного процесса, и является основанием для проведения углублённого анализа деятельности рыбоводных заводов.

В исследуемый период производственные мощности ЛРЗ «Березняковский», «Соколовский» осваивались, в том числе, за счет перевозок икры кеты с других рыбоводных заводов Сахалинской области (рис. 2). Тогда как закладка икры кеты на ЛРЗ «Залом» осуществлялась от производителей, зашедших в базовую реку завода. Известно, что в силу адаптации нативных популяций лососей к конкретным экологическим условиям отдельных рек, которая, во многих случаях, является генетически закрепленной, перевозки икры и молоди из одних водоёмов в другие являются малоэффективными (Хованский, 2006). Именно поэтому факт того, что часть рыбоводной продукции, выпущенной с ЛРЗ «Березняковский» и «Соколовский», имела не местное происхождение, рассматривался нами как наиболее очевидная причина сравнительно низкой эффективности этих рыбоводных заводов.

Сравнительно высокая выживаемость кеты ЛРЗ «Залом», а также наличие корреляционной связи средней степени выраженности между долей нативной молоди в выпусках и коэффициентами возврата кеты, как в случае ЛРЗ «Березняковский» ( $r = 0,56$ ;  $n = 6$ ;  $p < 0,05$ ), так и ЛРЗ «Соколовский»

**Таблица 1.** Темп полового созревания кеты ЛРЗ р. Найба поколений 2009–2014 гг., %

Год выпуска	ЛРЗ «Березняковский»				ЛРЗ «Соколовский»				ЛРЗ «Залом»			
	2+	3+	4+	5+	2+	3+	4+	5+	2+	3+	4+	5+
2010	13,4	57,5	26,4	2,7	17,1	63,0	19,9	0	15,0	67,6	17,4	0
2011	8,8	65,9	25,3	0	61,7	38,3	0	0	11,1	74,0	14,9	0
2012	14,9	71,0	14,1	0	5,5	94,5	0	0	14,8	80,2	5,0	0
2013	12,9	69,2	17,9	0	0	74,8	25,2	0	0	48,5	49,3	2,2
2014	31,7	47,8	20,5	0	поколение не вернулось				17,6	75,7	6,7	0
2015	1,0	86,4	12,6	н/д	1,4	90,4	8,2	н/д	31,5	63,1	5,4	н/д
Среднее	13,8	66,3	19,5	0,5	17,1	72,2	10,7	0	15,0	68,1	16,5	0,4



**Рис. 2.** Происхождение молоди кеты, выпущенной с ЛРЗ «Березняковский» и «Соколовский» в 2010–2015 гг.

( $r = 0,61$ ;  $n = 6$ ;  $p < 0,05$ ), подтверждает зависимость величины возврата от происхождения молоди. Отсутствие статистической достоверности в данном случае вероятнее всего связано с малым объемом выборки.

Вместе с тем, несмотря на то, что в выпусках ЛРЗ «Соколовский» доля нативной молоди кеты в среднем в 1,7 раза превышала аналогичный показатель для ЛРЗ «Березняковский», коэффициенты возврата «соколовской» кеты были в 2,0 раза ниже. В связи с этим логично предположить, что в случае ЛРЗ «Соколовский», численность возвратов кеты жестко лимитировалась еще одним или несколькими факторами, не действующими, или влияющими в меньшей степени на кету двух других «наибинских» ЛРЗ.

Среди рыбоводных мероприятий, направленных на увеличение эффективности лососеводства, в первую очередь следует отметить повышение жизнестойкости выпускаемой молоди и корректировку сроков выпуска в соответствии с наступлением благоприятных условий в прибрежье (Parker, 1962; Леванидов, 1964; Ricker, 1966; Канидьев, 1984).

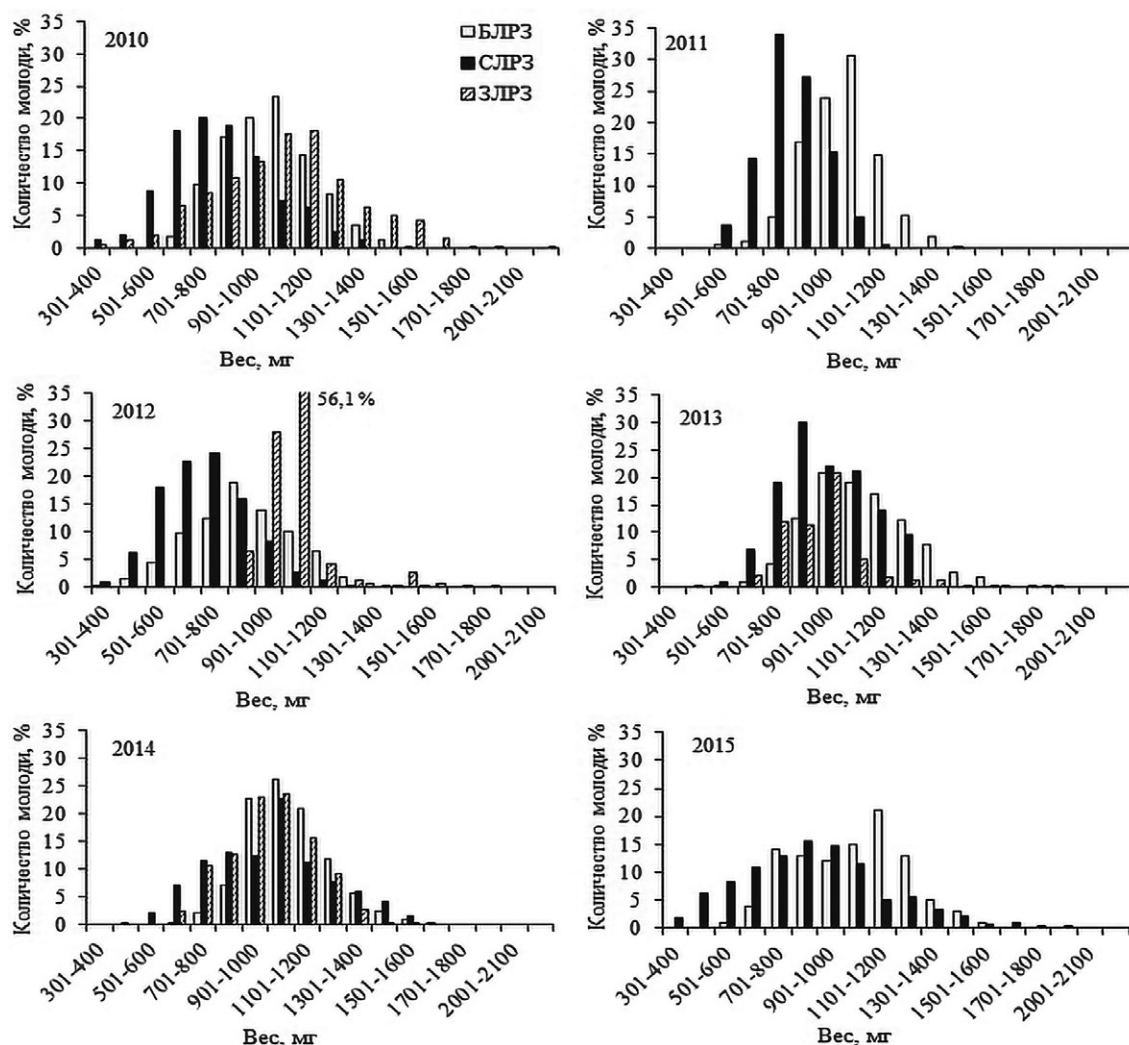
Определяющими критериями качества молоди являются размерно-весовые показатели и физиологическая полноценность. Молодь кеты, подращиваемая на ЛРЗ «Соколовский», характеризовалась сравнительно низкими темпами роста и, как следствие, наименьшими средними значениями (табл. 2, рис. 3).

Причина тому, на наш взгляд, носит субъективный характер и является следствием низких суточных рационов кормления. Такой тактики кормления молоди кеты на заводе придерживаются в течение многих лет. Однако результаты исследований физиологических, гематологических и биохимических показателей молоди кеты ЛРЗ «Березняковский», «Соколовский», проведенных в 2001–2007 гг. (Грозеску, 2005; Сергеев, 2007), показали, что физиологическое состояние молоди находилось в пределах нормы.

Корреляционных связей между величиной возврата и средней массой молоди, а также между количеством молоди разных весовых групп в выпуске (до 700 мг и свыше 900 мг) не выявлено. Отчасти это можно объяснить искажением смысла связи под влиянием других

**Таблица 2.** Средние значения длины (АС, мм) и массы (Р, мг) молоди кеты, выпущенной с ЛРЗ р. Найба в 2010–2015 гг.

Год выпуска	ЛРЗ «Березняковский»		ЛРЗ «Соколовский»		ЛРЗ «Залом»	
	АС, мм	Р, мг	АС, мм	Р, мг	АС, мм	Р, мг
2010	49,2	1011,1	47,4	819,3	50,9	1078,1
2011	49,9	1001,0	48,6	803,4	54,3	1244,8
2012	51,3	1016,1	47,5	814,2	52,4	1095,7
2013	50,7	1025,0	46,7	895,7	50,6	1034,4
2014	54,6	1084,7	47,6	817,4	50,7	1004,9
2015	49,8	1035,3	50,1	881,0	51,6	1030,0
среднее	50,9	1028,9	48,0	838,5	51,8	1081,3



**Рис. 3.** Весовые группы молоди кеты, выпущенной с ЛРЗ «Березняковский», «Соколовский» и «Залом» в 2010–2015 гг.

факторов, но мы не склонны считать, что сравнительно низкие размерно-весовые показатели молоди являются основной причиной повышенной смертности кеты ЛРЗ «Соколовский».

Как показано в серии публикаций, комфортная для молоди тихоокеанских лососей температурная зона составляет 7–12 °С (Карпенко 1983, 1994; Чупахин, Каев, 1980; Irie, 1990; Шубин и др., 1996; Волобуев, Марченко, 2011). Прогрев прибрежных вод выше 14 °С стимулирует миграцию молоди в более холодные мористые зоны (Карпенко, 1998; Шубин, 1996; Атаманова, 2015). Однако в пределах указанного диапазона представители разных видов отличаются избирательностью по отношению к верхней границе температурного оптимума. Согласно данным А.Н. Старовойтова (2003), кета первого морского года жизни в период нагула предпочитает воды, температура которых не превышает 10,8 °С. В работе Л.И. Изергина (2020) упоминается, что во время нагула в лагунах материкового побережья северной части Охотского моря молодь кеты избегает участков, где температура превышает 10,5 °С.

Выпуск молоди с каждого из «найбинских» рыбозаводов осуществляли в разные сроки, но во всех случаях на момент начала выпуска температура прибрежных вод превышала 6 °С (рис. 4). Первой, в третьей декаде мая, начинали выпускать молодь с ЛРЗ «Залом». Как правило, выпуск продолжался в течение двух недель. Кету Березняковского ЛРЗ выпускали с первой декады июня, в отдельные годы — с третьей декады мая до первой декады июля, кету Соколовского ЛРЗ — не ранее второй декады июня до конца июля. Известно, что для кеты характерны две стратегии ската: часть молоди скатывается вскоре после выхода из грунта, другая задерживается в реке на несколько недель (Гри-

ценко, 2002; Павлов и др., 2010, 2015). Литературные данные свидетельствуют о том, что миграционное поведение заводской кеты сходно с таковым у диких покатинов (Канидьева, 1967; Vams, 1970; Kaeriyama, 1997; Леман, Чебанова, 2002). Если обратиться к графикам, приведенным на рисунке 4, можно заключить, что часть молоди, возможно, весьма значительная, выпущенная преимущественно с ЛРЗ «Соколовский», выходила в море в период, когда температура в прибрежье превышала толерантный диапазон.

Примечательно, что корреляционный анализ показал наличие отрицательной связи средней степени выраженности ( $r = -0,54$ ;  $n = 12$ ;  $p > 0,05$ ) между количеством молоди, выпущенной с ЛРЗ «Березняковский», «Соколовский» после 25 июня, и коэффициентами возврата. Мы считаем, что в условиях многофакторного воздействия внешней среды на становление численности поколений лососей, полученный результат косвенно свидетельствует о том, что в июле на акватории, примыкающей к устью р. Найба, складываются условия, способствующие повышенной смертности молоди.

Комплексного изучения условий среды на акватории раннего морского нагула «найбинской» кеты в период проведения исследования не проводили. Однако гидробиологические наблюдения, выполненные в прибрежных водах юго-восточного Сахалина на траверсе рек Найба, Долинка в 1989, 2019 гг. соответственно, позволяют утверждать, что кормовая база молоди лососей в прибрежье юго-восточного Сахалина избыточна и заметно превышает совокупный рацион рыб-планктофагов (Иванков, 1999; Лабай и др., 2020).

Ещё одним фактором, который может лимитировать численность молоди лососей, является её выедание хищны-

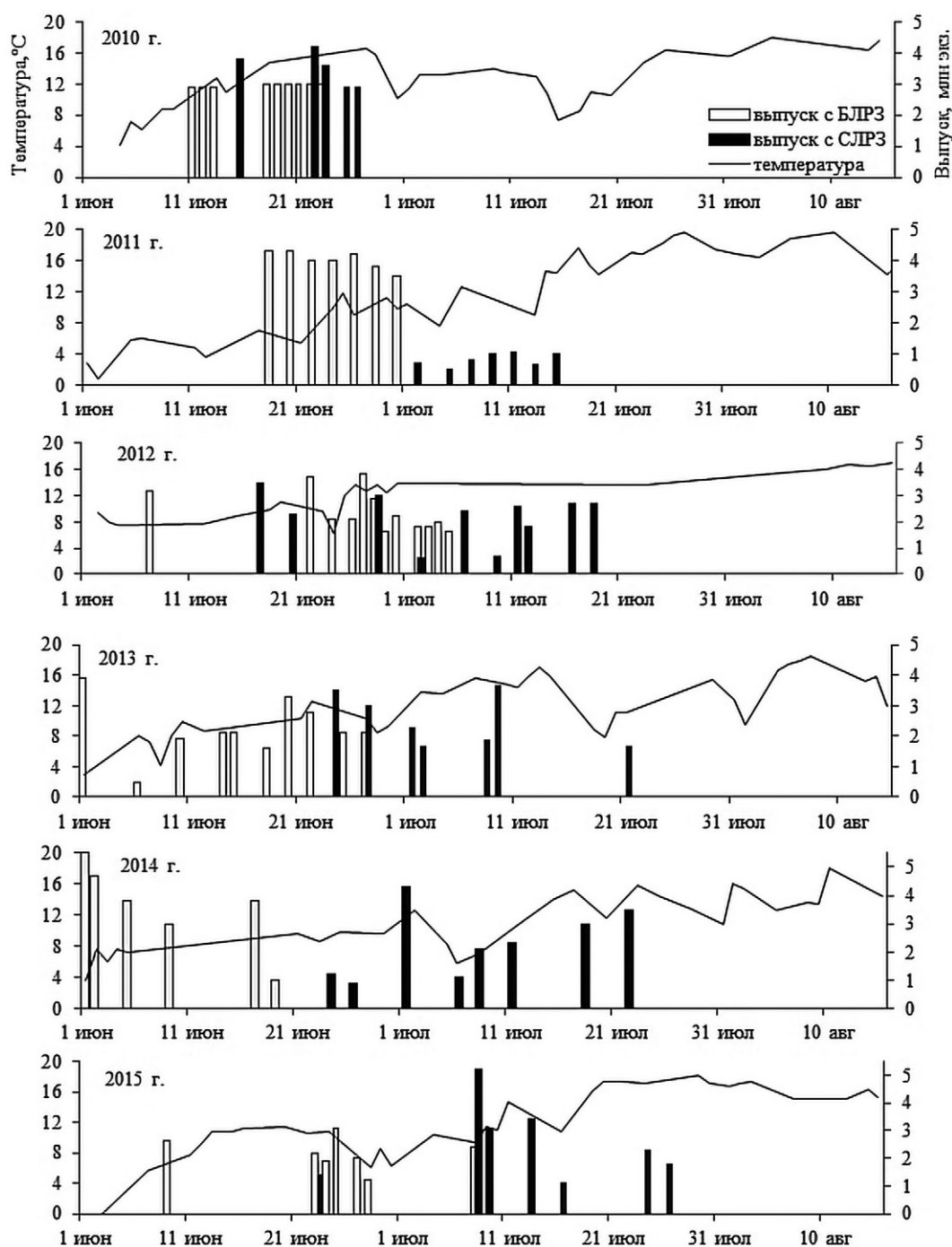


Рис. 4. Температура воды в прибрежье в районе р. Найба в период выпуска и выхода в море молоди кеты с ЛРЗ «Березняковский» и «Соколовский» в 2010–2015 гг.

ми рыбами. Основными потребителями молоди лососей являются кунджа *Salvelinus leucomaenis*, крупночешуйная краснопёрка *Tribolodon hakonensis*, навага *Eleginus gracilis*, азиатская зубастая корюшка (Шершневу, 1971; Хоревин и др., 1981; Карпенко, 1998; Иванков, 1999).

Несмотря на то, что указанные виды рыб отмечаются в реках и прибрежье на протяжении всего весенне-летнего сезона, в отдельные годы максимальных показателей численности и биомассы достигают именно в июле (Лабай и др., 2020).



Однако наиболее убедительным объяснением причины низких коэффициентов возврата кеты ЛРЗ «Соколовский» нам представляется высокая гибель молоди вследствие физиологических нарушений в организме из-за перехода в воду морской солености в условиях повышенных температур. Среди покатников тихоокеанских лососей, в том числе кеты, присутствуют как смолты, так и пресмолты, завершение процесса смолтификации для которых происходит уже после выхода в море (Варнавский, 1990). Более того, существует мнение, что оптимизация процесса осморегуляции невозможна до тех пор, пока молодь полностью не перейдет в морскую среду (Ведемейер и др., 1981). В период смолтификации у рыб развивается система компенсаторных реакций, сопровождающаяся перестройкой адаптационных механизмов организма, определяемая рядом авторов как стресс (Wedemeyer, McLeay, 1981; Iwata et. al., 1990; Мартемьянов, 2000). Наличие дополнительных стресс-факторов, в нашем случае температурного, может индуцировать в организме патологические процессы, приводящие в конечном итоге к гибели организма (Изергин, 2020). Подтверждением нашему априорному предположению может отчасти служить пример нарушения механизмов осморегуляторной адаптации у сеголеток горбуши искусственного происхождения, проходящей на границе термотолерантного диапазона, детально описанный в монографии С.В. Варнавского (1990).

Учитывая, что в отдельные годы до 40% молоди кеты с ЛРЗ юго-восточного Сахалина выпускается в июле, проведение исследования адаптивных возможностей сеголетков кеты в период их нахождения в прибрежье представляет большой практический интерес.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Первые результаты дифференцированной оценки возврата «найбинской» кеты показали, что заводы, расположенные в бассейне р. Найба, работают с разной эффективностью. Так, каждый миллион молоди, выпущенной в 2010–2015 гг. с ЛРЗ «Залом» в дальнейшем обеспечил возврат в среднем 16,0 тыс. особей, с ЛРЗ «Березняковский» — 8,4 тыс. экз., с ЛРЗ «Соколовский» — 4,1 тыс. экз.

Анализ корреляционных связей между величиной возврата и такими параметрами как доля нативной молоди в выпусках, масса и сроки выпуска молоди показал, что столь значимые отличия в выживаемости лишь отчасти объясняются тем, что часть рыболовной продукции, выращенной на ЛРЗ «Березняковский» и «Соколовский», на стадии икры была перевезена с других рыболовных заводов, а молодь с ЛРЗ «Залом» имела местное происхождение. Низкая выживаемость кеты Соколовского ЛРЗ, в первую очередь, определяется сроками выпуска. В то время как основной объём молоди с ЛРЗ «Залом» и «Березняковский» выпускают в июне, на ЛРЗ «Соколовский» сроки выпуска по большей части смещены на июль, когда в прибрежье, по-видимому, складываются условия, способствующие повышенной смертности молоди.

Наиболее вероятной причиной гибели молоди представляется снижение способности к солёностной адаптации в условиях повышенных температур. Несмотря на то, что данная гипотеза требует подтверждения, проведённое исследование выявило наличие резерва и намечает пути повышения эффективности ЛРЗ.

## Благодарности

Авторы благодарят Д.М. Ложкина — специалиста лаборатории океано-

графии Сахалинского филиала ФГБНУ «ВНИРО» — за предоставление данных по температуре воды в прибрежной зоне, примыкающей к р. Найба; М.С. Мякишева — начальника отдела по воспроизводству водных биологических ресурсов Сахалинского филиала ФГБУ «Главрыбвод» — за предоставление данных о перевозках икры, сроках выпуска и размерно-весовой характеристике молоди кеты, выращиваемой на Березняковском и Соколовском ЛРЗ; С.В. Сидорову — начальника отдела аквакультуры Сахалино-Курильского территориального управления Федерального агентства по рыболовству — за предоставление данных о сроках выпуска и размерно-весовой характеристике молоди кеты, выращиваемой на ЛРЗ «Залом».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атаманова И.А.* Сезонная динамика прибрежного зоопланктона в восточной части зал. Анива // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Тр. «СахНИРО». 2020. Т. 16. С. 131–150.
- Варнавский В.С.* Смолтификация лососевых. Владивосток: ИБМ ДВО АН СССР, 1990. 180 с.
- Ведемейер Г.А., Мейер Ф.П., Смит Л.* Стресс и болезни рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 128 с.
- Волобуев В.В., Марченко С.Л.* Тихоокеанские лососи континентального побережья Охотского моря. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2011. 303 с.
- Гриценко О.Ф.* Проходные рыбы острова Сахалин. М.: ВНИРО, 2002. 247 с.
- Грозеску Ю.Н.* Оценка физиологического состояния молоди кеты, выращенной на лососевых рыбоводных заводах о. Сахалин // Вестник Астраханского Государственно-го технического университета. 2005. Т. 3 (26). С. 145–151.
- Иванков В.Н., Андреева В.В., Тяпкина Н.В. и др.* Биология и кормовая база тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни. Владивосток: ДВГУ, 1999. 260 с.
- Изергин Л.И.* Биологические показатели, особенности распределения и морфологическая картина крови молоди кеты (*Oncorhynchus keta*, 1792) в условиях смены типа эстуария (на примере р. Ола, Тауйская губа Охотского моря): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский, 2020. 24 с.
- Канидьев А.Н.* Факторы, определяющие величину смертности и возможность повышения жизнеспособности заводской молоди кеты в пресноводный период жизни: Автореф. дис. канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО, 1967. 20 с.
- Канидьев А.Н.* Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. 215 с.
- Карпенко В.И.* Влияние факторов среды на формирование качественных показателей молоди дальневосточных лососей рода *Oncorhynchus* (Salmonidae) в прикамчатских водах Берингова моря // Вопр. ихтиологии. 1983. Т. 23, Вып. 5. С. 813–820.
- Карпенко В.И.* Методические аспекты оценки смертности камчатской горбуши в ранний морской период жизни // Изв. ТИНРО. 1994. Т. 116. С. 152–162.
- Карпенко В.И.* Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. М.: ВНИРО, 1998. 165 с.
- Лабай В.С., Заварзин Д.С., Заварзина Н.К., Костюченко К.М. и др.* Питание некоторых массовых видов рыб в прибрежье юго-восточного Сахалина у впадения р. Долинка // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях. Тр. «СахНИРО». 2020. Т. 16. С. 186–215.
- Леванидов В.Я.* О зависимости между размерами мальков амурской осенней кеты

(*Oncorhynchus keta* infrasp. *autumnalis* Berg) и ее выживаемостью // *Вопр. ихтиологии*. 1964. Т. 4. Вып. 4. С. 658–663.

Леман В.Н., Чебанова В.В. Возможности повышения эффективности искусственного разведения кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) и экология заводской молоди в бассейне реки Большая (западная Камчатка) // *Тр. ВНИРО*. 2002. Т. 141. С. 215–228.

Мартемьянов В.И. Стресс у рыб: защитные и повреждающие процессы // *Биология внутренних вод*. 2002. № 4. С. 3–13.

Павлов Д.С., Кириллова Е.А., Кирилов П.И. Покатная миграция молоди лососевых рыб в р. Утхолок и ее притоках (северо-западная Камчатка). Сообщение 1. Покатная миграция молоди первого года жизни // *Изв. ТИНРО*. 2010. Т. 163. С. 3–44.

Павлов Д.С., Кириллова Е.А., Кирилов П.И., Невздолий В.К. Покатная миграция, поведение и распределение молоди рыб в низовьях реки Озерной (юго-западная Камчатка) // *Изв. РАН. Серия биологическая*. 2015. Т. 1. С. 52–62.

Сергеенко Т.М. Морфофизиологическая характеристика молоди кеты (*Oncorhynchus keta* Walbaum) при ее воспроизводстве на лососевых рыбозаводах Сахалина: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Южно-Сахалинск, 2007. 25 с.

Старовойтов А.Н. Кета (*Oncorhynchus keta* (Walbaum)) в дальневосточных морях биологическая характеристика вида. 1. Сезонное распределение и миграции кеты в дальневосточных морях и открытых водах северо-западной Пацифики // *Изв. ТИНРО*. 2003. Т. 132. С. 43–81.

Фроленко Л.А. Питание и кормовая база молоди кеты и горбуши в реках и прибрежных участках юго-восточной части Татарского пролива // *Изв. ТИНРО*. 1965. Т. 59. С. 160–172.

Хованский И.Е. Эколого-физиологические и биотехнологические факторы эффективности лососеводства (на примере искусственного разведения тихоокеанских лососей на северном побережье Охотского

моря): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Хабаровск, 2006. 47с.

Хоревин Л.Д., Руднев В.А., Шершнев А.П. Выедание хищными рыбами молоди горбуши *Oncorhynchus gorbusha* (Walbaum) в период ската из небольшой нерестовой реки о. Сахалин // *Вопр. ихтиол*. 1981. Т. 21. Вып. 6. С. 1016–1022.

Чупахин В.М., Каев А.М. Распределение и некоторые черты биологии молоди горбуши и кеты в прибрежье острова Итуруп // *Изв. ТИНРО*. 1980. Т. 104. С. 116–121.

Шершнев А.П. Биология молоди кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) в прибрежных водах юго-восточной части Татарского пролива: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 1971. 20 с.

Шубин А.О., Федотова Н.А., Сенченко И.А. Распределение, кормовая база и питание молоди горбуши в прибрежье юго-востока Сахалина // *Рыбохоз. исслед. в Сах.-Курил. р-не и сопред. акваториях: Сб. науч. тр. СахНИРО*. 1996. Т. 1. С. 21–33.

Akinicheva E.G., Volobuev V.V. Marked salmon production by the hatcheries of Russia in 2010 // *NPAFC Doc*. 2010. № 1273. 6 p.

Akinicheva E.G., Volobuev V.V., Fomin E.A. Marked salmon production by the hatcheries of Russia in 2011 // *NPAFC Doc*. 2011. № 1340. 5 p.

Akinicheva E.G., Volobuev V.V., Fomin E.A. Marked salmon production by the hatcheries of Russia in 2012 // *NPAFC Doc*. 2012. № 1400. 6 p.

Akinicheva E.G., Volobuev V.V., Fomin E.A. Marked Salmon Production by the Hatcheries of Russia in 2013 // *NPAFC Doc*. 2013. № 1489. 7 p.

Akinicheva E.G., Volobuev V.V., Fomin E.A. Marked Salmon Production by the Hatcheries of Russia in 2014 // *NPAFC Doc*. 2014. № 1553 (Rev.1). 7 p.

Akinicheva E.G., Batiuk J.A., Volobuev V.V., Fomin E.A. Proposed Otolith Marks for Brood Year 2015 Salmon in Russia // *NPAFC Doc*. 2015. № 1566. 5 p.

Bams R.A. Evaluation of a revised hatchery method tested pink and chum salmon fry // *J. Fish. Res. Bd. Can*. 1970. V. 27. P. 1429–1452.

*Irie T.* Ecological studies on the migration of juvenile chum salmon, *Oncorhynchus keta*, during early ocean life // Bull. of Seikai Nat. Fish. Res. Inst. 1990. No. 68. 142 p.

*Iwata M., Muto K., Akutsu U., Klyash-torin L.B. et. al.*, Growth, maturation and seawater adaptability of Kamchatka Kokanee, *Oncorhynchus nerka*, implanted in Nikko // Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture. 1990. No. 20. P. 41–51.

*Kaeriyama M.* Life history strategy and migration pattern of juvenile sockeye and chum salmon // Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 1997. V. 44. No. 1. P. 25–30.

*Kaeriyama M., Ueda H.* Life history strategy and migration pattern of juvenile sockeye (*Oncorhynchus nerka*) and chum salmon (*O. keta*) in Japan: a review // Bull. NPAFC. 1998. № 1. P. 163–171.

*Morley R.B., Fedorenko A.Y., Bilton H.T., Lehmann S.J.* The effects of time and size at re-

lease on returns at maturity of chinook salmon from Quinsam river hatchery, B.C. 1982 and 1983 releases // Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sc. 1996. N. 2105. 88 p.

*Parker R.R.* Estimations of ocean mortality rates for Pacific salmon (*Oncorhynchus*) // J. Fish. Res. Board Can. 1962. V. 19. N. 4. P. 561–589.

*Ricker W.E.* Sockeye salmon in British Columbia // Bull. Internat. N. Pacif. Fish. Comm. 1966. N. 18. P. 59–70.

*Secor D.H., Dean J.M., Laban E.H.* Manual for Otolith Removal and Preparation for Microstructural Examination. Columbia, 1991. 85 p.

*Wedemeyer G.A., McLeay D.J.* Methods for Determining the Tolerance of Fishes to Environmental Stressors // Stress and Fish. L., N-Y, Toronto. Acad. Pres., 1981. P. 247–275.

AQUACULTURE AND ARTIFICIAL REPRODUCTION

**POSSIBILITIES OF INCREASING THE OF ARTIFICIAL  
REPRODUCTION OF CHUM SALMON *ONCORHYNCHUS*  
*KETA* IN THE NAIBA RIVER BASIN (SAKHALIN ISLAND)**

© 2021 y. M.Y. Stekolshchikova, O.A. Barkovskaya, Y.A. Batyuk

*Sakhalin branch Russian Federal Research Institute of the  
Fisheries and oceanography, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023*

Based on the identification of otolith tags of chum salmon of the 2009–2014 generations (a total of 1621 specimens were studied) return coefficients were calculated for salmon fish breeding plants of the Naiba River (south-eastern Sakhalin). Significant differences were found in the effectiveness of the salmon fish breeding plants of the Naiba River: the average return rates of chum salmon return of the hatchery «Zalom» was 1,59%, the hatchery «Berezhnyakovsky» — 0,84%, the hatchery «Sokolovsky» — 0,48%. It is shown that the value of the return coefficient was more closely related to the release dates of the young than to the weight of its body and the reservoir of origin of the parent individuals. It is concluded that there are reserves for the growth of the catch of factory chum salmon on Sakhalin, provided that the timing of the release of artificial juveniles is optimized.

*Key words:* Sakhalin, artificial reproduction, chum salmon, otolith labeling, return coefficient, release dates.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС77-45410  
от 15 июня 2011 г. в Федеральной службе по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)  
Учредитель – ФГБНУ «ВНИРО»

Подписано в печать 29.12.2021 г.  
Печать офсетная. Формат бумаги 60×90 1/8  
Бумага 90 г/м<sup>2</sup>. Тираж 100 экз.

Редакция журнала «Вопросы рыболовства»  
Тел.: 8 (499) 264-65-33, e-mail: vr@vniro.ru

Отпечатано в типографии Book Jet  
390005, г. Рязань, ул. Пушкина, д. 18  
Сайт: <http://bookjet.ru>  
Почта: [info@bookjet.ru](mailto:info@bookjet.ru)  
Тел.: +7(4912) 466-151