



Правительство Сахалинской области



Федеральное агентство по рыболовству



*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Сахалинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии»*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛОСОСЕВОГО ХОЗЯЙСТВА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

Научная конференция
(г. Южно-Сахалинск, 7–8 ноября 2017 года)

Материалы

ФГБНУ «СахНИРО»
Южно-Сахалинск'2018

Издание материалов осуществлено по решению оргкомитета конференции и при поддержке Правительства Сахалинской области.

С 56 Современное состояние и перспективы развития лососевого хозяйства на Дальнем Востоке России [Электронный ресурс] : Материалы научной конференции (г. Южно-Сахалинск, 7–8 ноября 2017 года). – Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2018. – 164 с. – Режим доступа <http://www.sakhniro.ru/userfiles/conference%207-8.11.2017/materials2017.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

Ответственность за правильность ссылок на литературные источники в тексте и сами списки литературы несут нижеперечисленные в содержании авторы материалов конференции, в частности в части соблюдения требований ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Радченко В. И. Состояние запасов и промысла горбуши в местах ее массового искусственного воспроизводства в северной части Тихого океана
3

Каев А. М. Состояние мониторинга и прогнозирование горбуши в Сахалино-Курильском регионе
28

Фельдман М. Г., Шевляков Е. А., Дубинин В. А. Оценка величины, прогноз и управление запасами тихоокеанских лососей в Камчатском регионе
38

Великанов А. Я., Цициашвили Г. Ш., Шатилина Т. А., Радченкова Т. В. Многолетняя динамика уловов горбуши восточного Сахалина и климатогидрологические факторы
49

Курганский Г. Н., Марковцев В. Г. Состояние искусственного воспроизводства лососей в Приморском крае. Проблемы и перспективы
75

Животовский Л. А., Смирнов Б. П. Стратегия воспроизводства лососевых рыб в Сахалинской области
84

Самарский В. Г. Проблемы организации системы воспроизводства тихоокеанских лососевых в Сахалинской области
104

Коряковцев Л. В. Искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей на федеральных ЛРЗ Сахалинской области. Проблемные вопросы и пути их решения
107

Макеев С. С. Лососевое браконьерство в зеркале социальной психологии
116

Бугаев А. В., Рудакова С. Л., Растягаева Н. А., Чистякова А. И., Фролов О. В., Ромаденкова Н. Н., Ким О. О. Научное сопровождение мероприятий по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей в Камчатском крае
121

Лапшина А. Е., Животовский Л. А., Самарский В. Г., Зеленников О. В. Перспективы и обоснование искусственного воспроизводства летней кеты в Сахалинской области
135

Шубин А. О., Лисицын Д. В. О причинах катастрофического снижения численности горбуши в Сахалино-Курильском регионе в 2015–2017 годах и роль ее искусственного разведения
143

Ефанов В. Н. Экологические аспекты воспроизводства тихоокеанских лососей
157

ПЕРСПЕКТИВЫ И ОБОСНОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕТНЕЙ КЕТЫ В САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.нна Е.вгеньевна Лапшина¹, Л. А. Животовский^{2, 3},
В. Г. Самарский⁴, О. В. Зеленников⁵

¹ ФГБУ «Сахалинрыбвод», cherevataya@gmail.com; ² ФГБНУ «Все-
российский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии»; ³ ФГБУН «Институт общей генетики им. Н. И. Ва-
вилова» РАН; ⁴ АО «Гидрострой», ООО «Меридиан»; ⁵ ФГБОУ ВО
«Санкт-Петербургский государственный университет»

ВВЕДЕНИЕ

Летняя кета о. Сахалин – рыба, представляющая особый интерес для Са-
халинской области. Ее нерестовый ход начинается примерно на два месяца
раньше, чем у кеты осенней (*Берг, 1948; Двинин, 1949, 1952а, б; Гриценко,*
2002; Макоедов и др., 2009), и это означает, что в местах, где удастся нала-
дить ее искусственное воспроизводство и сформировать заводские стада,
срок кетовой путины может быть существенно увеличен. Кроме того, в силу
ограниченности мест ее нереста одной рекой острова (Поронай), постоянно
существующей угрозы перелова в зал. Терпения и браконьерства сама летняя
кета нуждается в мерах по сохранению и увеличению численности. Одной из
таких мер может служить искусственное воспроизводство.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕТНЕЙ КЕТЫ РЕКИ ПОРОНАЙ

Исследования, проведенные в период с 2010 по 2015 г., выявили различия
между летней и осенней расами кеты в р. Поронай (**табл. 1**). Так, осенняя
кета превосходит летнюю по размерно-массовым показателям, абсолютной
индивидуальной плодовитости (АИП), средней массе неоплодотворенной
икры, выраженности нерестовых изменений в устье и числу пилорических
придатков (*Лапшина и др., 2015а; Лапшина, 2017*). Летняя кета превосхо-
дит осеннюю по интенсивности окраски мышц (оценку производили в устье
р. Поронай) (*Лапшина и др., 2015 б; Лапшина, 2017*). Исследования микроса-
теллитных ДНК-маркеров позволили выявить между летней и осенней кетой
р. Поронай четкие генетические различия (*Животовский и др., 2017*).

Особо требуют объяснения наблюдаемые расхождения в числе пилориче-
ских придатков, так как именно по этому признаку отмечены наибольшие разли-
чия между расами кеты в каждом из речных бассейнов (**см. табл. 1**). *А. Н. Све-
товидовым (1953)* была выявлена зависимость между числом пилорических
придатков и составом пищи у рыб. На этом основании *Л. Д. Григо (1953)* и
Н. И. Куликова (1972) делали предположение, что различия по числу пилориче-
ских придатков указывают на неодинаковый состав пищи летней и осенней кеты
р. Амур. Однако мы полагаем, что эти различия объясняются иными причинами.

Во-первых, данный признак имеет высокую генетическую детерминацию: Циммерман с соавторами (*Zimmerman et al., 2005*) нашли у микижи три группы локусов с высоким суммарным вкладом в вариацию числа пилорических придатков (51,3%), а Чевассус с соавторами (*Chevassus et al., 1979*) показали, что наследуемость этого признака у микижи предельно высока ($h^2=0,53$), при этом корреляция между средним числом пилорических придатков у родителей и потомков достигает 0,92. Во-вторых, число пилорических придатков является адаптивно важным признаком, связанным с инкубационной температурой.

Таблица 1. Различия между кетой летней и осенней рас р. Поронай

	Летняя кета	Осенняя кета
АС (см)/Средняя масса тела (кг)	62,13±0,26/3,12±0,04	62,62±0,39/3,06±0,06
АИП	2503±37,02	2708±17,51
Ср. масса неоплод. икринки (г)	210,50±2,03	217,71±0,91
Выраженность брачной окраски в устье	1,08–1,38	2,52–3,04
Выраженность окраски мышц в устье	5,46–5,82	2,75–3,88
Число пилорических придатков	154,98±1,748	174,72±1,732
Число жаберных лучей	13,70±0,057	13,43±0,069
Генетические различия (в ед. θ_p , %)	1,07±0,07	

Действительно, пилорические придатки у рыб, в том числе лососевых, играют важную роль в пищеварении (*Buddington, Diamond, 1986; Falk et al., 2013*), в них экспрессируются мРНК инсулинподобного гормона роста (*Shablott et al., 1995; Palamarchuk et al., 1997*), активизируется трипсин. При этом через регуляцию трипсина температура воды на нерестилищах влияет на темпы роста молоди и размер взрослой особи (*Jonsson, Jonsson, 2014*). На примере атлантического лосося показано, что при различных инкубационных температурах в пилорических придатках активируются генетически разные формы трипсина с разными кинетическими свойствами и разным влиянием на усвояемость корма и темпы роста (*Rungruangsak-Torrissen et al., 1998; Toyota et al., 2007*).

Укажем также на давние работы на радужной форели, в которых показана корреляция числа пилорических придатков и темпов роста (*Bergot et al., 1981a, b*), и что более низкие инкубационные температуры воды способствуют увеличению числа пилорических придатков (*Chevassus et al., 1979*). Результат последней из цитированных работ объясняет, почему число пилорических придатков у осенней кеты больше, чем у летней: оплодотворенная икра осенней кеты на нерестилищах с выходом грунтовых вод начинает инкубироваться при более низких температурах, чем икра летней формы на нерестилищах с подрусловым потоком.

Касательно других меристических признаков интересно отметить, что при значительных экологических различиях между кетой летней и осенней рас (тип нерестилищ, время нереста) различия по ним небольшие. Помимо числа пилорических придатков, у кеты р. Поронай различия отмечены только по одному признаку – числу жаберных лучей (см. табл. 1); по другим исследованным меристическим признакам (число чешуй в боковой линии, число

жаберных тычинок, число ветвистых лучей спинного и анального плавников) различия статистически незначимы.

Имеющиеся генетические отличия между летней и осенней кетой р. Поронай (см. табл. 1) свидетельствуют о недопустимости их скрещивания друг с другом в ходе работ по искусственному воспроизводству (Животовский и др., 2017).

В связи с выявленными различиями между летней и осенней кетой закономерен вопрос, возможно ли искусственное воспроизводство летней кеты в условиях лососевых рыбодоводных заводов.

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕТНЕЙ КЕТЫ РЕКИ ПОРОНАЙ, ВЫРАЩЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ЛРЗ

Исследования, проведенные на рыбодоводных заводах о. Сахалин, позволили оценить возможности искусственного воспроизводства летней кеты при различных температурных режимах – от режима, применяемого для воспроизводства горбуши (от 0,3°C в зимние месяцы до 14°C поздней весной; Анивский ЛРЗ), до являющегося наиболее оптимальным для выращивания осенней кеты (6–8°C в течение всего рыбодоводного цикла; Охотский ЛРЗ). Побединский ЛРЗ характеризовался промежуточными температурными показателями: не ниже 1,5°C зимой, не выше 7°C поздней весной (рис.) (Лапшина и др., 2015е).

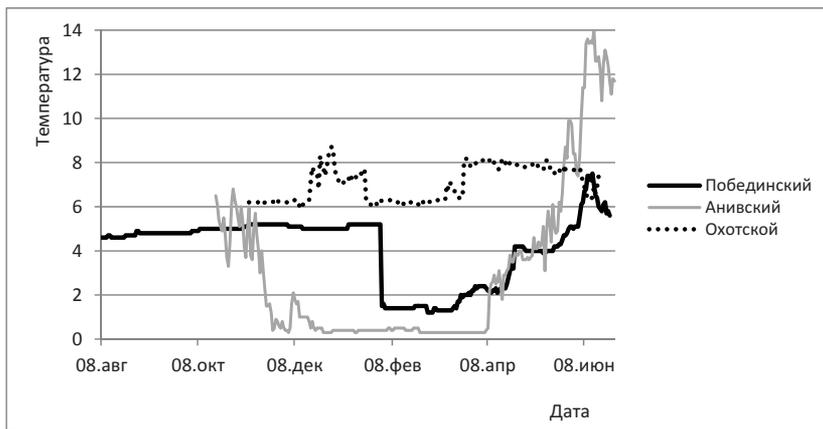


Рис. Температура (°C) при содержании молоди летней кеты на Охотском, Побединском и Анивском ЛРЗ в рыбодоводном цикле 2012–2013 гг.

Во все указанные годы икру летней кеты закладывали на инкубацию на Побединском ЛРЗ, а затем, на стадии пигментации глазных бокалов эмбрионов, перевозили на иные ЛРЗ, где темпы ее развития сравнивались с местной осенней кетой. На Охотский ЛРЗ, кроме того, была также перевезена небольшая экспериментальная партия икры осенней кеты Побединского ЛРЗ (р. Поронай). На всех указанных заводах удалось вырастить молодь летней кеты, по размерно-массовым показателям не уступающую собственной молоди этих заводов: на Охотском – до 1,5 г, на Анивском – около 1,0 г и на Побединском – около 750 мг.

Гистологический анализ срезов внутренних органов молоди летней и осенней кеты, выращенной в идентичных условиях, не выявил существенных

различий в развитии их пищеварительной системы ни на одном ЛРЗ. Заметные различия как между молодью, выращенной на разных заводах, так и между молодью кеты двух рас на каждом из заводов, наблюдали только в развитии яичников (табл. 2) (Лапина, 2017; Коломыцев и др., в печ.).

Таблица 2. Состояние яичников молоди осенней и летней кеты перед выпуском на разных ЛРЗ в 2013 г.

Завод, раса	Площадь поперечных срезов гонад, мм ² *10 ⁻³	Число на один срез, %		Диаметр ооцитов, мкм
		гоניים и ооцитов ранней профазы мейоза	ооцитов периода претеллогенеза	
Охотский Осенняя собственная	70,0±7,0	0,87	99,1	96,1±2,6
Охотский Осенняя с Побединского ЛРЗ	66,9±8,3	0,64	97,4	93,2±2,9
Охотский Летняя	61,6±6,1	0,1	99,4	86,1±2,8
Побединский Осенняя	11,7±1,8	48,5	51,5	43,1±2,9
Побединский Летняя	15,2±2,5	28,7	71,3	49,0±2,1
Анивский Осенняя	17,2±1,4	31,8	68,2	57,2±1,8
Анивский Летняя	33,9±4,1	4,1	95,9	67,0±2,3

Так, у молоди летней кеты на Охотском заводе яичники были в два раза крупнее, чем у молоди на Анивском, и в четыре раза крупнее, чем у молоди на Побединском заводе. Аналогичным образом различались также размеры ооцитов и состояние всего репродуктивного фонда. При этом на более холодноводных Побединском и Анивском заводах яичники были более дифференцированными у молоди кеты именно летней расы, а на Охотском заводе, напротив, – у молоди осенней расы.

Степень развитости яичников ко времени выпуска молоди имеет чрезвычайно важное значение для искусственного воспроизводства: показано, что по состоянию ооцитов у самок лососевых рыб перед выходом в море можно спрогнозировать возраст наступления полового созревания у производителей. Чем выше доля самок с более развитыми яичниками, тем больше производителей возвратятся на нерест в более раннем возрасте, и наоборот (Иевлева, 1982, 1985; Мурза, Христофоров, 1991; Зеленников и др., 2001а, б; Зеленников, 2012).

Таким образом, можно полагать, что низкотемпературный режим, традиционно применяемый для воспроизводства горбуши, в большей степени

подходит для воспроизводства кеты именно летней расы, и горбушковые ЛРЗ могут успешно использоваться для ее воспроизводства, не требуя при этом реконструкции и изыскания дополнительных источников грунтовой воды. Тем не менее, создание заводского стада летней кеты в условиях, отличных от условий р. Поронай, будет сопряжено с определенными трудностями, которые, впрочем, нельзя считать преодолимыми. Они заключаются в следующем.

ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕРЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЛЕТНЕЙ КЕТЫ ДО СОЗРЕВАНИЯ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ

Река Поронай является самой протяженной рекой о. Сахалин (350 км). Побединский ЛРЗ, вылавливая летнюю кету в 160 км от устья, вынужден был выдерживать ее до полного созревания гонад от 6 до 32 суток, теряя при этом от 4,0 до 18,8% производителей (табл. 3).

Таблица 3. Сроки вылова, темпы созревания и величины отхода производителей летней кеты на Побединском ЛРЗ в разные годы (производители отловлены в р. Поронай)

Год	Сроки вылова	Кол-во выловленных рыб	Сроки закладки икры	Дней выдерживания	Отход производителей, %
2010	26–29.07	1 051	10–21.08	До 25	11,7
2012	13–27.07	1 202	02–14.08	До 32	18,8
2013	23.07–09.08	192	13–23.08	До 20	14,6
2014	22.07–12.08	1 092	11–20.08	До 28	4,0
2015	28–31.07	87	06.08	6–8	8,0

Можно предположить, что при попытках выдерживания производителей летней кеты, выловленных в иных, значительно менее протяженных реках острова (после того как появятся возвраты летней кеты в эти реки как результат работы рыбоводных заводов), сроки выдерживания станут еще длиннее и отход производителей также увеличится.

Вместе с тем величины отхода производителей летней кеты при выдерживании на Побединском ЛРЗ эталонными считать нельзя, так как летнюю кету для закладки на этом заводе вылавливали в основном русле р. Поронай, загружали в емкости для перевозки живой рыбы, транспортировали на завод, где пересаживали в бетонные лотки и далее выдерживали производителей в них. Рыба, изначально подвергшаяся транспортировке и двум пересадкам, далее вступала в процесс длительного выдерживания в прямоугольных бетонных лотках, постепенно травмируясь об их стенки. Эти факторы неминуемо должны были вести к увеличению отхода производителей.

К сожалению, Побединский ЛРЗ не располагал иными возможностями для выдерживания производителей, однако при планировании искусственного воспроизводства летней кеты на других ЛРЗ создание благоприятных условий для длительного выдерживания необходимо, иначе потери производителей окажутся чрезвычайно велики. К таким условиям, по нашему мнению, относятся:

- наличие прудов для выдерживания производителей с возможностью рассаживания рыб, находящихся на разных этапах созревания гонад;

– наличие возможности перепускания производителей из реки в пруды без изъятия их из водоемов и транспортировки.

Данные меры позволяют, насколько это возможно, уменьшить отход производителей при выдерживании. Дать прогноз, насколько высок он будет, к сожалению, невозможно. Однако при соблюдении указанных условий закладки икры летней кеты через определенное число поколений должны привести к сокращению сроков выдерживания и более быстрому созреванию производителей, так как наиболее долгосозревающие рыбы будут составлять большую часть отхода и, следовательно, не будут участвовать в воспроизводстве и передавать этот признак потомкам. На определенном этапе создания заводского стада этот процесс может и должен сыграть положительную роль, однако злоупотреблять им, отбирая для закладки икры только быстросозревающих рыб, категорически нельзя. Закладывать икру нужно от всех производителей, выдержать которых до созревания оказалось возможным, каким бы длительным оно ни было, иначе генофонд созданного стада обеднеет, а товарные качества рыбы, напрямую зависящие от степени выраженности нерестовых изменений, существенно ухудшатся (*Зиничев и др., 2012; Животовский, Смирнов, наст. сб.*).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Летняя кета, характеризуясь рядом ценных товарных качеств и нерестовым ходом в летние месяцы, в случае успешной организации процесса искусственного воспроизводства может приобрести существенное экономическое значение для о. Сахалин, став источником качественного сырья для рыбной промышленности и увеличив срок кетовой путины на два месяца.

Летняя кета р. Поронай уникальна по многим существенным биологическим показателям. Она отличается от осенней кеты по ряду морфофизиологических показателей (размерно-массовым характеристикам, показателям абсолютной индивидуальной плодовитости, средней массе икринок, степени выраженности нерестовых изменений и интенсивности окраски мышц производителей при заходе в устье, числу пилорических придатков), а также аллельным частотам микросателлитных маркеров. Темпы роста и развитие пищеварительной системы молоди кеты летней и осенней рас при содержании в идентичных условиях отличаются незначительно, однако наблюдаются существенные различия в темпах гистологического развития гонад, что имеет чрезвычайно важное значение для искусственного воспроизводства: показано, что по состоянию ооцитов у самок лососевых рыб перед выходом в море можно спрогнозировать возраст наступления полового созревания у производителей.

Таким образом, летняя кета имеет важные отличия от осенней кеты и может быть рекомендована для расширенного искусственного воспроизводства на о. Сахалин.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВЫВОДЫ ПО РАЗВЕДЕНИЮ ЛЕТНЕЙ КЕТЫ НА ЛРЗ ОСТРОВА САХАЛИН

1. Возможно искусственное разведение летней кеты на рыбоводных заводах с различными температурными режимами, однако наилучшие результаты могут быть достигнуты на предприятиях с температурами воды в зимний период, близкими к 0°C.

2. На соответствующих ЛРЗ с такими температурными режимами допустима замена горбуши летней кетой без реконструкции системы водоснабжения заводов и изысканий источников воды с иными температурами.

3. Для снижения процента отхода производителей летней кеты необходима грамотная организация процесса их выдерживания, в том числе создание прудов для длительного выдерживания производителей.

4. Для снижения угрозы перелова летней кеты в зал. Терпения, где она интенсивно вылавливается в качестве прилова к горбуше (ввиду совпадения сроков их нерестового хода), необходимо введение запрета на вылов обоих видов рыб в пределах 3 км от устья р. Поронай в течение летних месяцев.

5. Для сохранения товарных качеств летней кеты и генетического разнообразия необходимо закладывать икру от всех производителей, выдержать которых до полного созревания половых продуктов оказалось возможным, сколько бы времени это ни занимало.

6. В целях сохранения генетического разнообразия кеты о. Сахалин недопустимы скрещивание кеты летней и осенней рас в процессе искусственного воспроизводства, а также перевозки кеты летней и осенней рас из р. Амур в реки острова Сахалин.

ЛИТЕРАТУРА

Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – Ч. 1. – 467 с.

Григо Л. Д. О морфологических отличиях летней и осенней кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) // Докл. Акад. наук СССР. – 1953. – Т. 92. – № 6. – С. 1225–1228.

Гриценко О. Ф. Проходные рыбы острова Сахалин. Систематика, экология, промысел. – М.: ВНИРО, 2002. – 248 с.

Двинин П. А. Биопромысловая характеристика дальневосточных лососей Южного Сахалина: дис. ... канд. биол. наук. – М., 1949. 74 с.

Двинин П. А. Лососи Сахалина. – Владивосток, 1952а. – 24 с.

Двинин П. А. Лососи Южного Сахалина // Изв. ТИНРО. – 1952 б. – Т. 37. – С. 69–108.

Животовский Л. А., Лапшина А. Е., Михеев П. Б., Подорожнюк Е. В., Пасечник О. И., Мамаева А. В., Ракицкая Т. А., Рубцова Г. А., Афанасьев К. И., Шитова М. В. Дивергенция сезонных рас кеты (*Oncorhynchus keta*) рек Амур и Поронай: экология, генетика, морфология // Биология моря. – 2017. – Т. 43. – № 4. – С. 284–292.

Зеленников О. В., Федоров К. Е., Мосягина М. В., Мельникова Н. О., Хорьков С. В., Пименова Н. В. Исследование особенностей раннего гаметогенеза кеты в условиях естественного и искусственного воспроизводства на Сахалине в связи с проблемой прогнозирования и регуляции темпов полового созревания: отчет по Х/Д № 1/00. – 2001а. – 100 с.

Зеленников О. В., Мосягина М. В., Кузнецов Ю. К. Особенности раннего гаметогенеза кеты в связи с проблемой прогнозирования и регуляции темпов полового созревания производителей // Вопр. рыболовства. – 2001 б. – Прил. 1. – С. 93–96.

Зеленников, О. В. Особенности раннего гаметогенеза кеты в связи с проблемой прогнозирования и регуляции возраста полового созревания производителей // Воспроизводство тихоокеанских лососей (16–17 мая 2012 г.). – 2012.

Иевлева М. Я. Оценка темпа полового развития смолтов нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) (Salmonidae) р. Озерной (Камчатка) при прогнозировании возрастной структуры половозрелой части популяции // Вопр. ихтиологии. – 1985. – Т. 25, вып. 3. – С. 452–458.

Зиничев В. В., Леман В. Н., Животовский Л. А., Ставенко Г. А. Теория и практика сохранения биоразнообразия при разведении тихоокеанских лососей. – М.: Изд-во ВНИРО, 2012. – 238 с.

- Коломыцев В. С., Лапшина А. Е., Зеленников О. В. Состояние яичников у молоди осенней и летней рас *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) при ее выращивании на рыбобоводных заводах в Сахалинской области // Биология моря. – В печати.
- Куликова Н. И. Изменчивость и пути формообразования у кеты // Вопр. ихтиологии. – 1972. – Т. 12, вып. 2. – С. 211–225.
- Лапшина А. Е. Летняя раса кеты (*Oncorhynchus keta*) острова Сахалин: биологические особенности и возможности заводского разведения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2017. 23 с.
- Лапшина А. Е., Самарский В. Г., Животовский Л. А. Летняя кета Сахалина: происхождение, биологические особенности и перспективы использования // Ученые записки СахГУ. – 2015а. – Вып. XI/XII. – С. 77–81.
- Лапшина А. Е., Животовский Л. А., Самарский В. Г. Биологические особенности и разведение летней кеты реки Поронай (о. Сахалин) // Современные проблемы исследования биоразнообразия растительных и животных сообществ и пути их сохранения. Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. (14–17 окт. 2014 г.). Южно-Сахалинск: СахГУ, 2015 б. С. 68–71.
- Лапшина А. Е., Самарский В. Г., Зеленников О. В. Экспериментальный анализ выращивания молоди кеты осенней и летней рас при различных температурных режимах // Международная морская научная школа по искусственному разведению гидробионтов. Сб. науч. тр. – Ю-Сах., 2015в. – С. 63–67.
- Мурза И. Г., Христофоров О. Л. Определение степени зрелости гонад и прогнозирования возраста достижения половой зрелости у атлантического лосося и кумжи. – Л.: ГосНИОРХ, ФНИИ им. Ухтомского ЛГУ, 1991. – 102 с.
- Световидов А. Н. О зависимости между характером пищи и количеством пило-рических придатков // Очерки по общим вопросам ихтиологии. – 1953. – 320 с.
- Bergot P., Blanc J. M., Escaffre A. M., Poisson H. Effect of selecting sires according to their number of pyloric caeca upon the growth of offspring in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) // Aquaculture. – 1981b. – Vol. 25. – P. 207–215.
- Buddington R. K., Diamond J. M. Aristotle revisited: the function of pyloric caeca in fish // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 1986. – Vol. 83(20). – P. 8012–8014.
- Falk K., Bjerkas I., Koppang E. O. Intestinal morphology of the wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) // Journal of Morphology. – 2013. – Vol. 274(8). – P. 859–876.
- Jonsson, B., Jonsson N. Early environment influences later performance in fishes // Journal of Fish Biology. – 2014. – Vol. 85(2). – P. 151–188.
- Palamarchuk A. Y., Holthuizen P. E., Muller W. E., Sussenbach J. S., Kaysan V. M. Organization and expression of the chum salmon insulin-like growth factor II gene // FEBS Letters. – 1997. – Vol. 416(3). – P. 344–348.
- Rungruangsak-Torrissen K., Pringle G. M., Moss R., Houliha D. F. Effects of varying rearing temperatures on expression of different trypsin isozymes, feed conversion efficiency and growth in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) // Fish Physiology and Biochemistry. – 1998. – V. 19(3). – P. 247–255.
- Toyota E., Iyaguchi D., Sekizaki H., Itoh K., Tanizawa K. Kinetic properties of three isoforms of trypsin isolated from the pyloric caeca of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) // Biological and Pharmaceutical Bulletin. – 2007. – Vol. 30(9). – P. 1648–1652.
- Zimmerman A. M., Wheeler P. A., Ristow S. S., Thorgaard G. H. Composite interval mapping reveals three QTL associated with pyloric caeca number in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* // Aquaculture. – 2005. – Vol. 247. – P. 85–95.
- Chevassus B., Blanc J. M., Bergot P. Déterminisme génétique du nombre de caeca pyloriques chez la Truite fario (*Salmo trutta*, Linné) et la Truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri* Richardson). II. – Effet du génotype du milieu d'élevage et de l'alimentation sur la réalisation du caractère chez la Truite arc-en-ciel // Annales de génétique et sélection animale. – 1979. – Vol. 11. – P. 79–92.