

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК [639.54:611.018.6:591.1.05] (470.341)

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ЛЕЩА
ABRAMIS BRAMA ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

© 2015 г. А. А. Костылева, Е. А. Флёрова

Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, 150042

E-mail: kostyleva@yarcx.ru

Поступила в редакцию 12.03.2015 г.

Проведено исследование некоторых показателей химического состава мышечной ткани леща *Abramis brama* Горьковского водохранилища. Получены данные по количеству воды, сухого вещества, жира, белка, безазотистых экстрактивных веществ и золы. Обнаружены возрастные и половые различия в показателях химического состава леща. Выявлены видовые особенности рассматриваемых показателей по сравнению с другими видами пресноводных костистых рыб, отличающихся типом питания.

Ключевые слова: лещ *Abramis brama*, мышечная ткань, химический состав, Горьковское водохранилище.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие промышленного рыболовства вызывает необходимость изучения многих физиолого-биохимических показателей ценных промысловых видов рыб. Физиологическое состояние является важнейшей характеристикой при оценке отдельных особей, популяций и запасов рыб в целом. Оценка качества рыб может осуществляться на основании химического состава их мышечной ткани, так как именно из этой ткани, образованной скоплением однородных мышечных пучков, состоит основная часть тела гидробионтов. Такие показатели, как количество жира, белка, углеводов и минеральных веществ, в мышечной ткани рыб отражают, с одной стороны, степень благополучия состояния популяции (подготовленность к миграциям, нересту, зимовке), а с другой — в значительной мере определяют пищевую и питательную ценность рыбы, а также полученных из нее продуктов питания (Шульман и др., 1989; Sándor, 2011; Teubner et al., 2014).

Весьма важным и актуальным как в практическом плане — для интенсификации рыболовства и мониторинга водных объектов, — так и для дальнейших теоре-

тических работ в сравнительно-экологическом аспекте является изучение показателей обмена веществ у наиболее массовых видов рыб, представляющих рыбопромысловое значение. Одним из таких видов является лещ *Abramis brama* — типичный представитель ихтиофауны Волжско-Каспийского бассейна. В соответствии с приказом Федерального агентства по рыболовству «О распределении общих допустимых уловов водных биологических ресурсов во внутренних водах Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации, применительно к видам квот на 2014 год» в Горьковском водохранилище квоты вылова леща для осуществления промышленного рыболовства в 2014 г. были установлены в размере 191,4 т, что более чем в четыре раза превышает таковые на вылов таких массовых видов рыб, как щука и судак.

Цель работы — изучить некоторые показатели химического состава мышечной ткани леща Горьковского водохранилища для дальнейшего использования этих показателей при определении его пищевой ценности для потребителей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

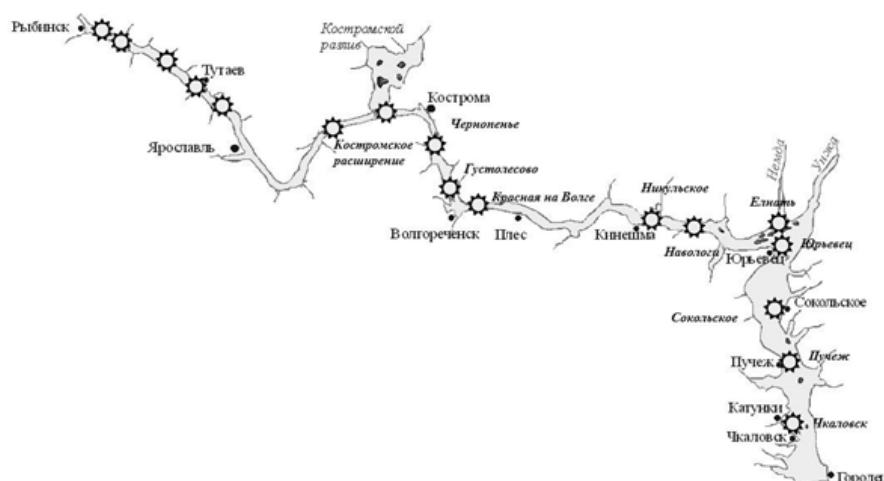
Исследования проводили на лещах, отловленных в 2012 г. тралом с экспедиционного судна «Академик Топчиев». Были исследованы особи, выловленные на стандартных станциях траления в Горьковском водохранилище (рисунок). Лещи нерестятся весной, поэтому, чтобы исключить связанные с нерестом изменения обмена веществ особей, способные вызвать сдвиги в показателях химического состава мышечной ткани рыб, отбор материала осуществляли в конце нагульного периода (конец сентября — начало октября).

Для анализа было отобрано 63 половозрелые, примерно одноразмерные особи и 20 ювенильных особей леща (табл. 1).

После поимки рыбу помещали в контейнеры с речной водой и сразу доставляли в лабораторию судна. После проведения необходимых для биологического анализа измерений на хладагенте вдоль позвоночника иссекали мышечную ткань, определяли массу навески и замораживали. Образцы хранили при температуре -8°C до проведения анализов.

В мышечной ткани леща определяли следующие показатели химического состава: количество воды, сухого вещества, жира, белка, золы, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ).

Количество воды и сухого вещества выявляли двухступенчатым методом определения влаги (Флёрова, 2014). Для определения количества свободной воды пробы тканей высушивали при температуре 60°C



Станции траления в Горьковском водохранилище (☀).

Таблица 1. Некоторые биологические показатели леща *Abramis brama* Горьковского водохранилища

Половозрастная группа	Количество особей, экз.	Длина, см	Масса, г	Коэффициент упитанности	
				по Кларк	по Фультону
Самцы	22	$25,96 \pm 0,95$	$409,95 \pm 47,40$	$2,13 \pm 0,03$	$1,89 \pm 0,02$
Самки	41	$26,16 \pm 0,86$	$443,76 \pm 47,75$	$2,16 \pm 0,02$	$1,86 \pm 0,04$
Ювенильные особи	20	$22,19 \pm 0,81$	$248,60 \pm 20,50$	$2,10 \pm 0,02$	$1,86 \pm 0,02$

до достижения постоянной массы навески. Затем пробу измельчали и высушивали при температуре 105°C до достижения постоянной массы навески. Расчетным путем определяли количество общей воды и сухого вещества (Флёрова, 2014).

Для определения белка использовали метод Кьельдаля (Флёрова, 2014). Полученное процентное количество азота в пробе умножали на эмпирический коэффициент преобразования белка 6,25 и получали показатель сырого протеина (Official methods ..., 1990; Yeganeh, 2012).

Количество жира в мышечной ткани определяли по методу обезжиренного остатка в аппарате Соклета (Флёрова, 2014). Экстрагирование проводили петролейным эфиром.

Количество БЭВ вычисляли по разнице между 100% и суммой процентов общей воды, сырого протеина, сырого жира, золы (Флёрова, 2014).

Содержание минеральных веществ определяли, используя гравиметрический метод сжигания навески в муфельной печи при температуре 550°C до белого цвета золы (Флёрова, 2014).

Коэффициент упитанности по Кларк находили по формуле $k = w100/l^3$, в которой k — коэффициент упитанности; w — масса порки, г; l — длина тела рыбы, см.

Данные статистической обработки были получены с помощью программы Excel 2007 и представлены в таблицах виде средних значений и их ошибок ($M \pm m$). Для оценки достоверности различий использован t -критерий Стьюдента при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования показали, что коэффициент упитанности по Кларк у леща, пойманного в конце сентября — начале октября 2012 г., варьировал в пределах 1,69–2,12 при среднем значении 1,89. Упитанность леща по Фультону характеризовалась в пределах 1,86–2,52 при среднем значении 2,14 (табл. 1). В целом у леща ко-

эффициенты упитанности могут варьировать в пределах 1,2–2,73 по Кларк (Кожабаяева, 2008; Шайдуллина, 2009) и 1,39–2,27 — по Фультону (Кожабаяева, 2008; Маренков и др., 2013), что связано с сезонными и онтогенетическими изменениями, происходящими в организме рыб.

В мышечной ткани всех исследованных особей наибольшего значения из рассматриваемых показателей достигает содержание воды, которое составляет 79%. На долю сухого вещества, представляющего собой совокупность всех конечных продуктов обмена веществ, приходится лишь 21%, при этом в нем содержится: белков — 17%, безазотистых экстрактивных веществ — 2%, зольных веществ — 1%. Содержание жира в мышцах леща достигает лишь 0,8%. Согласно литературным данным, у леща в зависимости от жизненного цикла, условий среды и места обитания количество воды составляет: в Азово-Черноморском районе — 71,4–77,0%, в Аральском — 76,3–77,4%, в Балтийском — 71,7–73,9%, в Каспийском — 73,8–79,6%. Доля белка в мышечной ткани леща в Азово-Черноморском, Аральском, Балтийском и Каспийском районах составляет соответственно 16,6–18,5, 17,0–17,8, 15,6–16, 17,0–18,4%. Показатель жира в мясе леща в Азово-Черноморском, Аральском, Балтийском и Каспийском районах составляет соответственно 3,0–10,6, 3,9–4,1, 9,2–11,7, 1,8–3,2%; количество минеральных веществ: 1,0–1,1 — в Азово-Черноморском, Балтийском, Каспийском районах, 1,1–1,3% — в Аральском районе (Клейменов, 1962). Химический состав мышечной ткани леща в нагульный период обычно характеризуется следующими показателями: количество воды — 77,0–79,0%, белка — 18,2–18,4%, жира — 1,8–3,2%, минеральных веществ — 1,0–1,1%. Лещ Горьковского водохранилища уступает особям, обитающим в Каспийском районе, по количеству жира и белка на 1,7 и 1,3% соответственно, а превосходит их по количеству воды на 1%. Доля зольных веществ в мышечной ткани леща Горьковского водохранилища и леща в Ка-

спийском районе одинакова (Клейменов, 1952, 1962).

Показано, что на уровень многих показателей обмена веществ, а в особенности на содержание жира в мышечной ткани, влияет такой важный фактор, как кормовые ресурсы (Сидоров, 1977; Маляревская, 1979; Родина, 2007; Kalay et al., 2008). По данным Сидорова (1977), содержание жира в рыбе зависит от состава питательных веществ в пище. В литературе встречаются данные о том, что липиды образуются в организме рыб преимущественно из жиров пищи и при поглощении рыбой богатого жирами корма часть липидов откладывается в качестве запасных жиров (Клейменов, 1962; Байдалинова, Яржомбек, 2011). Известно, что зоопланктон является промежуточным звеном трофической цепи при передаче полиненасыщенных жирных кислот к рыбам, а мясо планктофагов наиболее богато содержанием полиненасыщенных жирных кислот (Гладышев, 2012). При сравнении полученных показателей с данными для видов рыб, отличающихся по типу питания, выявлено, что в большей степени различия выражены в количестве жира в мышечной ткани. Содержание жира в мышечной ткани возрастает в ряду судак→лещ→синец. Наблюдаемая для многих видов рыб закономерность, характеризующаяся обратной корреляцией между содержанием воды и жира в мясе рыбы (Ljubojevic et al., 2013), справедлива и при межвидовом сравнении. Количество воды в мышечной ткани возрастает в ряду синец→лещ→судак. Показатели белка и минеральных веществ у рассматриваемых

видов рыб отличаются на десятые доли процента. Такое количество указанных показателей, возможно, является типичным для рассматриваемых видов рыб и может в определенной степени характеризовать содержание белков и минеральных веществ в целом для пресноводных рыб отрядов карпообразные и окунеобразные (табл. 2) (Клейменов, 1962; Маляревская, 1979; Родина, 2007; Цибизова, 2012).

Показатели количества воды в мышцах разных половозрастных групп оказались близки (табл. 3). Наибольшее количество сухого вещества обнаружено у самок леща. Количество жира в мышцах у разных половозрастных групп отличалось лишь на сотые доли, при этом видно, что максимального значения этот показатель также достигает у самок. Та же зависимость наблюдается при сравнении количества белка в мышцах рассматриваемых групп. В мышечной ткани самцов в большей степени накапливаются продукты водно-солевого и углеводного обмена веществ, о чем свидетельствуют наибольшие показатели зольных веществ и БЭВ. Достоверных различий между показателями обмена веществ в группах леща, отличающихся по полу, обнаружено не было. Ряд авторов отмечали неоднозначность в накоплении питательных веществ у особей, отличающихся по полу (Строганов, 1962; Родина, 2007; Байдалинова, 2011). В частности, показано, что наибольшие изменения происходят в половых продуктах рыб в процессе созревания гонад (Сидоров, 1977).

В результате нашего исследования было выявлено, что количественные измене-

Таблица 2. Состав мышечной ткани различных экологических групп рыб (по: Клейменов, 1952; Цибизова, 2012)

Содержание, %	Лещ	Синец	Судак
Вода	78,80	77,9	80,0
Белок	17,30	18,1	18,0
Жир	0,83	2,4	0,5
Минеральные вещества	1,16	1,3	1,5

Таблица 3. Состав мышечной ткани разных половозрастных групп леща

Содержание, %	Половозрелые		Ювенильные особи
	Самцы	Самки	
Вода:			
– свободная	77,40±0,20	77,30±0,24	77,80±0,16
– связанная	6,05±0,30	5,99±0,21	5,35±0,13
– общее количество	78,80±0,20	78,70±0,20	79,00±0,17
Сухое вещество	21,20±0,20	21,30±0,20	21,00±0,17
Жир	0,82±0,05	0,85±0,07	0,82±0,07
Белок	16,80±0,27	17,40±0,18	17,40±0,20
Вещества:			
– минеральные	1,28±0,08	1,09±0,04	1,17±0,04
– безазотистые экстрактивные	2,29±0,27	1,92±0,13	1,68±0,18

ния рассматриваемых показателей в большей степени выражены в зависимости от возраста особей (табл. 4).

У лещей в возрасте 3+ среднее значение общей влаги достигает 80%, уже через 3 года значение данного показателя уменьшается на 2%, к 10 годам количество воды в мышечной ткани составляет лишь 76%. Следовательно, содержание сухого вещества у трехлетних особей составляет всего 20%, в то время как десятилетние особи содержат в среднем 24% сухого вещества. Результаты нашего исследования подтверждают дан-

ные других авторов об изменении количества воды и сухого вещества в зависимости от возраста (Маляревская, 1979).

Сидоров (1977) указывал, что замедление роста взрослых особей создает благоприятные условия для накопления жира в организме рыб. Кроме того, Никольский (1963) при описании обмена веществ костистых рыб показал, что содержание жира в мышцах лещей увеличивается с возрастом. Результаты нашего исследования также подтверждают данные этих авторов. Так, у лещей в возрасте 3+ среднее значение жира в мышечной ткани

Таблица 4. Изменение химического состава мышечной ткани леща в зависимости от возраста особи, %

Возраст	Общая вода	Сухое вещество	Жир	Белок	Вещества	
					минеральные	безазотистые экстрактивные
3+	80,4	19,6	0,79	15,4	1,01	2,39
4+	79,2	20,8	0,76	17,1	1,16	1,78
5+	79,1	20,9	0,79	16,9	1,11	2,09
6+	78,4	21,6	0,80	18,2	1,16	1,41
7+	78,7	21,3	0,89	17,2	1,15	2,10
8+	77,9	22,1	0,90	17,9	1,19	2,09
9+	78,2	21,8	0,74	17,4	1,22	2,39
10+	76,2	23,8	1,76	19,0	1,39	1,66

достигает 0,79%, через 4 года этот показатель увеличивался до 0,89%, а к 10 годам количество жира в мышечной ткани составляет уже 1,76%.

В литературе встречались сведения о том, что с возрастом интенсивность белкового обмена рыб затухает (Kalay et al., 2008). Но, несмотря на снижение белкового обмена, у многих видов рыб накопление белка не уменьшается, а в некоторых случаях продолжается. Это относится к рыбам с короткой и средней продолжительностью жизни, белковый рост у этих видов идет по параболе или прямой (Шульман, 1972; Курант, 2006). У лещей возраста 3+ среднее значение белка достигает 15%, через год этот показатель увеличивается на 2%, а в возрасте 5 лет происходит его уменьшение. Начиная с 5 лет у леща происходит чередование роста и замедления накопления белка в мышечной ткани, к 10 годам количество белка достигает 19%.

Несмотря на то что для некоторых видов рыб ранее было выявлено увеличение количества минеральных веществ с возрастом (Строганов, 1962), у леща в диапазоне от 3 до 10 лет количество минеральных веществ в мышечной ткани увеличивается лишь на 0,38%.

Расчет содержания углеводистой части, БЭВ, у различных возрастных групп леща не выявил зависимости данного показателя от возраста рыбы (Карачев, 2009).

Следует отметить, что достоверных различий в химическом составе мышц разных возрастных групп леща обнаружено не было.

Таким образом, по содержанию белка и минеральных веществ лещ уступает как планктофагу (например, синцу), так и активному хищнику (судаку), а по содержанию жира лишь синцу. При сравнении половозрастных групп леща достоверной зависимости изучаемых показателей обмена веществ от пола рыб не обнаружено. Выявлено лишь незначительное увеличение количества белка и жира в мышечной ткани самок по сравнению с самцами и ювенильными особями. Продукты водно-солевого и углеводного обмена

веществ в большей степени накапливаются в мышечной ткани самцов леща. С возрастом в мышечной ткани леща происходит уменьшение количества воды в мышцах в связи с накоплением сухого вещества, увеличение которого происходит в основном за счет накопления белков и жира в исследуемой ткани.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Байдалинова Л. С., Яржомбек А. А.* Биохимия сырья водного происхождения. М.: Моркнига, 2011. 510 с.
- Гладышев М. И.* Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты и их пищевые источники для человека // J. Sib. Fed. Univer. Ser. 4, Biology. 2012. № 5. С. 352–386.
- Карачев Р. А.* Эффективность выращивания осетровых и карповых рыб в поликультуре в условиях садкового тепловодного хозяйства: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М.: ГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2009. 25 с.
- Клейменов И. Я.* Химический и весовой состав основных промысловых рыб. М.: Пищепромиздат, 1952. 60 с.
- Клейменов И. Я.* Химический и весовой состав рыб водоемов СССР и зарубежных стран. М.: Изд-во журн. «Рыб. хозяйство», 1962. 143 с.
- Кожабаяева Э. Б.* К вопросу о состоянии естественного воспроизводства рыб на нижнем участке р. Сырдарья // Матер. Междунар. конф. «Разнообразие, проблемы экологии горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее». Горно-Алтайск, 2008. С. 115–117
- Курант В. Э.* Содержание белков и нуклеиновых кислот в тканях некоторых пресноводных рыб и их зависимость от возраста и сезона: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тернополь: УкрНИИ физиологии и биохимии с.-х. животных, 1984. 23 с.
- Маляревская А. Я.* Обмен веществ у рыб в условиях антропогенного эвтрофирования водоемов. Киев: Наук. думка, 1979. 256 с.

- Маренков О.Н., Федоненко Е.В., Габитов М.М. и др. Развитие гонад леща (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) в условиях Запорожского водохранилища // Изв. вузов Поволж. региона. Естеств. науки. 2013. № 4. С. 25–35.
- Никольский Г.В. Экология рыб. М.: Высш. шк., 1963. 368 с.
- Родина Т.Г. Товароведение и экспертиза рыбных товаров и морепродуктов. М.: Академия, 2007. 400 с.
- Сидоров В.С. Сравнительная биохимия рыб и их гельминтов. Липиды, ферменты, белки. Петрозаводск: Карел. филиал АН СССР, 1977. 160 с.
- Строганов Н.С. Экологическая физиология рыб. М.: Изд-во ГУ, 1962. 444 с.
- Флёрова Е.А. Физиолого-биохимические методы исследования рыб. Ярославль: Изд-во Ярослав. ГСХА, 2014. 40 с.
- Цибизова М.Е. Технологические показатели и биологическая ценность маломерного рыбного сырья Волго-Каспийского бассейна // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. 2012. № 2. С. 182–188.
- Шайдуллина Ж.М. Сезонная и возрастная динамика морфофизиологических показателей леща реки Урал: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань: Астрахан-ГТУ, 2009. 24 с.
- Шульман Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 368 с.
- Шульман Г.Е., Щепкин В.Я., Минюк Г.С. Определение содержания жира и суммарных липидов у черноморского шпрота // Рыб. хоз-во. 1989. № 12. С. 86–87.
- Kalay M., Sangün M.K., Ayas D. et al. Chemical composition and some trace element levels of thinlip mullet, *Liza ramada* caught from mersin gulf // Ekoloji. 2008. 17. № 68. P 11–16.
- Ljubojevic D., Trbovic D., Lujic J. et al. Fatty acid composition of fishes from Inland waters // Bulgar. J. Agricult. Sci. 2013. V. 19. Suppl. 1. P. 62–71.
- Official methods of analysis. Arlington, USA: Ass. Official Analyt. Chemists, 1990. 74 p.
- Sándor Z., Papp Z. Gy., Csengeri I. et al. Fish meat quality and safety // Tehnologija Mesa. 2011. V. 52. № 1. P. 97–105.
- Teubner D., Paulus M., Veith M. et al. Biometric parameters of the bream (*Abramis brama*) as indicators for long-term changes in fish health and environmental quality-data from the German ESB // Environ Sci. Pollut. Res. 2014. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24824506>)
- Yeganeh S., Shabanpour B., Hosseini H. et al. Comparison of farmed and wild common carp (*Cyprinus carpio*): seasonal variations in chemical composition and fatty acid profile // Czech J. Food Sci. 2012. V. 30. № 6. P. 503–511.

FEATURES OF CHEMICAL COMPOSITION OF MUSCLE TISSUE BREEM *ABRAMIS BRAMA* OF GORKY WATER RESERVOIR

© 2015 y. A. A. Kostyleva, E. A. Flerova

Yaroslavl State Agricultural Academy, 150042

The study of some indicators of the chemical composition of muscle tissue of bream *Abramis brama* Gorky water reservoir was conducted. Data on the quantity of water, solids, fat, protein, nitrogen-free extractives and ash were received. Age and sex differences in the chemical composition of bream were found. Features species considered parameters compared with other types of freshwater bony fish, which differ by the type of food were found.

Keywords: bream, *Abramis brama*, muscle tissue, chemical composition, Gorky water reservoir.