



На правах рукописи

М. Шайдуллина

ШАЙДУЛЛИНА Жанар Мухитовна

**Сезонная и возрастная динамика
морфофизиологических показателей леща реки Урал**

03.00.10 - ихтиология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

14 МАЙ 2009

Астрахань, 2009

Работа выполнена в Астраханском государственном
техническом университете

Научный руководитель: доктор биологических наук
В.Н. Крючков

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
Н.А. Каниева

доктор биологических наук
Г.Ф. Металлов

Ведущая организация: Астраханский государственный природ-
ный биосферный заповедник

Защита состоится 26 мая 2009 г. в 12 часов на заседании диссер-
тационного совета Д 307.001.05 при Астраханском государст-
венном техническом университете по адресу: 414025, г. Астра-
хань, ул. Татищева, 16, ГК ауд. 309.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Астраханско-
го государственного технического университета

Автореферат разослан 24 апреля 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.б.н., доцент



Э.И. Мелякина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Лещ – *Abramis brama orientalis* – одна из наиболее многочисленных рыб Урало-каспийского региона, занимающая важное место в структуре его экосистемы и являющаяся одним из важнейших промысловых объектов. В последние годы все явственнее проявляются симптомы неблагополучия этого вида, что находит свое проявление, прежде всего, в уменьшении уловов. Понимая, что одна из основных причин – это нерациональный промысел, тем не менее, нельзя не считаться с изменившимися за последнее время условиями нагула, нереста и качеством водной среды.

Одним из условий процветания вида является то, насколько он способен адаптироваться к меняющимся факторам среды. Для оценки адаптивных изменений (или эти изменения могут быть патологическими, если морфофизиологические перестройки выходят за пределы нормального реагирования) необходимо выбрать адекватные методы. Несомненный интерес представляют эколого-морфофизиологические исследования школы академика С.С. Шварца (1958, 1980), выполняемые методом морфофизиологических индикаторов. Пик популяризации идей С.С. Шварца пришелся на 70-е годы прошлого века, когда было выполнено подавляющее большинство таких работ, однако и в настоящее время этот метод с успехом применяется (Моисеенко, Яковлев, 1990; Моисеенко 2000). При этом ряд ученых убедительно показали целесообразность дополнения этого метода биохимическими, гистологическими и другими исследованиями.

К числу чувствительных и быстро реагирующих на внешние воздействия систем организма относится липидный обмен. Метаболизм липидов тесно связан с деятельностью различных систем органов, в том числе с мембранными структурами, и принимает важное участие в поддержании биологического равновесия (Храпова, 1981). При проведении эколого-биохимического мониторинга одной из наиболее чувствительных систем признаны именно мембранные структуры тканей животных, т.к. они являются основным субстратом для формирования структурного следа в системах, ответственных за адаптацию организма (Меерсон, 1981; Сидоров, 1983). Патоморфологические изменения внутренних органов рыб являются одними из объективных критериев негативного влияния среды, чему посвящено большое количество исследований (Корниенко и др., 1996; Ткачева, Рыжков, 1997; Федорова и др., 1999; Крючков и др., 2004).

Загрязнение окружающей среды является фактором, стремительно (в эволюционном времени) изменяющим условия обитания организмов (Моисеенко, 2000). На изменение условий жизни животные реагируют в соответствии с генетически запрограммированными механизмами выживания в стрессовой ситуации. В соответствии с концепцией академика

Апробация. Материалы диссертации докладывались на Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии» (Караганда, 2003, 2004), на международной научно-практической конференции «Перспективы устойчивого развития экосистем Прикаспийского региона» (Алматы, 2004), на международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения и рационального использования биоразнообразия Прикаспия и сопредельных регионов» (Элиста, 2006), на международной научной конференции «Биоразнообразие животного мира Казахстана, проблемы сохранения и использования» (Алматы, 2007), на республиканской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы социально-экономического развития западного региона Казахстана» (Актау, 2007), на IX Международной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа» (Махачкала, 2007) и на ежегодных научных конференциях профессорско-преподавательского состава Астраханского государственного технического университета.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, литературного обзора, материалов и методов исследования, результатов собственных исследований, изложенных в пяти главах, заключения и выводов. Материал изложен на 156 страницах, имеет 14 рисунков и 29 таблиц. Список использованной литературы содержит 170 наименований.

Материал и методы исследований

Работа выполнена на базе кафедры гидробиологии и общей экологии Астраханского государственного технического университета. Исследования в Урало-Каспийском бассейне проводились в период 2004 – 2008 гг. в двух относительно обособленных районах: в р. Урал и в его преддельном пространстве.

Объектом исследования служил лещ (*Abramis brama orientalis*, *Abramis Cuvier*), обитающий в реке Урал и в прилегающей к устью Урала акватории Северного Каспия. Лов леща осуществлялся на промысловых участках «Буторки», «Нижняя Пешнойская» и в преддельном районе Северного Каспия.

Гидрохимические анализы включали в себя следующий комплекс параметров: РН, концентрация кислорода, содержание в воде минерального фосфора и азота, перманганатную окисляемость, БПК₅ в воде, которые определялись по общепринятым методикам (Руководство..., 1977)

Морфобиологический анализ выполняли по методике И.Ф.Правдина (1966). Для исследования были взяты следующие показатели: L – длина всей рыбы, l – длина рыбы без хвостового плавника, Q – масса всей рыбы, q – масса рыбы без внутренностей, масса внутренних

органов. Рассчитывались коэффициенты упитанности по Фултону (Ф) и по Кларк (К).

Изучались морфофизиологические показатели:

- индекс селезенки (масса органа, г/г, г*100)
- индекс почек (масса органа, г/г, г*100)
- индекс жабр (масса органа, г/г, г*100)
- гепатосоматический индекс (масса органа, г/г, г*100)

Химический анализ

Изучение содержания тяжелых металлов в воде проводилось методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (Прайс, 1976) на спектрофотометре «Perkin-Elmer-5000».

Суммарное количество углеводов в тканях рыб определялось гравиметрическим методом. Фракция ароматических углеводов определялась спектрофотометрическим методом с использованием спектрофотометра СФ-4А.

Анализ хлорорганических пестицидов (ХОП) выполнен на газовом хроматографе «Янако» с детектором по захвату электронов.

Биохимический анализ

Для биохимического анализа использовались ткани мышц и печени.

Общие липиды в тканях определялись по Цольнеру в модификации С.И. Седова (Седов и др., 1972). Общий холестерин определяли на основе цветной реакции Либермана-Бурхарда (метод Илька), основанной на цветной реакции холестерина с уксусной и серной кислотами в присутствии уксусного ангидрида (Крылов и др., 1981). О содержании фосфолипидов (ФЛ) судили по количеству неорганического фосфора в пробе (Кушманова, Ивченко, 1983). Определение содержания гликогена в печени проводили колориметрически на основе цветной реакции с антроном (Крылов и др., 1981). Белок определялся спектрофотометрически по методу Варбурга и Христиана (Методы..., 1988).

Патоморфологические методы

При исследовании применялся метод визуальной оценки изменений морфологических показателей рыб. Так как бальная система оценки аномалий по лещу в доступной нам литературе не встречалась, на основе работы Ю.С. Решетникова по сигам (1999) была разработана система визуальной оценки органов леща. Степень поражения каждого органа оценивалась в баллах от 1 до 4, отсутствие патологий оценивалось, как 0 баллов. Ненормированный индекс неблагоприятного состояния (ИНС) определяется как сумма всех баллов по всем органам.

Гистологический анализ

Для патогистологического анализа использовались ткани печени, жабр и туловищной почки. Гистологические препараты приготавливали по общепринятым методикам (Ромейс, 1953). Ткани фиксировались рас-

твором Буэна. Полученные срезы окрашивались гематоксилин-эозином. Анализ и фотографирование микропрепаратов осуществлялись на микроскопе «Olympus BH-2». При помощи окуляра-микрометра были определены основные морфометрические параметры печени и почек (Автандилов, 1990). Тяжесть патологии оценивали по балльной системе, предложенной Л.А. Лесниковым и И.Д. Чинаревой (1987).

Статистическую обработку результатов проводили по критерию Стьюдента (Лакин, 1980).

Всего было проанализировано более 350 экз. леща, в т.ч. на гистологический анализ – 30 экз., на биохимический анализ – 150 экз., на содержание в тканях углеводов – 56 экз., на содержание ХОП – 10 экз.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Гидролого-гидрохимический режим р. Урал

Гидрологический режим реки Урал в целом благоприятен для размножения и нагула рыб. Однако антропогенное влияние проявляется в присутствии в воде загрязняющих веществ. Так, концентрации в воде цинка, меди, свинца и никеля превышали предельно-допустимые для рыбохозяйственных водоемов.

В районе промыслового участка «Бугорки» (выше г. Атырау), нефтяные углеводороды (НУ) в воде отмечались не во всех пробах, среднее содержание в воде НУ составило $0,015 \pm 0,01$ мг/л. Наибольшее количество НУ в воде было обнаружено на участке тони Еркинкалинской (0,45 мг/л). Меньше всего углеводородов находилось в пробах воды на участке «Нижняя Пешнойская» (в среднем 0,044 мг/л).

В донных отложениях р. Урал выше г. Атырау нефтепродукты в мае 2007 также не были обнаружены. Ниже г. Атырау и до моря нефтепродукты в донных отложениях зарегистрированы в количестве от 10 до 42,1 мг/кг.

2. Морфофизиологическая характеристика нерестовой части популяции леща реки Урал

Основные биологические показатели леща, использовавшегося для анализа, представлены в таблице 1. Все исследованные особи были половозрелыми. Среди них были как ходовые, так и покатные рыбы. Половые железы большинства самок, отобранных на анализ в весенний период, находились на IV стадии зрелости. У части самок – на VI-II стадии. Что касается самцов, то они находились весной на IV стадии, единичные особи – на II стадии зрелости.

Таблица 1

Морфобиологические показатели леща реки Урал

Год	Длина, см	Масса, г	Масса без внутренних, г	Масса печени, г	Масса селезенки, г	Масса почки, г	Масса жабр, г
2004	34,6±0,80	356,5±31,3	302,9±26,6	3,65±0,30	0,82±0,08	2,08±0,19	12,0±0,85
2005	33,34±0,76	337,6±29,6	291,8±27,6	2,48±0,22	0,81±0,08	1,96±0,17	12,16±0,63
2006	35,9±0,83	409,0±43,9	351,4±39,31	3,75±0,39	0,82±0,09	2,49±0,21	13,675±0,89

Масса внутренних органов варьировала в широких пределах. Так, масса печени в различные годы колебалась от 1,2 до 9,2 г. Масса селезенки – от 0,2 до 2,1 г. Масса почек и жабр была менее вариабельна.

В наших исследованиях было установлено наличие достоверных различий между самками и самцами по относительной массе печени (таблица 2).

Таблица 2

Сезонная и половая изменчивость индексов органов леща, %

Месяц, пол		Печень	Почка	Селезенка	Жабры
Апрель-май	♀	0,94±0,04 0,62-1,6	0,52±0,03 0,2-0,83	0,35±0,04 0,14-0,80	3,64±0,11 2,92-4,82
	♂	0,73±0,03 0,3-1,5	0,65±0,04 0,26-0,83	0,27±0,03 0,14-1,1	3,73±0,12 1,94-5,33
Июль-август	♀	0,78±0,03 0,51-1,14	0,50±0,03 0,2-0,78	0,40±0,04 0,15-0,93	3,70±0,13 2,10-5,26
	♂	0,66±0,02 0,3-0,97	0,53±0,04 0,23-0,85	0,31±0,03 0,14-0,81	3,82±0,15 1,90-5,05
Сентябрь-октябрь	♀	0,84±0,03 0,50-1,3	0,51±0,03 0,22-0,80	0,42±0,04 0,13-0,85	3,75±0,12 1,90-4,92
	♂	0,70±0,03 0,29-1,26	0,55±0,03 0,26-0,79	0,35±0,03 0,13-0,80	3,58±0,11 2,05-4,22

Примечание: верхняя строка в ячейке – $M \pm m$, нижняя – min - max

Масса печени как морфофизиологический индикатор

Размеры печени могут резко изменяться в зависимости от возраста, сезона года, образа жизни и кормового режима, а также от физиологического состояния рыбы. Чрезвычайная лабильность массы печени обусловлена тем, что функции этого органа сложны и разнообразны. Индекс печени, в отличие от массы органа, более удобен для использования в исследованиях. По мере роста леща происходит закономерное увеличение массы печени. Причем, это справедливо для относительно младших возрастных групп. Поскольку в более ранний возраст происходит интенсивный рост рыб, увеличение индекса печени свидетельствует о еще более высокой скорости её роста. У половозрелых рыб возрастные изменения

относительной массы печени также наблюдаются. Выражаются они в увеличении индекса от одной возрастной группы к другой. В таблице 3 приведены данные по относительной массе печени в разных возрастных группах. Эти изменения не очень велики и в отдельных случаях бывают противоположными. Однозначная тенденция возрастания относительной массы тела выявлена для самок.

Таблица 3

Изменение индексов внутренних органов леща в зависимости от возраста

Возраст, годы	Масса тела, г	Печень		Почка	Селезенка	Жабры
		♀♀	♂♂			
2	< 200	0,54±0,02 0,3-0,7	0,52±0,02 0,25-0,7	0,88±0,42 0,55-2,0	0,23±0,02 0,2-0,26	-
3-4	200-300	0,79±0,04 0,65-0,93	0,70±0,07 0,4-1,3	0,58±0,04 0,26-1,1	0,31±0,05 0,15-1,1	3,94±0,15 3,2-4,41
5-7	300-400	1,03±0,09 0,63-1,60	0,68±0,07 0,46-1,1	0,52±0,04 0,20-0,83	0,35±0,07 0,14-0,80	3,62±0,14 2,82-4,21
> 8	> 400	1,09±0,10 0,8-1,40	0,63±0,08 0,3-0,91	0,65±0,03 0,48-0,80	0,38±0,05 0,18-0,80	3,27±0,20 1,94-3,86

Примечание: верхняя строка в ячейке – $M \pm m$, нижняя – min - max

Разница между самцами и самками по относительной массе печени нарастает с возрастом рыб. В возрасте 3-4 года различия между самками и самцами по гепатосоматическому индексу составили 12,9%. В 5-7 лет индекс печени самок была на 52% больше чем у самцов, у самых крупных особей – на 73%. Это можно связать с тем, что с ростом самки возрастает и ее плодовитость, и для созревания икры требуется активный белковый синтез, значительная часть которого осуществляется в клетках печени.

Коэффициент вариации характеризует неоднородность исследованной выборки. Нашими исследованиями установлено, что вариабельность гепатосоматического индекса возрастает с увеличением размеров тела (с возрастом). Так, если у лещей с массой тела от 200 до 300 г коэффициент вариации рассматриваемого признака был равен 27,45%, то при нарастании массы тела до 300-400 г коэффициент вариации был уже 36,19%, а у более старших возрастных групп – до 39% и более. У самок индивидуальные колебания вообще выражены больше, чем у самцов. Если, например самцы имели колебания коэффициента вариации в пределах 15,44 – 16,39%, то у самок различных выборок (по сезону, по стадиям зрелости) коэффициент вариации индекса печени изменялся от 21,42 до 46,8%.

Изменения индекса почки леща

Сезонная изменчивость относительной массы почки практически не выражена. У самок этот показатель очень стабилен. У самцов была отмечена некоторая вариабельность индекса почки в зависимости от сезона

года. Наибольшая относительная масса почки у самцов была весной ($0,65 \pm 0,04\%$). Летом и осенью значение этого показателя составило соответственно $0,53 \pm 0,04\%$ и $0,55 \pm 0,03\%$.

Зависимость индекса почки от возраста леща неоднозначна. Самые большие значения индекса почки отмечены у особей в возрасте двух лет – $0,88 \pm 0,42\%$. У лещей в возрасте 3-4 и 5-7 лет этот показатель составил соответственно $0,58 \pm 0,04\%$ и $0,52 \pm 0,04\%$. У крупных особей (массой свыше 400 г) индекс почки достоверно повышается до значения $0,65 \pm 0,03$ (табл. 3).

Изменения индекса селезенки леща реки Урал

Функции селезенки, как известно, связаны с процессами гемопоэза, иммуногенеза, в ней происходит утилизация отмирающих эритроцитов.

Установлено, что относительная масса селезенки закономерно увеличивается с увеличением массы тела леща. Так, если у рыб с массой тела менее 200 г индекс селезенки был $0,23 \pm 0,02\%$ при размахе колебаний от 0,2% до 0,26%, то у более крупных (200-300 г) индекс селезенки составил $0,31 \pm 0,05\%$, при этом увеличилось также максимальное значение этого показателя. При массе тела леща от 300 до 400 г индекс селезенки составил $0,35 \pm 0,07\%$, а при массе свыше 400 г – $0,38 \pm 0,05\%$. Хотя различия между соседними группами рыб статистически недостоверны, тенденция увеличения относительной массы селезенки прослеживается достаточно четко (табл. 3).

Также просматривается тенденция увеличения относительной массы селезенки от весны к осени. Так, у самок наименьшие значения этого показателя были отмечены весной (май) и составили $0,35 \pm 0,04\%$. К лету этот показатель возрос до значения $0,40 \pm 0,04\%$, а осенью – до $0,42 \pm 0,04\%$, достоверно превысив весенний уровень на 20%. У самцов увеличение индекса селезенки от весны к осени составило величину 29,6%.

С возрастом вариабельность этого признака возрастает с 58,66% у 3-4 леток до 70,0% у лещей в возрасте 8 лет и старше.

Относительная масса жабр леща

Жабры играют в организме рыб важную роль как орган дыхания. Однако в литературе данные по относительной массе этого органа встречаются очень редко (Моисеенко, 2000). Средние значения индекса жабр в течение года остаются приблизительно на одном уровне. С увеличением массы тела леща индекс жабр постепенно снижается. Так, разница между особями массой от 200 до 300 г и лещами массой от 300 до 400 г по рассматриваемому признаку составляет порядка 9% ($p > 0,05$), а если сравнить с особями массой свыше 400 г, то разница составит уже свыше 20 % ($p < 0,05$).

В литературе показано, что более высокие индексы жабр наблюдаются в зонах загрязнения (Моисеенко, 2000). Возможно, что под влияни-

ем содержащихся в воде токсических веществ защитная реакция жабр проявляется в разрастании и утолщении их эпителия, что отражается на их относительной массе. Индивидуальный анализ показал, что у тех рыб, у которых были визуально отмечены те или иные нарушения, индекс жабр, как правило, превышал средние показатели. Ускорение метаболизма, повышение потребления кислорода под воздействием токсических веществ приводит к возрастанию физиологической роли жабр, что создает дополнительную нагрузку на орган, и в результате увеличивается их относительная масса.

В целом можно отметить, что любой взятый в отдельности орган, выполняя в организме рыбы свойственную ему функцию, изменяется под воздействием различных факторов. Эти изменения являются не только следствием влияния среды обитания, но и определяются внутренним состоянием исследуемого объекта, его генетической основой, и, как следствие, – физиологическими ритмами, в частности, связанными с размножением, нагулом.

3. Морфопатологический анализ леща

Наиболее отчетливо отклонения от нормы в строении и состоянии органов леща визуально были отмечены при анализе жабр, печени и почек. Степень выраженности патологии органов не зависела от пола и стадии зрелости гонад. Что касается сезонной динамики, то анализ показал, что максимальное значение индивидуальных индексов ИНС наблюдается летом и имеет тенденцию к снижению к осени (таблица 4). Вполне очевидно, что наряду с другими неблагоприятными факторами (например, загрязнение), температура оказывает влияние на выраженность патологических процессов. К осени имело место снижение ИНС, которое происходило как за счет уменьшения выраженности патологических изменений у отдельных особей, так и за счет уменьшения частоты встречаемости особей, имеющих те или иные аномалии.

Таблица 4

Сезонные изменения индекса неблагополучного состояния (ИНС) у леща реки Урал

Сезон	ИНС	min-max	К-во рыб, экз.
Весна	2,25±0,43	0-8	40
Лето	3,86±0,54	0-11	35
Осень	2,76±0,50	0-8	38

Что касается возрастных закономерностей, то наблюдалась тенденция увеличения выраженности патологических изменений у старших

рыб, что находит свое проявление в возрастании значений ненормированного ИНС (таблица 5).

Таблица 5

Ненормированный индекс неблагополучного состояния леща в зависимости от возраста

Возраст	Масса тела, г	Колебания	Среднее	К-во рыб
1-2	< 200	0 – 2	0,78±0,28	9
3-4	200-300	0 – 5	2,70±0,38	42
5-7	300-400	0 – 6	3,10±0,31	40
> 8	> 400	1-8	4,7±0,52	22

В каждой возрастной группе встречались особи как с нормальными органами, так и с имеющими значительные отклонения от нормы. Но в целом значения индекса ИНС позволяют заключить, что лещ реки Урал обитает в зоне относительного экологического благополучия.

Особенности строения и характер изменений печени леща

Печень леща, отловленного в р. Урал, имела типичное строение. При анализе состояния печени исследованных рыб было отмечено, что у большинства (около 70%) рыб отмечались только такие изменения этого органа, которые не связаны с его повреждением.

Наиболее характерным было нарушение микроциркуляции. Соответственно наблюдалось значительное число особей, у которых в паренхиме печени выявлялись геморрагии и плазморрагии различной величины. Кровоизлияния в основном были локализованы вокруг капилляров, реже вблизи крупных сосудов.

Дистрофические изменения гепатоцитов были представлены преимущественно мелкокапельной жировой дистрофией. Еще реже выявлялись некротические изменения. Некрозы преимущественно были фокальными.

Нарушение обмена пигментов проявлялось следующим образом. Среди клеток печени были обнаружены округлые островки из макрофагов, содержащих в своей цитоплазме глыбки пигмента, имевшего черную окраску. Распределение пигментных макрофагов в паренхиме печени было случайным, хотя чаще они находились вблизи кровеносных сосудов.

Была исследована сезонная изменчивость состояния печени леща. В период нереста, когда большинство самок находились в IV стадии зрелости, для печени была отмечена относительно невысокая активность, косвенно оцениваемая по морфометрическим показателям. Несмотря на наиболее высокую относительную массу печени, такие показатели, как диаметр клетки и ядра, а также количество ядрышек были минимальны

по отношению к другим периодам (табл. 6). Летом было отмечено усиление активности печени, что связано с пополнением веществ, затраченных во время нереста. Ядра имели максимальный размер, в них отмечались признаки повышенной синтетической активности: они были крупные, округлой формы содержали одно, чаще два, иногда больше интенсивно окрашенных ядрышка. Оболочка ядра имела четкий контур, на периферии кариоплазмы содержались многочисленные глыбки хроматина. Цитоплазма была интенсивно окрашена, в ней выявлялись многочисленные глыбки и зерна.

Таблица 6

Динамика морфометрических показателей гепатоцитов самок леща на разных стадиях зрелости гонад

Месяц	Стадия зрелости гонад	Индекс печени, %	Диаметр клетки, мкм	Диаметр ядра, мкм	Относительное к-во ядрышек
Апрель-май	IV	0,94±0,04	14,48±0,35	5,95±0,03	1,36 ± 0,17
Июль-Август	II	0,78±0,03	15,14±0,45	6,20±0,02	1,82±0,03
Октябрь	III	0,84±0,03	17,55±0,30	5,97±0,02	1,71 ± 0,02

К окончанию сезона нагула картина несколько меняется. Уменьшается диаметр ядра, начинает уменьшаться количество ядрышек, что свидетельствует о снижении синтетической активности ядра. Увеличился средний диаметр клетки по сравнению как с весенним, так и с летним периодами. Например, с июля-августа этот показатель возрос приблизительно на 16%. Вместе с тем, площадь активной цитоплазмы сократилась по сравнению с таковой в период наиболее интенсивного нагула. Активная цитоплазма была сосредоточена преимущественно вокруг ядра. В цитоплазме в этот период обнаруживалось большое количество оптически пустых вакуолей различной величины. По всей видимости, там находился жир.

Морфологическая и патологическая характеристика почек леща

На срезах мезонефроса леща можно было выделить следующие важнейшие элементы: гемопоэтическую ткань, в которой формируются клетки эритроидного, лимфоидного и миелоидного рядов; рыхлую соединительную ткань с кровеносными сосудами; почечные тельца с отходящими от них извитыми мочевыми канальцами, собирательные трубочки. Морфометрические параметры почек леща представлены в таблице 7.

Изменения в почках были выражены не столь значительно, как в печени. Наиболее распространенными были нарушения микроциркуляции. Сосуды были расширены, заполнены форменными элементами крови,

преимущественно эритроцитами. По ходу сосудов в интерстиции отмечались геморрагии и плазморрагии.

Таблица 7

Морфометрическая характеристика почек леща

Наименование показателя	Значение
Диаметр почечной капсулы, мкм	66,00±3,43
Размер мочевого пространства, мкм	6,06±0,54
Размер капиллярного клубочка, мкм	55,77±4,36
Количество клеток в сосудистом клубочке	48,12±6,71
Высота эпителия париетального листка капсулы, мкм	4,4±0,6
Диаметр канальцев 1 типа, мкм	31,8±0,8
Диаметр канальцев 2 типа, мкм	63,4±1,3
Площадь межканальцевой ткани, %	36,00±2,08

Гломерулярные изменения были редкими и слабо выраженными. Одним из признаков гломерулярных нарушений была вариабельность размеров почечных телец – от 26 до 100 мкм и более. Коэффициент вариации диаметра капсулы достигал величины 50%. В неизменной почке CV, как правило, не превышает 10-12%.

Другим просто выявляемым показателем изменений в капиллярах является гиперклеточность клубочка. Гиперклеточность была обусловлена главным образом наличием большого количества форменных элементов крови в расширенных капиллярах клубочка. Как правило, при этом почечные тельца были увеличены в размерах, иногда довольно значительно, капиллярные петли практически полностью заполняли всю полость почечной капсулы.

Большинство форм патологии почек рыб затрагивает преимущественно извитые канальцы (при этом зачастую в процесс вовлекается и интерстиций) (Крючков и др., 2004). Просветы извитых канальцев почек леща варьировали в широких пределах. В норме просветы были чистые. В отдельных случаях обнаруживалась окклюзия просвета канальца белковыми цилиндрами. Характерными изменениями эпителия извитого канальца были вакуольная дистрофия, мутное набухание цитоплазмы, иногда отмечалась нехарактерная зернистость.

В целом состояние почки леща можно считать удовлетворительным. Большинство выявленных нарушений не могут существенно нарушить функцию органа.

Особенности строения и патологии жабр леща

Нарушения в жабрах были самыми распространенными по сравнению с другими исследованными органами. Исследования показали широ-

кий спектр морфофункциональных отклонений, как на уровне защитно-приспособительных, адаптивных реакций (гипертрофия, гиперплазия, повышенная секреция слизи), так и на том уровне, когда адаптивные морфологические изменения переходят в патологические (например, искривления ламелл, десквамация эпителия) (табл. 8).

Таблица 8

Вид и количество патологий, выявленных при изучении жабр леща

Вид патологии	Количество, %
Общий вид нормального строения жаберного лепестка	13,3
Начальные изменения ламелл (гипертрофия клеток, появление искривлений)	35,0
Искривление ламелл (Г-образные, S-образные, «слипание»)	33,3
Отсутствие ламелл с одной стороны лепестка	13,3
Формы проявления гиперплазии клеток респираторного эпителия	61,7
Отсутствие ламелл с двух сторон лепестка	6,7
Укороченные ламеллы	15,0

Гиперплазия отмечалась как в эпителии филамента, так и в эпителии ламелл. В результате клетки заполняли межламеллярное пространство, что приводило к уменьшению респираторной поверхности. Если этот процесс заходил далеко, то пространство между ламеллами практически полностью исчезало. Чаще всего это происходило с одной стороны лепестка, реже – с двух сторон. Гиперплазия ламеллярного эпителия наблюдалась преимущественно на концах ламелл, в результате чего последние приобретали характерный вид «барабанных палочек».

Другой характерной реакцией было увеличение числа железистых клеток, предохраняющих жабры от прямого воздействия, в том числе и токсических веществ, растворенных в воде.

К, безусловно, патологическим, но обратимым (если не зашли слишком далеко) процессам следует отнести разнообразные формы искривления ламелл.

При нарушении циркуляции крови сосуды калибра были неравномерно расширены, заполнены форменными элементами крови. В тяжелых случаях образовывались массивные тромбы, при этом наблюдался процесс распада эритроцитов в сосудах.

Таким образом, степень выраженности патологии органов не зависела от пола и стадии зрелости гонад, однако анализ сезонной динамики показал, что наиболее выраженные изменения органов леща наблюдались летом. Очевидно, что зимой в связи с пониженной температурой происходит элиминация наиболее пораженных особей, поэтому весной количество больных рыб встречается меньше. Летом метаболические процессы активизируются, что оказывает влияние и на протекание патологических процессов.

4. Биохимический состав органов и тканей леща

Упитанность и жирность – жизненно важные для организма рыб показатели, поскольку они отражают единый процесс – приход и расход энергии. Упитанность и жирность косвенно отражают липидный обмен, который чутко реагирует на изменения как внешних условий, так и внутреннего состояния организма. Поскольку в течение года в зависимости от условий существования, циклов размножения и др. условий (например, кормового режима) характеристики липидного обмена могут меняться, их целесообразно рассматривать дифференцированно по сезонам и по полу.

О степени жиронакопления можно косвенно судить по массе печени (хотя у карповых рыб, как отмечалось, печень не является депонирующим липиды органом) и по коэффициентам упитанности. Эти данные представлены в соответствующей таблице (табл. 9).

Таблица 9

Признак	Упитанность по Фультону			Упитанность по Кларк		
	min	max	M±m	min	max	M±m
♀♀	1,35	1,98	1,62±0,03	1,17	1,64	1,36±0,03
♂♂	1,19	2,78	1,66±0,07	1,08	2,73	1,47±0,06
Индекс печени, %			Масса печени, г			
пол	min	max	M±m	min	max	M±m
♀♀	0,62	1,6	0,94±0,04	2,3	9,2	4,74±0,62
♂♂	0,3	1,5	0,73±0,03	1,5	3,9	2,65±0,21

Как видно из представленной таблицы, колебания коэффициента упитанности составили от 1,19 до 2,2 по Фультону и от 1,08 до 2,73 по Кларк. Упитанность самцов, рассчитанная по обоим методам, была несколько выше, чем у самок. Разница по Фультону составила 2,5% и была в пределах статистической ошибки, а по Кларк – на 8,1% и тоже была незначительна.

Рассмотрим вначале сезонную динамику показателей печени (таблица 10).

Таблица 10

Биохимический состав печени леща в зависимости от сезона и пола

Месяц	Пол	Индекс печени, %	Белок, мг/г	Липиды, мг/г	ФЛ, мг/г	Холестерин, мг/г	Гликоген, мг/г
Апрель-май	♀♀	0,94±0,04	75,20±5,30	14,22±1,23	1,62±0,05	0,11±0,01	22,14±2,35
	♂♂	0,73±0,03	68,47±4,60	11,62±1,14	1,72±0,09	0,12±0,01	24,6±2,05
Июль-август	♀♀	0,78±0,03	70,34±6,55	17,15±1,96	1,56±0,06	0,13±0,01	27,12±2,80
	♂♂	0,69±0,02	52,12±4,80	12,59±1,16	1,48±0,06	0,12±0,01	16,5±2,62
Октябрь	♀♀	0,84±0,03	96,51±5,18	18,55±1,20	2,60±0,14	0,20±0,04	42,15±3,14
	♂♂	0,70±0,03	65,50±4,26	16,32±2,0	1,80±0,08	0,13±0,01	34,0±2,11

Минимальная масса печени была отмечена летом в июле, когда организм производителей начинает восстанавливаться после нереста. К этому времени относительная масса печени самок уменьшается более чем на 20 % (с $0,94 \pm 0,04$ до $0,78 \pm 0,03$). У самцов отмечено уменьшение индекса печени немногим более чем на 5%. К осени у самок относительная масса печени увеличилась до $0,84 \pm 0,03\%$, превысив минимальный летний уровень на 8%. У самцов масса печени осенью достоверно не изменилась.

Уменьшение массы печени самок сопровождалось уменьшением содержания белка с $75,20 \pm 5,30$ до $70,34 \pm 6,55$ мг/г (на 6,9%). В дальнейшем было отмечено увеличение содержания белка в печени самок леща до $96,51 \pm 5,18$ мг/г. Таким образом, уровень содержания белка в печени самок осенью превысил весенний и летний соответственно на 28,3 и 37,2%. Наблюдалась тенденция увеличения содержания общих липидов на 29,7% (с $14,22$ мг/г весной до $18,44$ мг/г осенью) и гликогена, причем последний осенью был определен в концентрации в 1,9 раза больше по сравнению с весенним показателем.

У самцов также отмечено накопление в печени общих липидов на 40,4%. Увеличение содержание гликогена было не столь значительным по сравнению с самками (на 38,2%). Для белка была отмечена следующая закономерность. В летние месяцы содержание белка в печени самцов было минимальным и составляло $52,12 \pm 4,80$ мг/г, что меньше аналогичного показателя весной на 31,3%. К осени содержание белка в печени восстанавливается практически до прежнего уровня.

С увеличением общих липидов наблюдается повышение содержание холестерина в печени самок. Так, уровень содержания холестерина в печени повысился с $0,11$ мг/г весной до $0,20$ мг/г осенью.

Прослеживая изменения в содержании исследованных липидов в мышцах самок и самцов леща, можно отметить, что количество общих липидов в мышечной ткани самцов подвержено большим изменениям, чем у самок (таблица 11).

Таблица 11

Биохимический состав мышц леща

	♀♀			♂♂		
	Общие липиды, мг/г	ФЛ, мг/г	Холестерин, мг/г	Общие липиды, мг/г	ФЛ, мг/г	Холестерин, мг/г
Апрель-май	$67,02 \pm 3,12$	$6,77 \pm 0,20$	$0,11 \pm 0,01$	$73,60 \pm 4,26$	$6,29 \pm 0,60$	$0,12 \pm 0,03$
Июль-август	$59,80 \pm 2,19$	$6,39 \pm 0,29$	$0,13 \pm 0,01$	$70,80 \pm 2,44$	$7,33 \pm 0,10$	$0,20 \pm 0,03$
Октябрь	$70,33 \pm 3,01$	$7,39 \pm 0,42$	$0,25 \pm 0,04$	$96,45 \pm 2,48$	$8,34 \pm 0,45$	$0,34 \pm 0,01$

После небольшого снижения (на 3,9%) в период с мая по июль, к осени в мышцах накапливается довольно значительное количество общих

липидов 96,45 мг/г, что больше весеннего показателя на 31%. У самок также наблюдалось уменьшение количества общих липидов летом. Однако в отличие от самцов, осенью весенний уровень содержания общих липидов был превышен только на 4,9%, причем это превышение было статистически недостоверно.

Содержание фосфолипидов в мышцах самок весной и осенью находилось практически на одном уровне, в то время как у самцов с мая по октябрь наблюдалось устойчивое увеличение концентрации ФЛ с $6,29 \pm 0,60$ до $8,34 \pm 0,45$ мг/г ($p < 0,05$). Накопление холестерина было отмечено как у самок, так и у самцов. У самок концентрация холестерина повысилась с мая по октябрь более чем в 2 раза ($0,11 \pm 0,01$ до $0,25 \pm 0,04$ мг/г), у самцов концентрация холестерина увеличилась еще больше (в 2,83 раза). Максимальное содержание холестерина в мышцах у самцов больше аналогичного показателя у самок на 36%.

Исходя из данных по упитанности и по биохимическому составу печени и мышц, можно заключить, что депонирующая роль печени у самок по сравнению с самцами выражена в большей степени. Абсолютная и относительная масса печени самок больше, чем у самцов. Самцы имеют более высокий коэффициент упитанности, рассчитанный как по методу Фультона, так и по методу Кларк. Эти различия объясняются тем, что у самцов резервные вещества в основном аккумулируются в мышцах. Во время нереста у самцов преимущественно расходуется энергия, запасенная в мышечной ткани, тогда как организм самок использует в основном питательные вещества печени.

Установлено, что величина гепатосоматического индекса и биохимический состав могут реально отражать выраженность патологии печени. При изменениях в печени степеней 1 и 2 индекс печени составил величину $0,75 \pm 0,05$, при минимальном и максимальном значениях от 0,6 до 0,98 (таблица 12).

Таблица 12

Биохимический состав печени леща р. Урал в зависимости от степени патологии органа

Патология	Индекс печени, %	Липиды, мг/г	Белок, мг/г	ФЛ, мг/г	Холестерин, мг/г	Гликоген, мг/г
1, 2	$0,75 \pm 0,05$ CV=16,47	$9,38 \pm 0,48$ CV=16,3	$77,18 \pm 2,30$ CV=8,44	$1,84 \pm 0,06$	$0,12 \pm 0,01$	$19,75 \pm 1,98$ CV=33,14
3	$1,09 \pm 0,08$ CV=21,44	$12,81 \pm 1,14$ CV=24,9	$63,09 \pm 3,01$ CV=13,5	$1,71 \pm 0,1$ $p > 0,05$	$0,23 \pm 0,04$ $p < 0,05$	$29,2 \pm 2,93$ CV=36,3
4	$0,70 \pm 0,09$ CV=37,0	$22,85 \pm 1,17$ CV=16,93	$58,21 \pm 3,80$ CV=18,8	$2,27 \pm 0,12$ $p > 0,05$	$0,13 \pm 0,01$ $p > 0,05$	$8,09 \pm 2,23$ CV=87,31

При изменениях в печени, которые были оценены как патология 3 степени, значение гепатосоматического индекса было $1,09 \pm 0,08$, что на

45% превышало этот показатель у ранее рассмотренной группы рыб. Следует отметить, что у рыб, которые были отнесены к этой группе, была большая вариабельность индекса печени (21,44%) по сравнению с предыдущей (16,47%).

Нарушения, которые мы отнесли к 4-й степени тяжести, очень разнообразны: нарушения микроциркуляции, дистрофические и некробиотические процессы, воспалительные реакции, отложение пигмента, разрастание соединительной ткани и другие, описанные в соответствующем разделе. Гепатосоматический индекс при этом составил величину $0,70 \pm 0,09\%$, что меньше, чем при третьей степени патологии, и практически не отличался от значения индекса печени тех рыб, которых мы отнесли к здоровым. Вместе с тем, у этой группы рыб вариабельность рассматриваемого показателя была наибольшая ($CV=37,0\%$) при крайних значениях от 0,3% до 1,2%. Индивидуальный анализ показал, что высокие показатели гепатосоматического индекса отмечались, например, у рыб со значительными расстройствами микроциркуляции. По всей видимости, в данном случае увеличение массы печени происходит преимущественно за счет повышенного кровенаполнения. В других случаях повышенный индекс печени наблюдался при избыточном разрастании соединительной ткани.

Наименьшее количество липидов было отмечено в печени рыб из первой группы $9,38 \pm 0,48$ мг/г. Величина этого показателя у рыб второй группы была достоверно выше в 1,37 раза и составила величину $12,81 \pm 1,14$ мг/г. При этом размах колебаний был от 9,6 до 18,0 мг/г при коэффициенте вариации $CV=24,9\%$. У рыб с явно выраженной патологией было самое большое содержание липидов в печени ($22,85 \pm 1,17$ мг/г).

Как известно, фосфолипиды и холестерин наряду с некоторыми другими классами полярных липидов, как правило, являются основными компонентами биомембран. К тому же холестерин, является не только обычным компонентом мембран, но и вообще наиболее распространенным стероидным метаболитом практически всех живых организмов от бактерий до млекопитающих (Сидоров, 1983). Содержание ФЛ было подвержено колебаниям в зависимости от степени патологии печени. При наименьших изменениях концентрация ФЛ была $1,84 \pm 0,06$ мг/г. Несмотря на отмеченное повышение уровня содержания общих липидов в печени рыб второй группы, концентрация ФЛ не повысилась, даже наоборот, наблюдалось некоторое снижение до уровня $1,71 \pm 0,1$ мг/г (хотя различия были недостоверны). В третьей группе было отмечено содержание ФЛ в печени на уровне $2,27 \pm 0,12$ мг/г, что достоверно превышает уровень условной нормы на 23%.

Что касается холестерина, то у рыб с относительно нормальной печенью и тех, в печени которых были отмечены нарушения третьей степени тяжести, содержание этого вещества в ткани органа было практически

одинаковым. Значительное превышение «нормального» уровня содержания холестерина почти в два раза было выявлено в печени рыб второй группы ($0,23 \pm 0,04$ мг/г).

Изменения в липидном обмене печени сопровождались изменениями в содержании белка. Наибольшее количество белка было выявлено в печени рыб из первой группы – $77,18 \pm 2,30$ мг/г. При нарастании степени изменений в печени прослеживается тенденция уменьшения содержания белков у второй и третьей группы рыб соответственно до $63,09 \pm 3,01$ и $58,21 \pm 3,80$ мг/г. Т.е. у рыб со степенью патологии печени IV содержание белка было меньше в 1,33 раза. Различия достоверные. Одновременно повышается вариабельность признака до 18,8%.

Содержание гликогена в печени в большей степени отражает величину гепатосоматического индекса, чем выраженность патологии, определенную гистологическими методами. В первой группе рыб среднее содержание гликогена составило $19,75 \pm 1,98$ мг/л. Во второй группе содержание гликогена было больше на 47,8% ($29,2 \pm 2,93$ мг/л), увеличение гепатосоматического индекса составило величину 45%. Наименьшее количество гликогена было выявлено в печени рыб из третьей группы ($8,09 \pm 2,23$ мг/л), у которых, кстати, были и самый маленький показатель индекса печени, хотя, как было показано выше, его отличия от индекса рыб первой группы были недостоверными.

Таким образом, выявляемые морфологические нарушения в печени приводят к уменьшению содержания в ней белка, изменению соотношения основных мембранных липидов.

5. Накопление некоторых токсикантов в органах и тканях леща

Уровень накопления общего количества углеводов в тканях леща определялся в 2008 г.

Таблица 13

Содержание углеводов в органах леща, мг/кг

Возраст	Печень		Мышцы		Жабры	
	УГВ	ПАУ	УГВ	ПАУ	УГВ	ПАУ
3	$403,33 \pm 67,01$	$52,39 \pm 4,8$	$230,0 \pm 19,61$	$43,32 \pm 3,1$	$228,17 \pm 12,23$	$17,94 \pm 2,14$
4	$386,5 \pm 48,27$	$115,8 \pm 9,87$	$267,2 \pm 18,46$	$32,96 \pm 3,02$	$243,70 \pm 13,79$	$21,87 \pm 2,6$
5	$527,8 \pm 35,42$	$105,4 \pm 7,62$	$244,30 \pm 13,84$	$46,84 \pm 2,12$	$235,1 \pm 20,6$	$17,62 \pm 1,98$
6	$570,0 \pm 36,46$	$96,9 \pm 7,8$	$343,5 \pm 22,11$	$48,02 \pm 3,58$	$261,56 \pm 15,34$	$29,15 \pm 3,11$
7	$643,6 \pm 33,15$	$122,17 \pm 6,8$	$296,5 \pm 18,56$	$38,46 \pm 2,60$	$244,83 \pm 28,35$	$15,26 \pm 1,96$

Наименьшее содержание суммарных углеводов (УГВ) в печени было отмечено у особей в возрасте 3-4 года (соответственно $403,33 \pm 67,01$

Выводы

1. Изучение индексов внутренних органов леща показало, что по гепатосоматическому индексу имеется выраженный половой диморфизм. Относительная масса печени самок достоверно выше аналогичного показателя самцов весной в 1,29 раз. Наибольший индекс печени у самок отмечен в мае ($0,94 \pm 0,04\%$), а наименьший – в июле и в августе ($0,66 \pm 0,02\%$). У самцов сезонные колебания индексов печени выражены меньше.
2. Установлено, что относительная масса селезенки закономерно увеличивается с возрастом леща. Выявлена тенденция возрастания индекса селезенки от весны ($0,35 \pm 0,04\%$) к осени ($0,42 \pm 0,04\%$). Средние значения индекса жабр в течение года остаются на одном уровне. С увеличением массы тела леща индекс жабр постепенно снижается.
3. Степень выраженности патологии органов имеет максимальное значение летом (ИНС=3,86) и снижается к осени. Выявлена тенденция увеличения выраженности патологических изменений у старших рыб, что находит свое проявление в возрастании значений ненормированного индекса неблагополучного состояния от $0,78 \pm 0,28$ у двухлетних рыб до $4,7 \pm 0,52$ у лещей старше восьми лет.
4. Жабры леща имеют широкий спектр морфофункциональных отклонений, как на уровне защитно-приспособительных, адаптивных реакций (гипертрофия, гиперплазия, повышенная секреция слизи), так и на том уровне, когда адаптивные морфологические изменения переходят в патологические (например, искривления ламелл, десквамация эпителия).
5. Наиболее характерным признаком патологии печени было нарушение микроциркуляции. Дистрофические изменения гепатоцитов были представлены преимущественно мелкокапельной жировой дистрофией. Выявлена сезонная изменчивость морфометрических показателей клеток печени.
6. Установлено, в печени самок леща от весны к осени происходит увеличение содержания общих липидов с $14,22$ мг/г до $18,44$ мг/г, а также холестерина и фосфолипидов. Одновременно увеличивается содержание белка. Гликоген осенью был определен в концентрации в 1,9 раза больше, чем весной. Процессы накопления веществ в печени самцов по сравнению с самками выражены в меньшей степени.
7. Максимальная концентрация липидов в мышцах отмечена у самцов осенью ($96,45$ мг/г). Уровень содержания липидов в мышцах самок меньше ($70,33$ мг/г). Накопление холестерина было отмечено как у самок, так и у самцов. Максимальное содержание холестерина в мышцах у самцов больше аналогичного показателя у самок на 36%.
8. При патологических изменениях печени в ней наблюдается накопление липидов. Изменения в липидном обмене печени сопровождались изменениями в содержании белка. При нарастании патологии в печени

прослеживается тенденция уменьшения содержания белков с $77,18 \pm 2,30$ $58,21 \pm 3,80$ мг/г.

9. Установлено накопление в печени и мышцах леща в возрасте 7 лет углеводов соответственно до 643,6 и 296,5 мг/кг, что превышает уровень рыб в возрасте три года на 60%. Хлорорганические соединения накапливаются в основном в печени леща.

Практические рекомендации

1. Исходя из существующего уровня загрязнения реки Урал и оценки состояния леща как вида, обитающего в зоне относительного экологического благополучия, рекомендовать природоохранным организациям проведение мероприятий, которые могли бы обеспечить снижение уровня антропогенной нагрузки, в частности, предотвращение пестицидного загрязнения, уменьшения нефтяного загрязнения.

2. Рекомендовать увеличить промысловое изъятие леща старших возрастных групп (от 7 лет и старше) в связи с нарастанием степени патологии в основных жизненно-важных органах.

Список работ, опубликованных по материалам диссертации

1. Мамилов Н.Ш., Шайдуллина Ж.М. Оценка состояния ихтиофауны нижнего течения реки Урал // Материалы II-международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы экологии». – Караганда, 2003. 1 часть. – С. 409-410.
2. Мамилов Н.Ш., Кожабаева Э.Б., Кегенов Е.Б., Шайдуллина Ж.М. Анализ морфологических показателей фоновых видов рыб дельты р.Урал // Материалы III международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы экологии». – Караганда, 2004. 1 часть. – С. 212-214.
3. Мамилов Н.Ш., Шайдуллина Ж.М., Кожабаева Э.Б., Состояние фоновых видов рыб Северного Каспия // Материалы международной научно-технической конференции «Перспективы устойчивого развития экосистем Прикаспийского региона». – Алматы, 2004. – С. 110-111.
4. Крючков В.Н., Шайдуллина Ж.М., Фомин И.В. Характер изменений печени леща реки Урал // Материалы V международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения и рационального использования биоразнообразия Прикаспия и сопредельных регионов». – Элиста, 2006. – С. 63-65.
5. Шайдуллина Ж.М. Оценка морфологического состояния леща реки Урал // Материалы международной научной конференции «Биоразнообразие животного мира Казахстана, проблемы сохранения и использования». – Алматы, 2007. – С. 104-105.
6. Шайдуллина Ж.М. Морфологический анализ внутренних органов леща реки Урал // Вестник Атырауского института нефти и газа, №11, 2007. – С. 240-241.
7. Шайдуллина Ж.М., Крючков В.Н. Морфологическая патологическая характеристика почек леща реки Урал // Материалы республиканской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы социально-экономического развития западного региона Казахстана» Актау, 2007. – С. 244-247.
8. Шайдуллина Ж.М., Крючков В.Н. Морфологический анализ внутренних органов леща реки Урал // 51-я научно-практическая конференция профессорско-

преподавательского состава Астраханского государственного технического университета: тез. докл. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. – С. 74-75.

9. Крючков В.Н., Шайдуллина Ж.М. Морфологический и биохимический анализ печени леща реки Урал // Юг России: экология, развития, №3, 2007. – С. 56-58.

10. Шайдуллина Ж.М., Крючков В.Н. Упитанность и биохимический состав мышц леща реки Урал // Биологическое разнообразие Кавказа: Материалы IX Межд. конф. 5-6 ноября 2007 г., Махачкала. – ИПЭРД, 2007. – С. 307-308.

11. Шайдуллина Ж.М., Крючков В.Н. Сезонные изменения упитанности и биохимического состава тканей леща реки Урал // Естественные науки. – № 4(21), 2007. – С. 70-73.

12. Крючков В.Н., Шайдуллина Ж.М. Особенности строения и патологии жабр леща реки Урал // Роль естественных наук в устойчивом развитии: идеи, теории и технологии: Сб. материалов международной научно-практической конференции. – Атырау: Центр новых информационных технологий Атырауского гос. университета, 2008. – С. 113-114.

Статья, опубликованная в журнале, рекомендованном ВАК, выделена курсивом.

Подписано в печать 24.04.09 г. Тираж 100 экз. Заказ 331
Типография ФГОУ ВПО «АГТУ», тел. 61-45-23
г. Астрахань, Татищева 16ж.