

УДК 597-12:576.85

## ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ МОЛОДИ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В РАННИЙ ПРЕСНОВОДНЫЙ ПЕРИОД

Т. В. Гаврюсева



Ст. н. с., Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии  
683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18  
Тел., факс: (415-2) 41-27-01; (415-22) 5-25-92  
E-mail: rud\_sve\_leon@mail.ru

### КАМЧАТКА, МОЛОДЬ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ, ГИСТОЛОГИЯ

В настоящем исследовании приведены данные гистологических и гистохимических исследований лососей рода *Oncorhynchus* из естественных водоемов Камчатки в 2008 г. Выявлены и изучены патологические изменения в печени, почке, жабрах, желудочно-кишечном тракте, поджелудочной железе и головном мозге. Дана сравнительная характеристика состояния органов и тканей молоди лососей естественного происхождения в 2007–2008 гг. с использованием статистической обработки данных.

### THE INFLUENCE OF THE ABIOTICAL AND BIOTICAL FACTORS ON A STATE OF PACIFIC SALMON JUVENILES HEALTH AT THE EARLY FRESH WATER PERIOD

T. V. Gavrusseva

Senior scientist, Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography  
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberejnaya, 18  
Tel., fax: (415-2) 41-27-01; (415-22) 5-25-92  
E-mail: rud\_sve\_leon@mail.ru

### КАМЧАТКА, JUVENILE PACIFIC SALMON, HISTOLOGY

Results of the histological and histochemical researches (2008) of juvenile Pacific salmon *Oncorhynchus* from natural reservoirs of Kamchatka have been presented. Pathological changes are revealed and investigated in a liver, a kidney, gills, a gastrointestinal tract, a pancreas and a brain. The comparative characteristic of the condition of organs and tissues from the juvenile salmon from natural reservoirs of Kamchatka during the 2007–2008 with using of statistical treatment was given.

Пресноводный период жизни является одним из наиболее важных в формировании численности поколений всех видов лососей. В это время происходит значительная элиминация рыб, которая зависит от обеспеченности молоди лососей пищей, выедания хищниками, болезней, гидрологического, гидрохимического и температурного режимов водоемов. Смертность молоди наиболее велика первые 2,5 месяца после выклева из икры и составляет, в среднем, около 81% (Селифонов, 1988), то есть литоральный период является наиболее критическим (Леванидов, 1964).

Для правильного понимания формирования урожайности поколений лососей в водоемах Камчатки необходимы многолетние комплексные исследования рыб разного возраста, абиотических и биотических факторов. Необходимо также выявление и определение степени воздействия различных факторов на состояние здоровья лососей.

Гистологические исследования являются одним из информативных показателей, который позволяет выявить отклонения в иммунофизиологическом состоянии рыб и, следовательно, судить о

здоровье исследуемых гидробионтов (Заботкина и др., 2005). Наиболее чувствительными индикаторами состояния здоровья рыб являются жабры, почка, печень, селезенка (Решетников, Попова, 1995, 2007; Заботкина, Микряков, 1997; Гаврюсева, 2006). Анализ состояния основных структурных элементов тканей: в селезенке — количества и размеров мелано-макрофагальных центров (ММЦ), кровеносных синусов; в туловищной почке — элементов выделительной системы и интерстициальной ткани, ММЦ; в головной почке — кровеносных синусов, лимфомиелоидной ткани; в печени — ММЦ и кровеносных сосудов, — позволяет оценить направление и характер происходящих процессов и степень повреждения органов. В ряде случаев у рыб отмечают аномалии в строении плавников, искривления позвоночника, наличие абсцессов и язв на теле (Васильев, Буйневич, 2004).

Цель работы — провести сравнительный анализ состояния органов и тканей как одного из показателей влияния абиотических и биотических факторов на молодь тихоокеанских лососей в реках и озерах Камчатки.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для настоящих исследований были гистологические пробы от молоди тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*, отобранные в 2008 г. из бассейнов рек Большая (низовье, около пос. Октябрьский, оз. Начикинское), р. Камчатка (оз. Азабачье) и Озерная (оз. Курильское) (рис. 1, табл. 1). Всего обследовали 3383 пробы (2363 пробы гистологическими и 1020 гистохимическими методами)

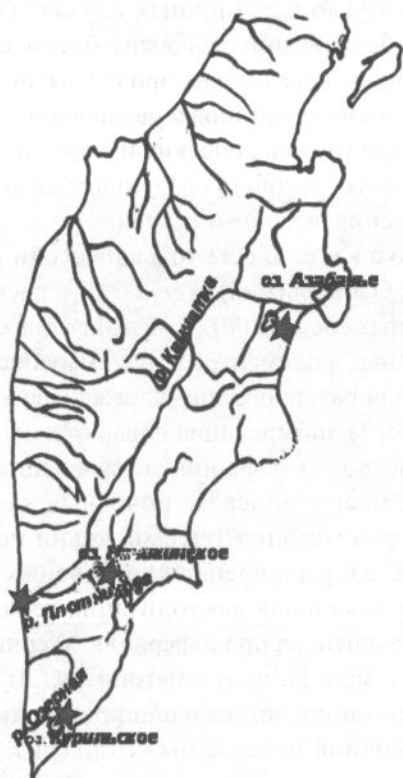


Рис. 1. Схематическая карта Камчатки. ★ — места отбора проб

от 139 экземпляров рыб. Для определения фона заболеваемости в исследуемых водоемах отбирали гистологические пробы у гольца *Salvelinus malma* — 15 экз.

Молодь отлавливали мальковым неводом, пробы отбирали методом случайных выборок. В процессе работы определяли биологические показатели, описывали клинические и патологоанатомические изменения у исследуемых лососей. Образцы тканей рыб фиксировали непосредственно после отлова. Эвтаназию мальков проводили анестетиком MS-222 (Stoskopf, 1993). Отобранные для анализа пробы кожи, жабр, передней и задней почки, печени и желчного пузыря, желудочка сердца, предсердия, плавательного пузыря, селезенки, пищевода, желудка, кишечника, головного мозга, скелетной мускулатуры и хрящевой ткани фиксировали в растворе Буэна (Bancroft et al., 1990) и жидкости Дэвидсона (Bucke, 1998). Мальков, длина тела которых не достигала 4 см, фиксировали целиком.

Зафиксированные гистологические пробы переносили в 70° спирт. Последующую обработку проб проводили по общепринятой методике (Bancroft et al., 1990; Волкова, Елецкий, 1982; Austin, Austin, 1989). Срезы изготовляли толщиной 4–5 мкм. Препараты окрашивали гематоксилин-эозином по Мейеру.

Для изучения изменений в биохимическом составе клеток и выявления патогенов в тканях использовали гистохимические методы окрашивания препаратов: по Романовскому-Гимза и железным гематоксилином по Гейденгайну (для выявления паразитов), по Циль-Нильсену (подтверждение цериодной дегенерации печени, выявление спор

Таблица 1. Размерно-весовые показатели и количественный состав молоди лососевых рыб из естественных водоемов, отобранной для гистологического исследования в 2008 г.

Дата отбора проб	Вид рыбы, возраст	Количество, экз.	Средняя длина AD, см	Средняя масса, г	Коэффициент упитанности по Фультону
Бассейн р. Большая					
02.06.2008*	Кета, 0+	12	4,64±0,98	1,16±0,68	1,08±0,16
	Чавыча, 0+	10	3,49±0,19	0,43±0,09	0,94±0,11
25.07.2008**	Нерка, 0+	15	3,53±0,37	0,48±0,23	1,03±0,28
Бассейн р. Озерная (оз. Курильское)					
04.06.2008	Нерка, 2+–3+	15	9,11±0,36	8,51±0,49	0,99±0,08
22.06.2008	Нерка, 2+–3+	15	7,49±0,81	6,09±0,95	0,98±0,06
12.07.2008	Нерка, 2+	15	8,59±0,22	6,05±0,51	0,95±0,04
27.08.2008	Нерка, 0+	15	3,28±0,26	0,36±0,12	1,00±0,11
	Гольц, 0+	15	4,48±0,39	0,99±0,28	1,08±0,09
Бассейн р. Камчатка (оз. Азабачье)					
20.07.2008	Нерка, 0+	15	4,96±0,53	1,7±0,35	1,08±0,08
20.07.2008	Кижуч, 1+–2+	12	9,56±0,61	12,37±3,21	1,40±0,09

Примечание: \* — низовье р. Большая (пос. Октябрьский), \*\* — оз. Начикинское

микроспоридий и миксоспоридий), ШИК-световым зеленым (выявление слизистых клеток, подтверждение грибковой природы заболевания) и по Граму (бактерий и спор микроспоридий) (Culling et al., 1985; Novak et al., 2002).

Определение патогенных агентов в тканях и органах рыб проводили совместно с паразитологическими и бактериологическими исследованиями. Видовую принадлежность паразитов производили по отечественным определителям (Определитель паразитов..., 1984; 1987) и отдельным публикациям (Novak et al., 2002; Исси, 1986; Sindermann, 1990; Kent, 1992). При обработке гистологического материала учитывали технические рекомендации и опыт ведущих отечественных и зарубежных ученых (Austin, Austin, 1989; Culling et al., 1985; Лабораторный практикум..., 1983; Staining procedures, 1981).

Для сравнительной характеристики состояния рыб из естественных водоемов определяли индексы гистопатологических изменений разных органов и тканей и интегральный гистопатологический показатель (ИГП) в качестве индикатора общего состояния организма рыб. Гистопатологические изменения в органах и тканях разделили на четыре группы по степени тяжести, учитывая время, необходимое для возникновения этих изменений, обратимость и потенциальную опасность для рыбы. При этом принимали во внимание как результаты собственных исследований, так и литературные данные (Факторович, 1984; Post, 1987; Fish pathology, 1989; Ferguson, 1995; Струков, Серов, 1995; Патологическая анатомия, 2000). Индекс гистопатологических изменений органов или тканей  $H$ , выраженный в условных единицах, определенной выборки лососей рассчитывали по формуле:

$$H = \sum P \times T,$$

где  $P$  — встречаемость (в долях);  $T$  — степень тяжести гистопатологических изменений.

Интегральный гистопатологический показатель (ИГП) организма вычисляли как сумму индексов гистопатологических изменений во всех исследуемых органах:

$ИГП = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6 + H_7 + H_8 + \dots$ ,  
где  $H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, H_7, H_8$  — индексы гистопатологических изменений исследуемых органов или тканей.

Статистическую и математическую обработку данных проводили с помощью компьютерной программы "STATISTICA 6". Использовали метод непараметрической статистики для малых выборок: двухвыборочный критерий Колмогорова-Смирнова и дисперсионный тест Краскелла-Уол-

лиса (Боровиков, 2003). Различия между выборками принимались с достоверностью 0,95. Данные статистического анализа сравнивали с результатами исследований 2007 г.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Клиника

При визуальном осмотре всех обследованных рыб внешние и внутренние признаки патологии наблюдали только в единичных случаях (не более 1–2% от обследованных особей): бледность жабр, более темная окраска тела; при вскрытии — бледность внутренних органов и увеличение желчного пузыря. При гистологических и гистохимических исследованиях выявили следующие патологические изменения органов и тканей.

**Низовье р. Большая (бассейн р. Большая, пос. Октябрьский).** Кета 0+ — расширение кровеносных сосудов (70%), меланизация макрофагов жаберных филламентов и дуг, умеренная гиперплазия респираторного эпителия жаберных ламелл (10%) (рис. 2); интерстициальный отек и гидропическая дистрофия нефроцитов, скопление эозинофильных масс в просвете почечных канальцев, гемосидероз гемопоэтической ткани почки (по 20%) (рис. 3); расширение кровеносных сосудов печени и локальная вакуолизация гепатоцитов (40%), повышенная пролиферация, ядерный плеоморфизм и мегалоцитоз гепатоцитов (20%), потеря архитектоники органа и обширный некроз клеток печеночной паренхимы (10%) (рис. 4); отек подслизистого слоя кардиальных желез желудка (10%) и фокальный некроз переднего мозга (40%). У 10% рыб патологические нарушения структуры печени носили необратимый характер.

**Чавыча 0+** — умеренная гиперплазия респираторного эпителия жаберных ламелл (10%); локальная вакуолизация, вторая-третья степень липоидной дистрофии и ядерный плеоморфизм гепатоцитов (10%); фокальный некроз молекулярного слоя мозжечка (20%) и локальные пренеопластические изменения зрительной доли головного мозга (10%).

**Озеро Начикинское. Нерка 0+** — расширение кровеносных сосудов, меланизация макрофагов жаберных дуг (50%), локальная вакуолизация нефроцитов (10%) и гепатоцитов (50%).

Обнаруженные у молодежи кеты гистопатологические изменения в почках, печени, головном мозге и жабрах характерны для токсикоза. Патологические изменения, выявленные в общей картине крови у особей вышеуказанного вида рыб: слабо выраженный анизо- и/или пойкилоцитоз (90%), фестон-

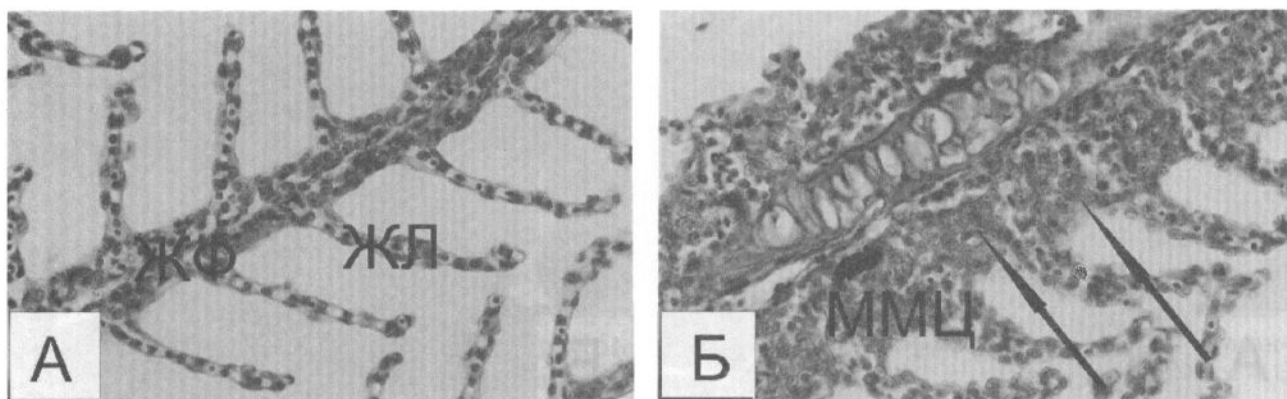


Рис. 2. Гистологическое строение жабр сеголетка кеты в норме (А) и меланизация макрофагов (ММЦ), умеренная гиперплазия (↑) респираторного эпителия жаберных ламелл при токсикозе (Б) (×400, гематоксилин-эозин). Обозначения: ЖФ — жаберные филаменты; ЖЛ — жаберные ламеллы

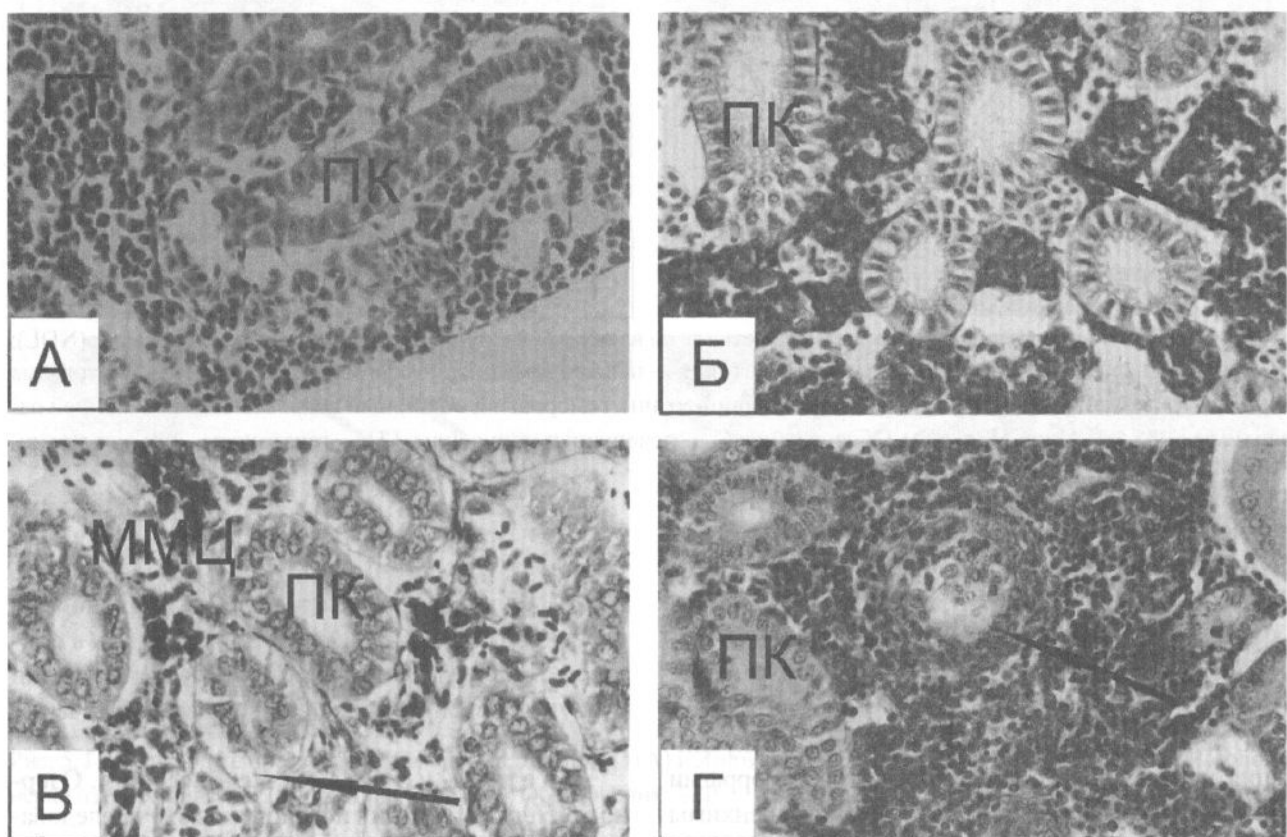


Рис. 3. Гистологическое строение почки у сеголетка кеты в норме (А) и при токсикозе: Б — интерстициальный отек нефроцитов (↑); В — гемосидероз гемопоэтической ткани, гидропическая дистрофия нефроцитов (↑); Г — гранулема в гемопоэтической ткани почки (↑) (×400, гематоксилин-эозин). Обозначения: ПК — почечные канальцы; ГТ — гемопоэтическая ткань; ММЦ — меланомакрофагальные центры

чатые контуры эритроцитов (данные лаборатории болезней рыб и беспозвоночных), также свидетельствуют о нарушении осмотической резистентности клеток. Пойкилоцитоз наступает при угнетении эритропоэза под влиянием каких-либо вредных факторов, оказывающих влияние на кроветворный орган или непосредственно на клетку. Такими патогенными агентами могут быть различные химические вещества, а также бактерии, вирусы (Житенева и др., 1989).

При проведении комплексных (гистохимических, паразитологических, бактериологических и вирусологических — данные лаборатории болезней рыб) исследований у молоди кеты, чавычи и нерки каких-либо патогенных агентов не выявили, поэтому мы предполагаем, что причиной деструктивных изменений в печени является загрязненная вода.

Структурные нарушения в клетках печеночной паренхимы, отмеченные нами у особей кеты, очень схожи с токсикопатическим заболеванием печени

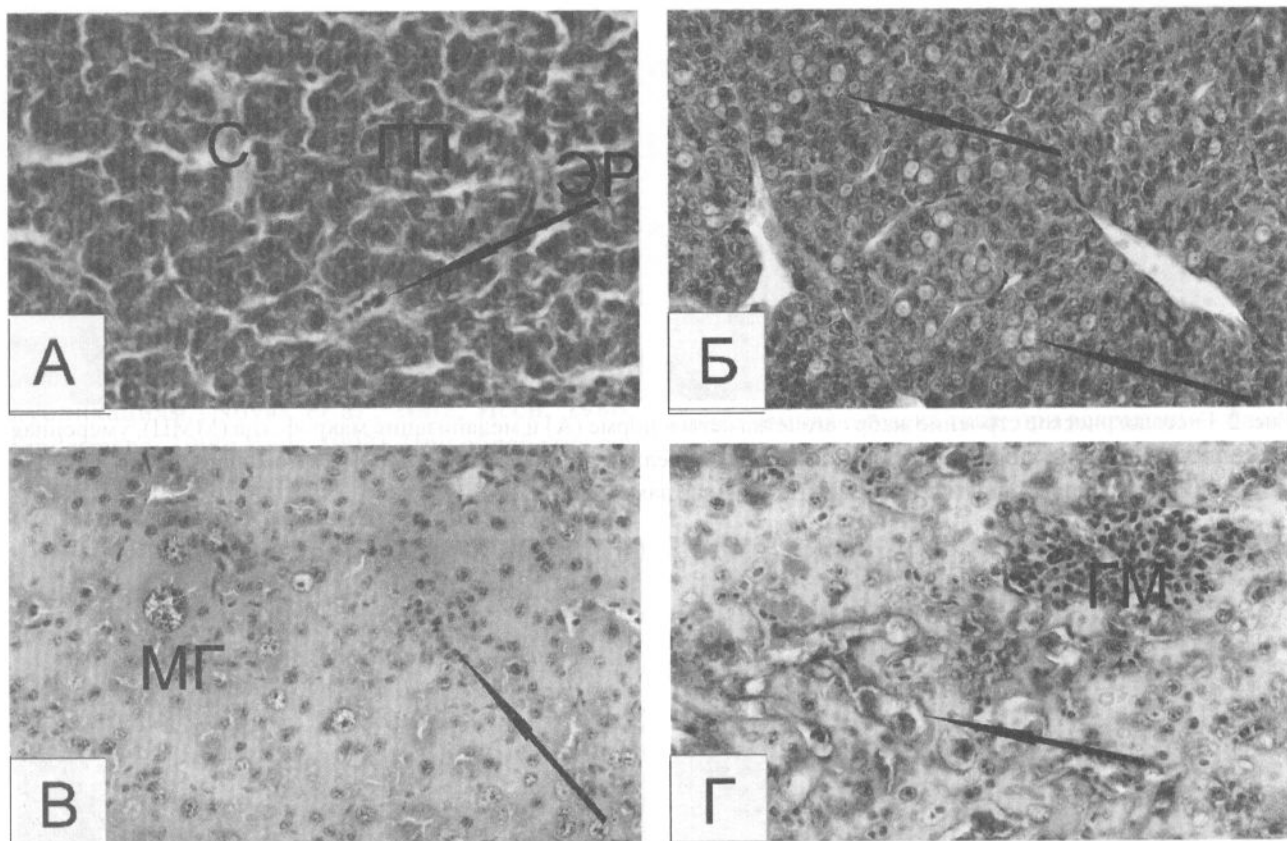


Рис. 4. Гистологическое строение печени у сеголетка кеты в норме (А) и при токсикопатическом заболевании (NDL): Б — диффузная жировая дистрофия гепатоцитов (↑); В — повышенная пролиферация (↑), мегалоцитоз гепатоцитов и потеря архитектоники органа (×400, гематоксилин-эозин), геморрагии, обширный некроз клеток печеночной паренхимы (↑) (×400, Циль-Нильсен). Обозначения: С — печеночные синусоиды, ГП — гепатоциты, ЭР — эритроциты, МГ — мегалоцитоз; ГМ — геморрагии

неизвестной этиологии (NDL), которое вызвало высокую смертность у выращиваемого в садках атлантического лосося *Salmo salar* в 1986 и 1987 гг. (Kent et al., 1988), чавычи *O. tshawytscha* и стальноголового лосося Дональдсона *S. gairdneri* (Kent, 1990). Гистопатологическими характеристиками NDL являлись диффузная гидропическая вакуолизация, некроз, мегалоцитоз гепатоцитов, геморрагии и мелано-макрофагальная инфильтрация паренхимы печени. Причины этого заболевания до сих пор не установлены, но большинство исследователей высказывают предположение, что NDL вызывается токсином, присутствующим в морской воде (Kent, 1990; Jonson, 1988; Stephen et al., 1993). В лабораторных условиях NLD может быть вызвано воздействием разнообразных химических агентов, включая и полихлорированные бифенилы (Hilton et al., 1978), эндрин (Eller, 1971) и нитрозамин (Ahley, Halver, 1968). Подобное состояние также наблюдали у калифорнийской камбалы *Parophrys vetulus* в загрязненных водах США (Meayers et al., 1987).

К сожалению, мы не располагаем данными по гидрохимическому режиму в этом районе, поэтому провести анализ зависимости гистопатологи-

ческих изменений у рыб от гидрохимических показателей в водоеме не представляется возможным. Нет данных и о гистологических изменениях у тихоокеанских лососей, возникающих в процессе смолтификации. Для прояснения ситуации требуются комплексные исследования в течение ряда лет.

**Озеро Курильское (бассейн р. Озерная). Нерка 0+.** При гистологическом исследовании органов и тканей сеголеток нерки выявили расширение кровеносных сосудов, меланизацию макрофагов жаберных дуг (50%) и гранулему в передней почке (6%).

**Нерка 2+–3+.** У смолтов нерки отмечали меланизацию макрофагов жаберных филламентов и дуг (13–87%), локальный некроз, гиперплазию респираторного эпителия жаберных ламелл (20–87%) и клеток, выстилающих жаберную полость (20–27%), скопление паразитарных простейших *Capriniana piscium* и *Apiosoma conicum* на ламеллах (20%) (рис. 5). В почке выявили гемосидероз (6–13%) и фокальный некроз клеток гемопоэтической ткани (13%), гидропическую дистрофию нефроцитов, скопление эозинофильных масс в просвете почеч-

ных канальцев (13%). В начале ската (04.06.08) состояние печеночной паренхимы у смолтов нерки было в норме. При двух дальнейших отборах в печени рыб наблюдали расширение кровеносных сосудов (10%), интерстициальный отек (20%), локальную вакуолизацию, вторую-третью степень липоидной дистрофии, ядерный плеоморфизм, обширный некроз и локальную цероидную дегенерацию гепатоцитов (по 5%) и усиленную пролиферацию клеток печеночной паренхимы (10%) (рис. 6). В желудочно-кишечном тракте отмечали отек подслизистого слоя и некроз клеток слизистого слоя желудка (6–57%), множественное скопление плероцеркоидов цестод в просвете желудка и пилорических придатков (50–60%). Выявили формирование грануляционной ткани вокруг вышеуказанных паразитов в циркулярном мышечном слое желудка и придатков (рис. 7А), в поджелудочной железе (рис. 7Б). В соединительной ткани плавательного пузыря (13–47%) и яичников (20–27%) у покатной молоди нерки обнаружили личинок нематод. У этих же особей рыб отмечали гидропическую дистрофию ооцитов (20%) (рис. 8).

*Голец 0+*. Наблюдали меланизацию макрофагов жаберных дуг (27%), умеренную гиперплазию респираторного эпителия (20%), скопление *S. piscium* (20%) на жаберных ламеллах; меланизацию макрофагов и гранулему в гемопоэтической ткани (13%), базофильные участки в печени (27%), вторую-третью степень липоидной дистрофии гепатоцитов (6%); единичные плероцеркоиды цестод в просвете пилорических придатков (27%); локальный некроз продолговатого мозга и гранулированного слоя мозжечка (13%).

В жабрах и желудочно-кишечном тракте выявили тот же состав паразитов, что и у молоди тихоокеанских лососей. Кроме этого, регистрировали *Epitheliocystis* (10%), плазмодии микроспоридии, предположительно *Pleistophora* sp., в просвете почечных канальцев (40%).

Стоит отметить, что плероцеркоидов цестод отмечали как у сеголеток нерки, так и у покатной молоди, но если у первой группы паразитов выявили только в просвете желудочно-кишечного тракта, то у рыб старшего возраста наблюдали формирование гранулем, а также структурные на-

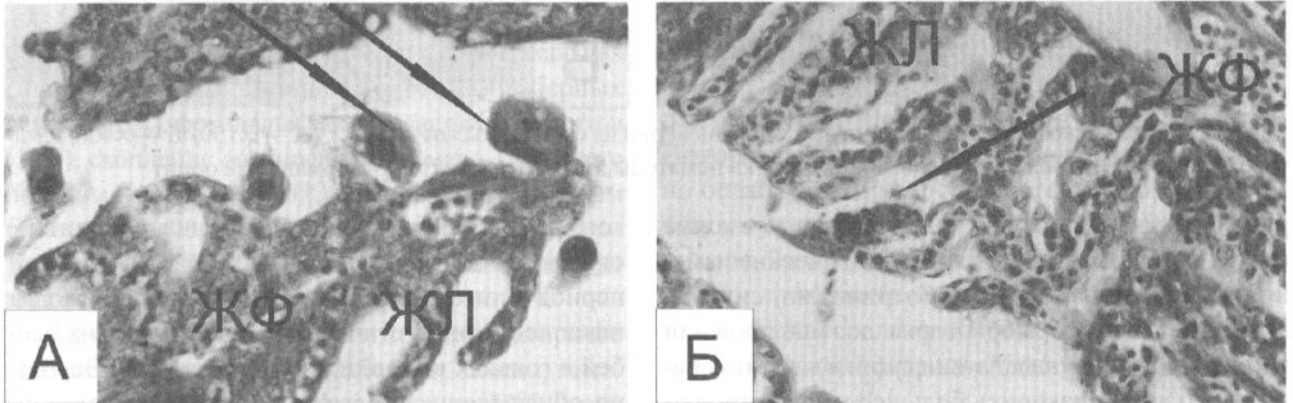


Рис. 5. Паразитарные простейшие *Capriniana piscium* (†) (А) и *Apiosoma conicum* (†) (Б) в жабрах у покатной молоди нерки из оз. Курильское (×400, Циль-Нильсен). Обозначения: ЖФ — жаберные филламенты; ЖЛ — жаберные ламеллы

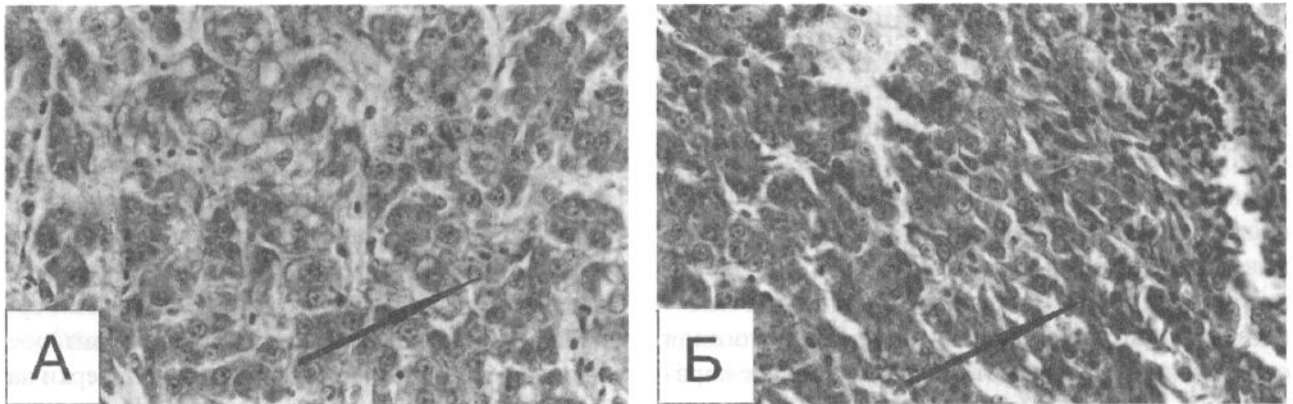


Рис. 6. Гистологическое строение печени у покатной молоди нерки из оз. Курильское: А — вакуолизация гепатоцитов, локальное отложение цероида (†), Б — усиленная пролиферация клеток печеночной паренхимы (†) (×400, гематоксилин-эозин)

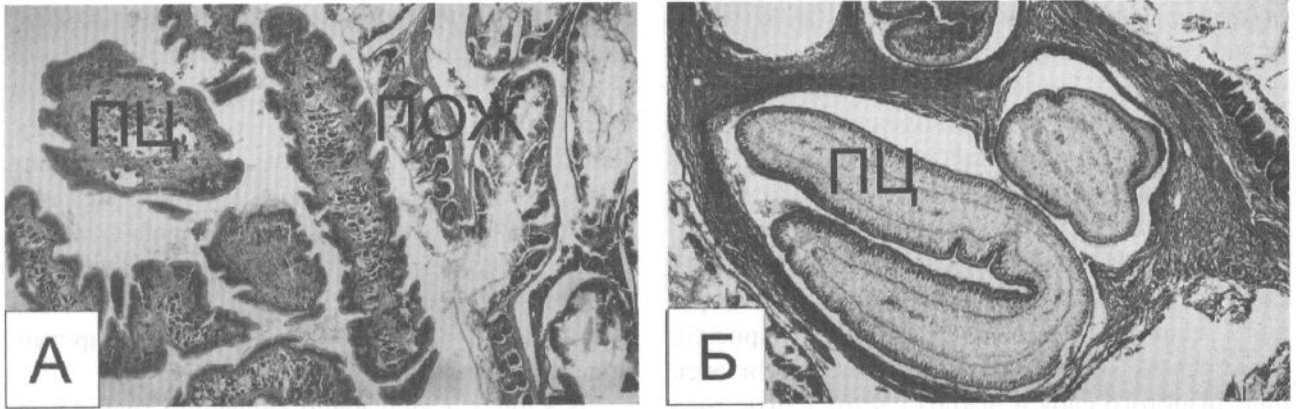


Рис. 7. Плероцеркоиды цестод в просвете пилорического отдела желудка (А) и формирование гранул вокруг плероцеркоидов цестод в поджелудочной железе (Б) ( $\times 50$ , гематоксилин-эозин). Обозначения: ПЦ — плероцеркоиды; ПОЖ — пилорический отдел желудка

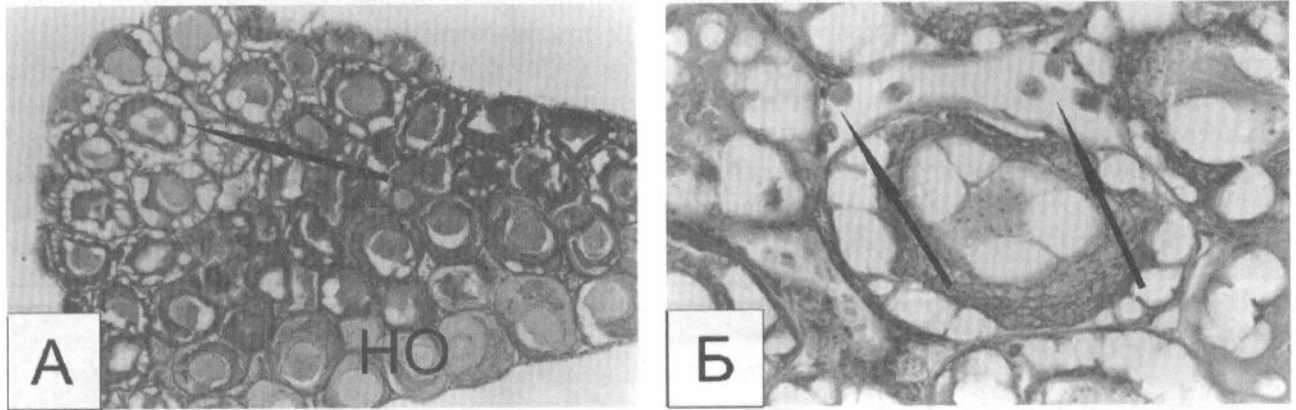


Рис. 8. Гидропическая дистрофия ооцитов у смолтов нерки из оз. Курильское в 2008 г. (А —  $\times 100$ , Б —  $\times 400$ , гематоксилин-эозин), стрелками обозначены личинки нематоды. Обозначения: НО — нормальный ооцит

рушения слизистого слоя, особенно у рыб в конце ската. Таким образом, гистопатологические изменения, вызванные дифиллоботридами, сильнее проявляются у тех рыб, которые дольше прожили в пресной воде до начала миграции в море и успели за это время накопить большее количество паразитов по сравнению с сеголетками.

Деструктивные изменения, выявленные у смолтов нерки в печени и почке, характерны для хронической формы токсикоза. Структурные нарушения в этих органах у покатной молоди нерки, вероятно, были усугублены инвазией желудочно-кишечного тракта плероцеркоидами цестод, а плавательного пузыря и гонад — личинками нематод, которые помимо механического, оказывали и токсическое воздействие на организм рыбы в результате выделения продуктов жизнедеятельности. Гистопатологические изменения в жабрах у особей вышеуказанного вида осложнялись и воздействием простейших паразитов *S. piscium* и *A. conicum*.

Патологические изменения ооцитов у покатников нерки происходили в период протоплазматичес-

кого роста (основную массу составляли ооциты 3 ступени по классификации Иевлевой, 1970). В этот период в цитоплазме половых клеток происходит накопление энергетических веществ. У этих особей в гонадах выявили личинок нематод. Вероятно, обнаруженные паразиты оказывали патогенное влияние на ооциты смолтов, которое могло заключаться в механическом воздействии, отнятии питательных веществ, необходимых для жизнедеятельности, и в выделении токсических веществ. В дальнейшем структурные изменения в половых клетках смолтов могут оказывать негативное влияние на трофоплазматический рост половых клеток рыб и, в конечном счете, приводить к повышенной смертности, уродствам и т. д.

Установлено, что пресноводная нематода *Philonema oncorhynchi* может вызывать так называемое висцеральное слипание, или слипание внутренних органов (French, 1965; Nagasawa, 1985, 1987), которое возникает, в основном, у неполовозрелой нерки на втором году жизни в море, то есть в период, когда начинают активно вырабатываться половые гормоны.

И.В. Карманова (1998) в результате многолетних паразитологических исследований молодежи и половозрелой нерки из бассейна р. Паратунка выявила, что среди зараженных особей на индивидуальном уровне количество паразитов у каждой самки было выше в десятки раз, чем у самцов. У молодежи лососей *P. oncorhynchii* была найдена в плавательном пузыре, а в гонадах ее обнаруживали только у половозрелых рыб.

Известно, что одним из факторов, снижающим выживание потомства нерки, является интенсивность заражения самок *P. oncorhynchii* (Bell, Margolis, 1976). Было высказано предположение о сдерживании роста популяций нерки в Северной Америке и в Азии в связи с воздействием этого паразита (Nagasawa, 1987). Возможно, что на снижение численности рыб влияет не только висцеральное слипание, но и частичная кастрация яичников, вызываемая личинками нематоды.

Таким образом, вероятно, кумулятивное воздействие паразитарных агентов на покатную молодежь нерки приводило к интоксикации организма рыб и, как следствие, к структурным нарушениям в почке, печени, селезенке, гонадах.

**Озеро Азабачье. Нерка 0+** — меланизация макрофагов жаберных дуг (30%), локальная гиперплазия респираторного эпителия жаберных ламелл (10%), фокальная вакуолизация нефроцитов (10%), скопление эозинофильных масс в просвете почечных канальцев (10%), ядерный плеоморфизм гепатоцитов (20%); локальный некроз продолговатого мозга (50%) и молекулярного слоя переднего мозга (10%).

**Кижуч 1+–2+** — гиперплазия респираторного эпителия, слипание (10%) жаберных ламелл, гемосидероз гемопоэтической ткани почки (70%), плазмолиз нефроцитов (10%), скопление плазмодиев миксо- или микроспоридии в просвете почечных канальцев, отложение цероида (10%) и начальная гранулема (10%) в гемопоэтической ткани почки; ядерный плеоморфизм (20%), локальный некроз (10%) и повышенная пролиферативная активность гепатоцитов (10%), воспалительная реакция (40%) в печени; меланизация макрофагов (30%) и начальная гранулема (10%) в селезенке, фокальный некроз клеток поджелудочной железы (10%); локальный некроз продолговатого мозга (40%), молекулярного слоя мозжечка (20%) и переднего мозга (10%).

Обнаруженные структурные нарушения в органах и тканях нерки характерны для начального токсикоза и носят обратимый характер, тогда как гистопатологические изменения, выявленные у молодежи кижуча в жабрах, почках, печени, селезенке

и головном мозге, указывают на длительное воздействие на организм рыб токсических веществ и характерны для хронического токсикоза (Ferguson, 1995; Патологическая анатомия, 2000).

Особо опасных патогенов и вызываемых ими гистопатологических изменений у обследованных рыб не выявили. Не обнаружили патогенных агентов и при комплексных исследованиях рыб (данные лаборатории болезней рыб и беспозвоночных). В желудочно-кишечном тракте у рыб структурных нарушений не отмечали, поэтому предположили, что выявленные гистопатологические изменения были инициированы изменением показателей водной среды.

Обследуемая молодежь кижуча была в возрасте 1+–2+, т. е. находилась в водоеме длительное время. Возможно, на состояние здоровья рыб оказала влияние фертилизация оз. Азабачье вулканическим пеплом от действующих вулканов Шивелуч, Безымянный и Ключевская сопка. Так, в 2006 г. у годовиков нерки из этого водоема выявили гистопатологические изменения, характерные для острого, а в 2007 г. — для хронического токсикоза (Гаврюсева, 2006, 2007).

Патологический процесс, происходящий в тканях кижуча, вероятно, был следствием физиолого-компенсаторного стрессового ответа организма на длительное воздействие токсических веществ. Подобные патологические изменения существенно ослабляют иммунную систему рыб. В результате многие виды условно патогенных микроорганизмов, безвредные в обычных естественных условиях, при изменении гидрохимических показателей водной среды способны становиться причиной заболеваний различной этиологии (Вейдемейер и др., 1981).

### **Сравнительная характеристика состояния органов и тканей молодежи из бассейнов рек Большая, Камчатка, Озерная**

В результате проведенного статистического анализа индексы гистопатологических изменений жабр, почки, печени, желудочно-кишечного тракта, поджелудочной железы и головного мозга были определены, как наиболее информативные.

Значение интегрального гистопатологического показателя, рассчитанного как сумма индексов гистопатологических изменений пяти органов, варьировало от 0,7 до 6,9 усл. ед. (табл. 2, рис. 9, 10). Наименьшее значение ИГП было у сеголеток нерки из оз. Курильского, наибольшее — у покатников этого же вида рыб, отобранных из вышеуказанного озера в конце ската.



Достоверно значимые значения ИГП были выявлены у сеголеток кеты из низовья р. Большая, покатников нерки из оз. Курильское (12.07.2008) и одно-двухгодовиков кижуча из оз. Азабачье (рис. 10). Достоверно значимые индексы гистопатологических изменений регистрировали в жабрах у сеголеток кеты из низовья р. Большая, покатников нерки из оз. Курильское (рис. 11).

Жабры выполняют важную барьерную функцию в организме рыб, они в первую очередь реагируют на изменения параметров водной среды. Принимая во внимание то, что катадромная миграция молоди кижуча из оз. Азабачье происходит,

в основном, в возрасте 1+–2+ (Зорбиди, 1974; Бугаев и др., 2008), а молодь кеты скатывается сеголетками, это может иметь серьезные последствия. Деструктивные изменения в жабрах, а также выделительной системе и кроветворных органах, могут осложнить процесс смолтификации и привести к повышенной элиминации в период массового ската рыб.

У сеголеток кеты из низовья р. Большая достоверно значимые индексы гистопатологических изменений также выявили в почке и печени (рис. 11). Патологические нарушения структуры органов и тканей у этих рыб характерны для токсикоза и,

Таблица 2. Значения индексов гистопатологических изменений органов молоди лососевых рыб в 2008 г. (среднее  $\pm$  стандартное отклонение) из естественных водоемов

Вид рыбы	№ выборки рыб	Дата отбора проб	Жабры	Почка	Печень	ЖКТ	Поджел. железа	Головной мозг	Сумма
Кета*	1	02.06.2008	<b>0,90<math>\pm</math>0,57b</b>	<b>1,50<math>\pm</math>0,71b</b>	<b>1,20<math>\pm</math>1,13b</b>	0,10 $\pm$ 0,3a	0a	0a	<b>3,70<math>\pm</math>1,77b</b>
Чавыча*	2	02.06.2008	0,20 $\pm$ 0,63a	0a	0,70 $\pm$ 0,82a	0a	0a	1,00 $\pm$ 1,05a	1,90 $\pm$ 1,59a,b
Нерка**	3	25.07.2008	0,40 $\pm$ 0,51a,b	0,20 $\pm$ 0,63a	0,40 $\pm$ 0,52a	0,20 $\pm$ 0,42a	0a	0a	1,20 $\pm$ 0,63a,b
Нерка	4	04.06.2008	0,60 $\pm$ 0,84a,b	0a	0a	1,20 $\pm$ 1,03a,b	1,00 $\pm$ 1,05a	0a	2,80 $\pm$ 1,48a,b
	5	22.06.2008	0,70 $\pm$ 0,94a,b	0,50 $\pm$ 1,08a	0a	1,00 $\pm$ 1,05a,b	0,60 $\pm$ 0,96a	0a	2,80 $\pm$ 2,57a,b
	6	12.07.2008	<b>1,90<math>\pm</math>0,87b</b>	1,00 $\pm$ 1,05a,b	0,40 $\pm$ 0,84a,b	<b>2,60<math>\pm</math>0,52b</b>	0,60 $\pm$ 0,96a	0,40 $\pm$ 0,84a	<b>6,90<math>\pm</math>3,21b</b>
	7	27.08.2008	0,50 $\pm$ 0,52a,b	0,20 $\pm$ 0,63a	0a	0a	0a	0a	0,70 $\pm$ 0,95a
Голец	8	27.08.2008	0,80 $\pm$ 0,92a,b	0,30 $\pm$ 0,67a	1,00 $\pm$ 1,05a,b	0a	0a	0,40 $\pm$ 0,84a	2,50 $\pm$ 1,05a,b
Нерка	9	20.07.2008	0,50 $\pm$ 0,71a,b	0,60 $\pm$ 0,96a,b	0,50 $\pm$ 1,08a,b	0a	0a	1,00 $\pm$ 1,05a	2,60 $\pm$ 2,11a,b
Кижуч	10	20.07.2008	1,00 $\pm$ 1,15a,b	1,60 $\pm$ 1,17a,b	1,50 $\pm$ 1,18a,b	0a	0,30 $\pm$ 0,94a	0,90 $\pm$ 1,19a	<b>5,30<math>\pm</math>2,62b</b>

Примечание: \* — низовье р. Большая (пос. Октябрьский), \*\* — оз. Начикинское. Индексы выражены в условных единицах. Данные для одного органа, отмеченные хотя бы одной одинаковой буквой, достоверно не отличаются между собой (непараметрический метод парных сравнений Колмогорова-Смирнова, при уровне достоверности 0,95%). Жирным шрифтом выделены максимальные значения, достоверно отличающиеся от минимальных значений; наклонным — не имеющие значимых отличий от максимальных и/или минимальных значений. Сумма дана в качестве индикатора общего состояния организма. Обозначения: 1 — кета, 2 — чавыча, низовье р. Большая; 3 — нерка, оз. Начикинское; 4, 5, 6, 7 — нерка, 8 — голец, оз. Курильское; 9 — нерка, 10 — кижуч, оз. Азабачье

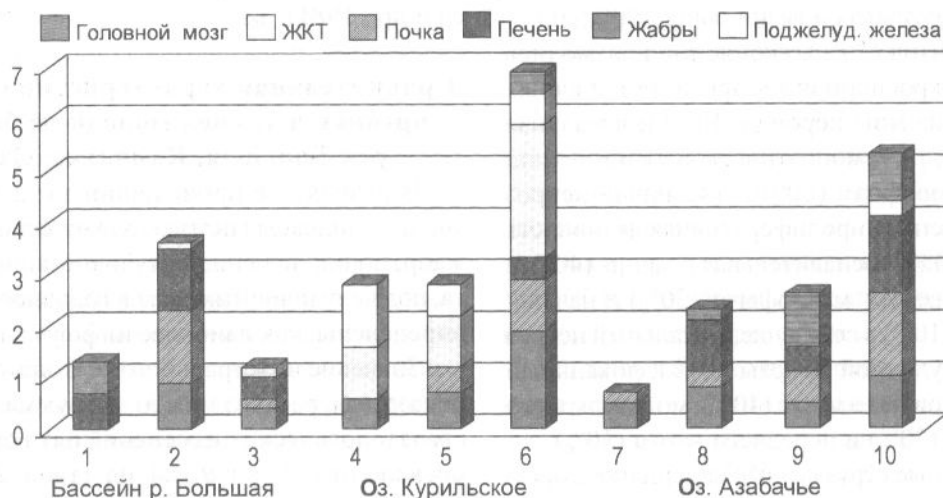


Рис. 9. Значения интегрального гистопатологического показателя (условные единицы) у молоди лососевых рыб из естественных водоемов в 2008 г. По оси ординат — значения показателя (условные единицы), по оси абсцисс — обследуемые выборки рыб. Обозначения: 1 — кета, 2 — чавыча, низовье р. Большая; 3 — нерка, оз. Начикинское; 4, 5, 6, 7 — нерка, 8 — голец, оз. Курильское; 9 — нерка, 10 — кижуч, оз. Азабачье

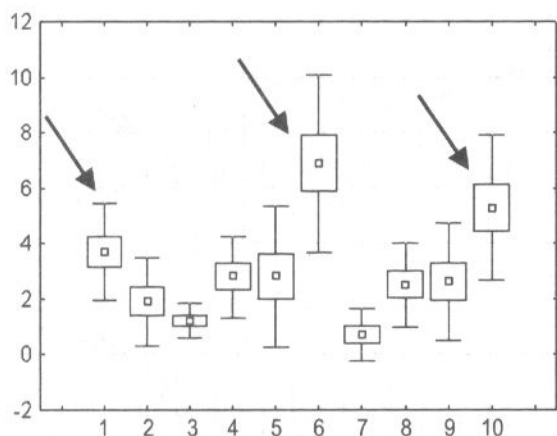


Рис. 10. Значения интегральных гистопатологических показателей (среднее  $\pm$  стандартная ошибка) у молоди лососевых рыб из естественных водоемов в 2008 г. По оси ординат — значения показателя (условные единицы), по оси абсцисс — обследуемые выборки рыб: 1 — кета, 2 — чавыча, низовье р. Большая; 3 — нерка, оз. Начикинское; 4, 5, 6, 7 — нерка, 8 — голец, оз. Курильское; 9 — нерка, 10 — кижуч, оз. Азабачье. Обозначения:  $\square$  — среднее,  $\square$  — стандартная ошибка,  $\square$  — 0,95 доверительный интервал.

Примечание: стрелками отмечены группы рыб, интегральные показатели которых достоверно отличаются от минимальных значений (непараметрический метод парных сравнений тест Колмогорова-Смирнова)

вероятно, были вызваны антропогенной нагрузкой в этом районе. Стоит особо отметить, что индексы гистопатологических изменений почки и печени у этой группы рыб были самыми высокими достоверно значимыми, по сравнению с другими группами исследуемых лососей.

Значение интегрального гистопатологического показателя у молоди лососей в бассейне р. Большая в 2007–2008 гг. варьировало от 1,6 до 3,7 усл. ед. (рис. 12). Наименьший ИГП был у сеголеток кижуча из оз. Начикинское в 2007 г., наибольший — у годовиков этого же вида рыб (2007 г.) и у сеголеток кеты (2008 г.), отобранных из низовья р. Большая. Достоверно значимые значения ИГП и индексов гистопатологических изменений обнаружены у последней группы рыб (рис. 12, 13).

Самый высокий ИГП в оз. Курильское регистрировали у сеголеток нерки в 2007 г. (8,3 усл. ед.) (рис. 14). По результатам гидрохимических исследований (20.08.2007) содержание биогенов в слое 0–5 м, в основном, находилось в пределах варибельности значений элементов в этом озере (данные лаборатории гидрохимии). Среднемесячная температура воды в августе составляла 8,4°C и не выходила за пределы варибельности межгодовых ее значений — 7,1–10,5°C (данные Озерновского наблюдательного пункта).

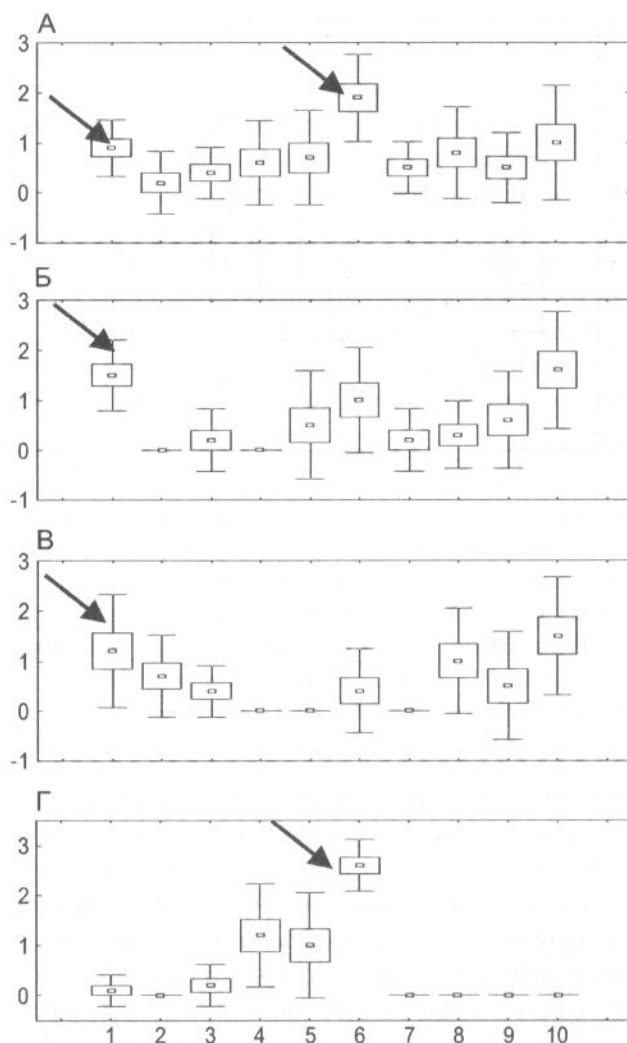


Рис. 11. Значения индексов гистопатологических изменений жабр (А), почек (Б), печени (В) и ЖКТ (Г) у молоди лососевых рыб из естественных водоемов в 2008 г. (среднее  $\pm$  стандартная ошибка). По оси ординат — значения показателя (условные единицы), по оси абсцисс — обследуемые выборки рыб: 1 — кета, 2 — чавыча, низовье р. Большая; 3 — нерка, оз. Начикинское; 4, 5, 6, 7 — нерка, 8 — голец, оз. Курильское; 9 — нерка, 10 — кижуч, оз. Азабачье. Обозначения и примечание — те же, что в рис. 10

Отбор проб от сеголеток нерки проводили 26.08.2007. Нерестовый ход производителей нерки в озеро начался в июне (ко времени отбора проб прошло полтора месяца). Всего на нерест в озеро зашло около 4 млн 860 тыс. рыб (Маслов А.В., данные авиаучетов). Оптимальной численностью нерки на нерестилищах оз. Курильского считается 2 млн экземпляров (Остроумов, 1972). Вероятнее всего, большое количество рыб, зашедших на нерестилище в 2007 г., и гибель отнерестившихся особей способствовали созданию благоприятных условий для размножения патогенных и условно-патогенных агентов. Об активности нитрификацион-

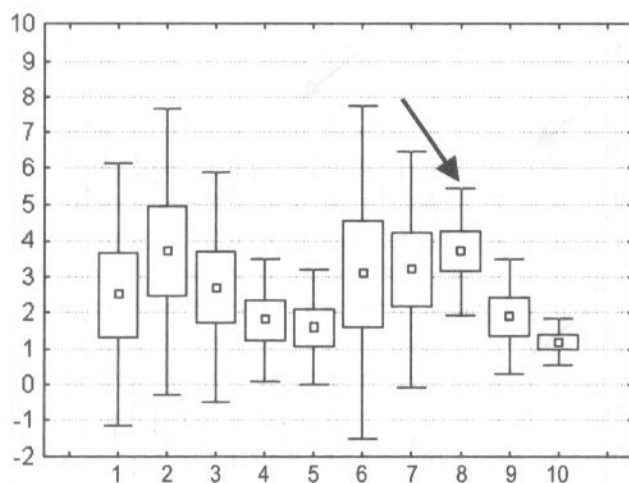


Рис. 12. Значения интегральных гистопатологических показателей (условные единицы) у лососевых рыб в 2007–2008 гг. в бассейне р. Большая. 1 — кета, 2 — кижуч, 3 — нерка, низовье р. Большая; 4, 5 — нерка, 6, 7 — кижуч, оз. Начикинское (2007 г.); 8 — кета, 9 — чавыча, низовье р. Большая; 10 — нерка, оз. Начикинское (2008 г.). Обозначения и примечание — те же, что в рис. 10

ных процессов, происходивших в озере, свидетельствует и повышенное содержание нитритов в воде, до 0,129 мг/л (данные лаборатории гидрохимии).

Следует также отметить, что у 30% рыб этой же группы обнаружили некробиотические изменения в почках, жабрах, желудочно-кишечном тракте, коже и головном мозге, характерные для инфекционного некроза гемопоэтической ткани (ИНН) (Гаврюсева, 2004; 2006). Вирусологическими методами исследования у половозрелой нерки из оз. Курильское в 2005–2007 гг. (Рудакова, Бочкова, 2008) выделяли вирусного патогена, вызывающего это заболевание, — ИHNV.

Очевидно, что в озере существует природный очаг инфекции. Накопление вирусных частиц в водоеме при неблагоприятных условиях (повышение температуры, переполнение нерестилищ) может вызвать вспышку заболевания у молоди рыб.

Достоверно значимые значения ИГП и индексов гистопатологических изменений жабр и желудочно-кишечного тракта обнаружены у смолтов нерки в 2008 г. в конце ската. Индекс гистопатологических изменений ЖКТ был самым высоким за весь период исследований молоди лососевых рыб из естественных водоемов (рис. 15). Эти же группы рыб были наиболее заражены плероцеркоидами цестод. На высокую зараженность половозрелых особей нерки в оз. Курильское указывали многие исследователи (Коновалов, 1971; Карманова, Надеева, 2005; Сергеенко и др., 2008).

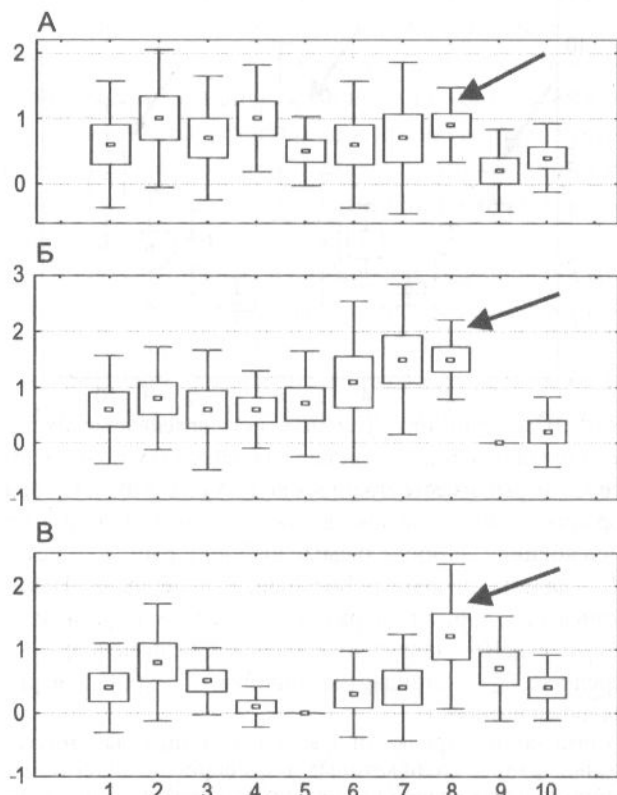


Рис. 13. Значения индексов гистопатологических изменений (условные единицы) жабр, почек и печени у лососевых рыб в 2007–2008 гг. в бассейне р. Большая. 1 — кета, 2 — кижуч, 3 — нерка, низовье р. Большая; 4, 5 — нерка, 6, 7 — кижуч, оз. Начикинское (2007 г.); 8 — кета, 9 — чавыча, низовье р. Большая; 10 — нерка, оз. Начикинское (2008 г.).

Обозначения и примечание — те же, что в рис. 10

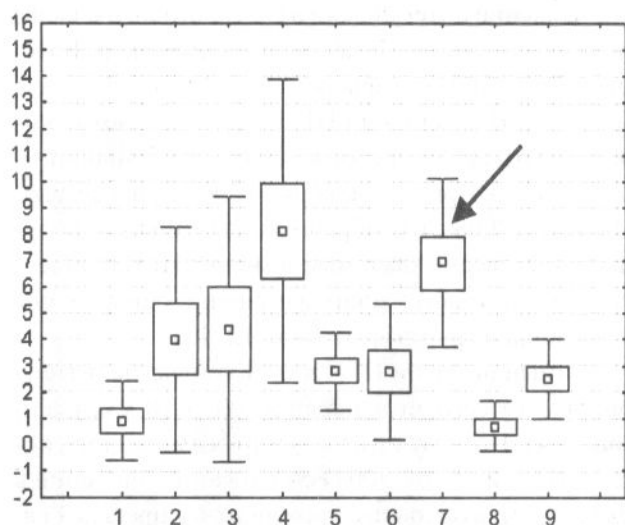


Рис. 14. Значения интегральных гистопатологических показателей (условные единицы) у лососевых рыб в 2007–2008 гг. в оз. Курильское. 1 — личинки, 2, 3 — смолты, 4 — сеголетки нерки (2007 г.); 5, 6, 7 — смолты, 8 — сеголетки нерки, 9 — голец (2008 г.).

Обозначения и примечание — те же, что в рис. 10

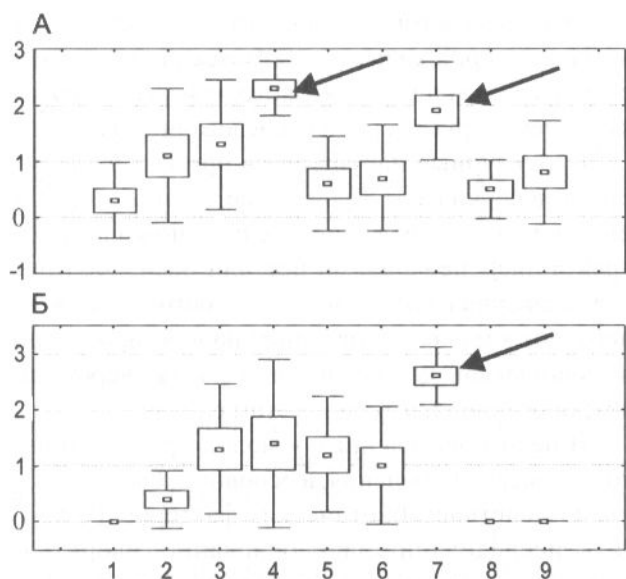


Рис. 15. Значения индексов гистопатологических изменений (условные единицы) жабр (А) и ЖКТ (Б) у лососевых рыб в 2007–2008 гг. в оз. Курильское. 1 — личинки, 2, 3 — смолты, 4 — сеголетки нерки (2007 г.); 5, 6, 7 — смолты, 8 — сеголетки нерки, 9 — голец (2008 г.). Обозначения и примечание — те же, что в рис. 10

В водоемах Камчатки в отдельные годы существует достоверная положительная корреляция между численностью производителей нерки на нерестилищах и численностью бурых медведей, а также некоторых видов рыбоядных птиц (Бугаев и др., 2008; Лобков, 2002). Вероятно, повышенная концентрация производителей нерки на нерестилище в 2007 г. привела к увеличению численности птиц и медведей, которые, в свою очередь, являясь промежуточными хозяевами цестод (Делямуре и др., 1985), распространяли и увеличивали численность паразитов в озере. Наиболее вероятным первым промежуточным хозяином дифиллоботриид у рыб в водоемах Камчатки является *Cyclops scutifer* (Карманова, 1998) — представитель ракообразных, который широко распространен в оз. Курильское (Бонк, 2001) и составляет значительную часть пищевого рациона молоди тихоокеанских лососей (Сынкова, 1951; Введенская, Травина, 2000, 2001). Таким образом, на рыб в оз. Курильское, кроме абиотических факторов, неблагоприятное влияние оказывают патогенные агенты различной этиологии.

По сравнению с 2007 г. ИГП у одно-, двухгодовиков кижуча из оз. Азабачье по-прежнему высокий и достоверно значимый, хотя его значение несколько снизилось. У сеголеток нерки его значение не так велико и достигает 2,6 усл. ед. (рис. 16). Достоверно значимые индексы гистопатологических изменений выявлены в жабрах и почке у кижуча в 2007 г. (рис. 17).

Деструктивные изменения в жабрах кижуча могли быть вызваны и недостатком кислорода в воде, но многие исследователи отмечают, что содержание этого элемента в водоемах Камчатки в безледный период высокое, и рыбы не испытывают дефицита кислорода (Базаркина, 2002; Уколова, Свириденко, 2002).

По результатам гидрохимических исследований (16.08.2007), содержание биогенов в слое 0–5 м находилось в пределах варибельности значений биогенных элементов в этом озере (Сапожников и др., 2004). Температура воды тоже существенно не

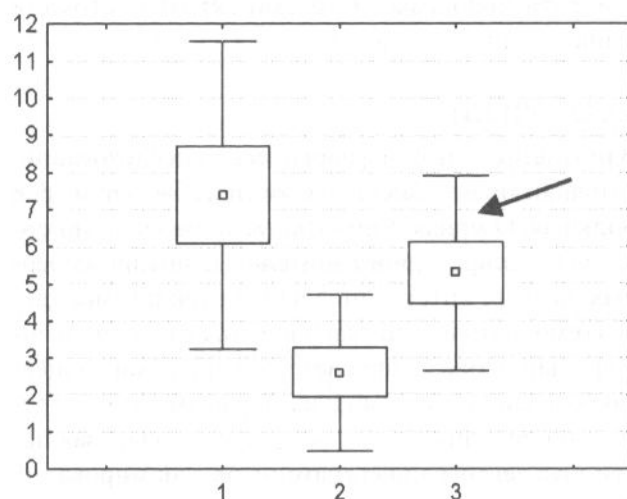


Рис. 16. Значения ИГП (условные единицы) жабр и ЖКТ у лососевых рыб из оз. Азабачье в 2007–2008 гг.: 1 — кижуч (2007 г.), 2 — нерка, 3 — кижуч (2008 г.). Обозначения и примечание — те же, что в рис. 10

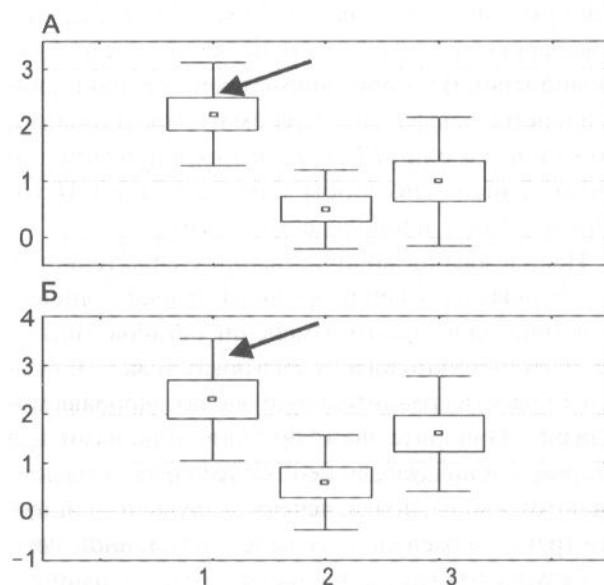


Рис. 17. Значения индексов гистопатологических изменений жабр (А) и почек (Б) у молоди лососевых рыб из оз. Азабачье в 2007–2008 гг.: 1 — кижуч (2007 г.), 2 — нерка, 3 — кижуч (2008 г.). Обозначения и примечание — те же, что в рис. 10

отличалась от среднемноголетних данных и составляла 14,2°C, рН — 6,9–7,4 (данные Азабачинского наблюдательного пункта). По-видимому, деструктивные изменения в жабрах и почке кижуча были инициированы фертилизацией водоема вулканическим пеплом.

Как известно, в ходе адаптации молоди рыб к морской воде высокую нагрузку несут выделительная система и жабры (Вейдемейер и др., 1981; Noga, 1996). Поэтому прохождение процесса смолтификации, успешная адаптация молоди к морской воде и, в конечном итоге, величина промыслового возврата лососевых рыб зависят от состояния вышеуказанных органов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате патоморфологических исследований, у молоди тихоокеанских лососей из бассейнов рек Большая, Озерная, Камчатка установлены: гиперплазия респираторного эпителия, слипание жаберных ламелл; интерстициальный отек и гемосидероз гемопоэтической ткани почки, скопление эозинофильных масс в просвете почечных канальцев; вакуолизация, ядерный плеоморфизм, вторая-третья степень липоидной дистрофии и очаговая цетроидная дегенерация гепатоцитов; формирование грануляционной ткани вокруг плероцеркоидов цестод в желудочно-кишечном тракте и поджелудочной железе; некроз продолговатого мозга и гранулированного слоя мозжечка.

Выявлены паразитарные простейшие *Caprihana piscium*, *Apiosoma conicum* и *Epitheliocystis* на жаберных ламеллах, плероцеркоиды цестод (дифиллоботриид) в желудочно-кишечном тракте, личинки нематоды в плавательном пузыре и гонадах, споры и плазмодии *Pleistophora sp.* в просвете почечных канальцев, споры микроспоридии *Muxobolus arcticus* в продолговатом мозге.

Использование количественных характеристик структурных нарушений органов и тканей — индекса гистопатологических изменений органов и интегрального гистопатологического показателя — позволило провести сравнительную оценку здоровья молоди рыб. Приоритетными органами и тканями, для которых эти показатели необходимо рассчитывать, являются жабры, почка, печень, желудочно-кишечный тракт, поджелудочная железа и головной мозг.

Результаты гистологических и гистохимических исследований свидетельствуют, что состояние здоровья сеголеток нерки из оз. Курильское и нерки из оз. Начикинское удовлетворительное.

Проведенный гистологический анализ органов и тканей молоди тихоокеанских лососей позволяет

считать, что состояние здоровья у сеголеток кеты из бассейна р. Большая, покатников нерки в конце ската из оз. Курильское и у кижуча из оз. Азабачье хуже, чем у других групп исследованных рыб.

Структурные нарушения в органах и тканях смолтов нерки из оз. Курильское, возможно, были инициированы заражением желудочно-кишечного тракта плероцеркоидами цестод (дифиллоботриид), у кижуча из оз. Азабачье — длительным воздействием на вышеуказанный водоем продуктов вулканической деятельности, а у кеты, вероятно, антропогенной нагрузкой в этом районе.

В целом, выявленные у молоди рыб гистопатологические изменения, в основном, были вызваны воздействием биотических факторов. Результаты исследований дают основание говорить о том, что при рассмотрении условий нагула, наряду с абиотическими (данные морфометрии, температурного режима, гидрохимических и продукционных характеристик) и биотическими факторами, необходимо обращать особенное внимание на эпизоотическое состояние исследуемых водоемов. Для получения более достоверной информации о влиянии абиотических факторов на состояние здоровья рыб необходимы данные многолетних исследований.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Автор приносит искреннюю благодарность за помощь при выполнении работы сотрудникам КамчатНИРО — В.Ф. Бугаеву, С.А. Травину, С.А. Петрову, а также всем коллегам, принимавшим участие в сборах гистологических проб во время экспедиционных работ; В.А. Дубынину — за определение возраста нерки, а также сотрудникам лаборатории гидрохимии, предоставившим первичные данные по химическому составу воды за 2007 г.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Базаркина Л.А. 2002. К проблеме повышения кормовых ресурсов молоди нерки в озере Азабачье // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 6. С. 251–259.
- Боровиков В. 2003. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. СПб.: Питер, 688 с.
- Бонк Т.В. 2001. Сравнительная характеристика видового состава зоопланктона озер юга Камчатки и Корякского нагорья // Сб. матер. II науч.-практ. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и

прилегающих морей» (Петропавловск-Камчатский, 9–10 апреля 2001 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчат. С. 31–32.

Бугаев В.Ф. 1995. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности). М.: Колос, 464 с.

Бугаев В.Ф., Вронский Б.Б., Заварина Л.О., Зорбиди Ж.Х., Остроумов А.Г., Тиллер И.В. 2008. Рыбы реки Камчатка (Под ред. д.б.н. В.Ф. Бугаева). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 459 с.

Васильев А.С., Буйневич А.В. 2004. Морфопатологический анализ состояния органов и тканей массовых видов рыб Рыбинского водохранилища // Расширенные материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб». М. С. 243–252.

Вейдемейер Г.А., Мейер Ф.П., Смит Л. 1981. Стресс и болезни рыб. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 127 с.

Введенская Т.Л., Травина Т.Н. 2000. Донная фауна беспозвоночных оз. Курильского и ее роль в питании молоди нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) // Тез. докл. второй област. науч.-практ. конф. «Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки» (Петропавловск-Камчатский, 3–6 октября 2000 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчат. бас. упр. по охране и воспроизводству рыб. запасов и регулированию рыболовства. С. 41–42.

Введенская Т.Л., Травина Т.Н. 2001. Роль донной фауны беспозвоночных озера Курильское в питании молоди нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) // Вопр. ихтиологии. Т. 41. № 4. С. 518–524.

Волкова О.В., Елецкий Ю.К. 1982. Основы гистологии с гистологической техникой. 2-е изд. М.: Медицина, 304 с.

Гаврюсева Т.В. 2004. Гистопатологические изменения при инфекционном некрозе гемопоэтической ткани (ИHN) у мальков нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) на Малкинском ЛРЗ в период эпизоотии // Вопр. рыболовства. Т. 5. № 1 (17). С. 132–146.

Гаврюсева Т.В. 2006. Морфологические изменения у молоди тихоокеанских лососей из естественных водоемов и на рыбоводных заводах Камчатки: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 24 с.

Гаврюсева Т.В., Сергеенко Н.В., Бочкова Е.В. 2007. Влияние биотических и абиотических факто-

ров на здоровье нерки *Oncorhynchus nerka* в озерах Камчатки // Матер. науч.-практ. конф. «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды» (Минск – Нарочь, 17–22 сентября 2007 г.). Минск: БГУ, 89 с.

Делямуре С.Л., Скрябин А.С., Сердюков А.М. 1985. Дифиллоботрииды — ленточные гельминты человека, млекопитающих и птиц // Основы цестодологии. Т. 11. М.: Наука, 200 с.

Житенева Л.Д., Полтавцева Т.Г., Рудницкая О.А. 1989. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. Ростов н/Д.: Ростовское кн. изд-во, 112 с.

Заботкина Е.А., Лапирова Т.Б., Микряков В.П. 2005. Методы оценки иммунологического статуса пресноводных костистых рыб // Расшир. мат. Всерос. науч.-практ. конф. «Эпизоотологический мониторинг в аквакультуре: состояние и перспективы». М.: Россельхозакадемия. С. 40–44.

Заботкина Е.А., Микряков В.П. 1997. Реакция иммунокомпетентных клеток печени карпа на воздействие карбофоса // Докл. РАН. Т. 352. № 4. С. 562–564.

Зорбиди Ж.Х. 1974. Динамика численности камчатского кижуча *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum) и экология его молоди в пресных водах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 35 с.

Иевлева М.Я. 1970. Состояние гонад у молоди красной в период ее миграции из реки в море // Изв. ТИНРО. Т. 73. С. 54–71.

Исси И.В. 1986. Микроспоридии // Протозоология. Л.: Наука, № 10. С. 3–121.

Карманова И.В. 1998. Паразиты тихоокеанских лососей в эпизоотической обстановке паразитозов в бассейне реки Паратунки (Камчатка): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: Ин-т паразитол. РАН, 23 с.

Карманова И.В., Надеева О.А. 2006. Паразиты нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) — потенциально опасные для здоровья человека // Матер. междунар. науч. конф. «Фауна, биология, морфология и систематика паразитов» (Москва, 19–21 апреля 2006 г.), 35 с.

Коновалов С.М. 1971. Дифференциация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum). Л.: Наука, 228 с.

Лабораторный практикум по болезням рыб. 1983. (Под ред. В.А. Мусселиус.) М.: Наука, 295 с.

- Леванидов В.Я. 1964. О связи между плотностью заполнения нерестилиц и эффективностью нереста амурских лососей // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 55. С. 65–73.
- Лобков Е.Г. 2002. Трофические связи птиц с лососевыми рыбами на Камчатке // Биология и охрана птиц Камчатки. М.: Центр охраны дикой природы. Вып. 4. С. 3–30.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. 1984. Паразитические простейшие (Под ред. О.Н. Бауэр и др.). Вып. 143. Т. 1. Ч. 1. Л.: Наука, 431 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. 1987. Паразитические многоклеточные (Под ред. О.Н. Бауэр и др.). Вып. 149. Т. 3. Ч. 2. Л.: Наука, 577 с.
- Остроумов А.Г. 1972. Нерестовый ход красной и динамика ее численности в бассейне оз. Азабачье по материалам авиаучета и аэрофотосъемок // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 82. С. 135–142.
- Патологическая анатомия. 2000 (Под ред. Пальцева М.А., Аничкова Н.М.). Т. 1. 528 с.
- Решетников Ю.С., Попова О.А. 1995. Оценка состояния пресноводных экосистем по состоянию рыбной части сообщества // Проблемы экологии и современного природопользования северо-запада России и Псковской области. Псков: ПГПИ. С. 41–52.
- Решетников Ю.С., Попова О.А. 2007. Метод экспертной оценки состояния рыб // Расширенные матер. междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов–2» (Борок, 17–20 июля 2007 г.) М.: Россельхозакадемия. С. 317–321.
- Сапожников В.В., Аржанова Н.В., Агатова А.И., Кирпичев К.Б., Лукьянова О.Н., Лапин С.А., Миловская Л.В., Уколова Т.К., Свириденко В.Д., Базаркина Л.А. 2004. Результаты гидрохимических исследований оз. Азабачье (Камчатка) // Водные ресурсы. Т. 31. № 5. С. 599–605.
- Рудакова С.Л. 2004. Состояние здоровья популяций лососей на Камчатке и воздействие на них вируса инфекционного некроза гемопозитической ткани: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петро-заводск, 24 с.
- Рудакова С.Л., Бочкова Е.А. 2008. Горизонтальная передача вируса инфекционного некроза гемопозитической ткани молоди нерки от половозрелых рыб-вирусоносителей // Мат. междунар. науч.-практ. конф. «Современное состояние водных биоресурсов» (Новосибирск, 26–28 марта 2008 г.). Новосибирск: Агрос. С. 385–386.
- Селифонов М.М. 1988. Некоторые черты биологии и колебания численности нерки бассейна реки Озерной (Камчатка). Проблемы фертилизации лососевых озер Камчатки. Владивосток // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. С. 114–129.
- Сергеенко Н.В., Надеева О.А., Гаврюсева Т.В. 2008. Санитарно-эпидемиологическое состояние популяций тихоокеанских лососей Камчатки // Матер. междунар. науч.-практ. конф. «Современное состояние водных биоресурсов» (Новосибирск, 26–28 марта 2008 г.). Новосибирск: Агрос. С. 387–391.
- Струков А.И., Серов В.В. 1995. Патологическая анатомия. М.: Медицина, 564 с.
- Сынкова А.И. 1951. О питании тихоокеанских лососей в камчатских водах // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Владивосток. Т. 34. С. 105–121.
- Уколова Т.К., Свириденко В.Д. 2002. Межгодовая динамика кислорода и биогенов в оз. Курильское в 1980–2000 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 6. С. 7–18.
- Уколова Т.К., Свириденко В.Д. 2004. Гидрохимический режим озера Курильского в 2002 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 7. С. 70–78.
- Факторович К.А. 1984. Алиментарные заболевания рыб // Биологические основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб. М.: Наука. С. 144–159.
- Ashley L.M., Halver J.E. 1968. Dimethylnitrosamine-induced hepatic cell carcinoma in rainbow trout // J. Nat. Cancer Inst. V. 41. P. 531–552.
- Amin A.B., Mortensen L., Poppe T. 1992. Histology atlas normal structure of Salmonids // Akvapatologisk Labor. AS BODJ - Norway, 222 p.
- Austin B., and D.A. Austin. 1989. Methods for the microbiological examination of fish and shellfish // Depart. Biol. Sci. Heriot-Watt Univ., Edinburgh EH-I IHX, Scotland. P. 69–97.

- Bancroft D., Stevens A., and Turner D.R.* 1990. Theory and practice of histological techniques. 3<sup>rd</sup> ed. Churchill Livingstone Inc. Edinburgh – London – Melbourne – New York, 725 p.
- Bell G.L., Margolis L.* 1976. The fish health program and the occurrence of fish diseases in the Pacific region of Canada // *Fish Pathol.* V. 10. P. 115–122.
- Bruno D.W., and Poppe T.T.* 1996. A colour atlas of Salmonid diseases // Harcourt Brace and Co. Publ., 186 p.
- Bucke D.* 1998. Cataracts in farmed fish — a multidisciplinary initiative for scientific progress: histological techniques for teleost eyes // *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* V. 18. P. 121–123.
- Culling C.F.A., Allison R.T., and Barr W.T.* 1985. Cellular pathology technique. 4 ed. Butterworths // Co. Publ. LTD. London. P. 3–163.
- Eller L.L.* 1971. Histopathological lesions in cutthroat trout (*Salmo clarki*) exposed chronically to the insecticide endrin. *Ar. J. Pathol.* V. 64. P. 321–336.
- Ferguson H.W.* 1995. Systematic pathology of fish. A text and atlas of comparative tissue responses in diseases of Teleosts. 3<sup>rd</sup> ed. Iowa State Univ. Press Ames, 267 p.
- Fish pathology.* 1989. (Ed. by Roberts, R.J.) Univ. Stirling, Scotland, 383 p.
- French R.R.* 1965. Visceral adhesions in high-seas salmon // *Trans. Am. Fish. Soc.* № 5. P. 177–181.
- Johnson A.* 1988. Port Townsend pen-reared salmon mortality; results of screening surveys for toxic chemical in tissues, sediments, seawater, and effluents. October–December 1987. Washington State Dept. Ecology, Olympia, Washington, Seg. N. 09–17–01. P. 1–33.
- Hinton D.E., Couch J.A., Teh S.J., Courtney L.A.* 1988. Cytological changes during progression of neoplasia in selected fish species // *Aquat. Toxicol.* V. 11. P. 77–112.
- Kent M.L.* 1990. Netpen liver disease (NDL) of salmonid fishes reared in sea water: species susceptibility, recovery, and probable cause // *Dis. Aquat. Org.* V. 8. P. 21–28.
- Kent M.L.* 1992. Diseases of seawater netpen-reared salmonid fishes in the Pacific northwest // *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* V. 116, 76 p.
- Kent M.L., Myers M.S., Hinton D.E., Eaton W.D., Elston R.A.* 1988. Suspected toxicopathic hepatic necrosis and megalocytosis in pen-reared Atlantic salmon *Salmo salar* in Puget Sound, Washington, USA // *Dis. Aquat. Org.* V. 4. P. 91–100.
- Myers M.S., Rhodes L.D., McCain B.B.* 1987. Pathologic anatomy and patterns of occurrence of hepatic neoplasms, putative preneoplastic lesions, and other idiopathic hepatic conditions in English sole (*Parophrys vetulus*) from Puget Sound, Washington // *J. Nat. Cancer Inst.* V. 78. P. 333–363.
- Nagasawa K.* 1985. Prevalence of visceral adhesions in sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka* in the central north Pacific ocean // *Fish. Pathol.* № 20. P. 313–321.
- Nagasawa K.* 1987. Prevalence of visceral adhesions in sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in the north Pacific ocean and Bering sea // In: Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) population biology and future management. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* № 2. V. 96. P. 243–253.
- Noga E.J.* 1996. Fish Disease: diagnosis and treatment. Copyright by Mosby. Year Book. Inc. P. 188–191.
- Novak B., Elliott D.G., Bruno D.V.* 2002. The identification of parasites in fish tissue sections // *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* V. 22 (2). P. 173–177.
- Post G.* 1987. Textbook of fish health. — Neptune City: T.F.H. Publ., Inc. Ltd, 288 p.
- Sindermann C.J.* 1990. Principal diseases of marine fish and shellfish. Oxford, Maryland. 2<sup>nd</sup> ed. V. 1, 521 p.
- Staining procedures.* 1981. (Ed. by Clark George. 4 ed. Williams and Wilkins). Baltimore, MD 21202. USA. P. 1–26.
- Stephen C., Kent M.L., Dawe S.* 1993. Hepatic megalocytosis in wild and farmed Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* in British Columbia, Canada // *Dis. Aquat. Org.* V. 16. P. 35–39.
- Stoskopf M.K.* 1993. Fish medicine. Philadelphia. London. Toronto. Montreal. Sydney. Tokyo. W.B. Saunders company. Harcourt Brace Jovanovich Inc. P. 79–90.
- Yasutake W.T., Wales J.H.* 1983. Microscopic anatomy of salmonids: An Atlas // U.S. Dep. Inter. Fish and Wild. Ser. Washington, 190 p.