

DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-112-121
УДК 639.371.5:639.371.6:591.1.05

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЫШЦ РЫБ МАЛЫХ РЕК ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ¹

*А. А. Паюта¹, А. А. Богданова¹, Е. А. Флёрова^{1,2},
Д. А. Мирошниченко², М. И. Малин³, М. И. Андреева⁴*

¹Ярославский научно-исследовательский институт
животноводства и кормопроизводства – филиал Федерального научного центра
кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса,
пос. Михайловский, Ярославская обл., Российская Федерация

²Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова,
Ярославль, Российская Федерация

³Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской академии наук,
пос. Борок, Ярославская обл., Российская Федерация

⁴Национальный парк «Плещеево озеро»,
г. Переславль-Залесский, Ярославская обл., Российская Федерация

Представлены результаты исследований химического состава скелетных мышц карповых и окуневых из рек Соть, Вопша и Касть, находящихся на территории Государственного природного заказника «Ярославский». У рыб устанавливали пол, стадию зрелости гонад, возраст. В мышечной ткани определяли общее количество воды, сухого вещества, общих липидов, белка, минеральных веществ, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ). Выявлены существенные различия в содержании конечных продуктов обмена веществ в мышцах особей одного вида, обитающих в разных реках, что может быть связано как с разницей в кормовой базе рыб, так и с особенностями гидрохимического состава исследуемых водоемов. Установлено, что химический состав мышечной ткани зависит от трофического статуса гидробионтов, пола и возраста. В среднем по рекам скелетные мышцы карповых превосходили мышечную ткань окуневых по содержанию общих липидов, но уступали им по количеству белка, золы и БЭВ. Выявлено, что в мышцах самок содержалось больше белка и жира, чем у самцов и ювенильных особей. Сокращение сухого вещества и жира в мышечной ткани 4–5-леток плотвы, чехони и красноперки может быть связано с наступлением полового созревания рыб. С возрастом в мышцах карповых и окуневых наблюдалось уменьшение количества воды в связи с накоплением сухого вещества. С увеличением возраста исследуемых рыб в их мышечной ткани выявлено как повышение, так и уменьшение содержания белка, общих липидов, минеральных веществ и БЭВ. Из полученных данных можно сделать вывод о том, что рыбное население рек, находящихся на территории Государственного природного заказника «Ярославский», находится в относительно благоприятных условиях.

Ключевые слова: обмен веществ, мышечная ткань, карповые, окуневые, пол, возраст, малые реки Ярославской области.

Для цитирования: Паюта А. А., Богданова А. А., Флёрова Е. А., Мирошниченко Д. А., Малин М. И., Андреева М. И. Химический состав мышц рыб малых рек Ярославской области // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 1. С. 112–121. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-112-121.

Введение

Качественное состояние внутренних рек Ярославской области внушает серьезное беспокойство. Разрушение почвогрунтов речных бассейнов сельскохозяйственной техникой, использование гербицидов, интенсивное воздействие стоков с сельскохозяйственных угодий, животноводческих ферм и перерабатывающих предприятий приводит к обмелению и загрязнению малых водотоков. Испытываемое водными объектами антропогенное воздействие является

¹ Работа выполнена за счет средств договора № 1/Р от 20.03.2017 «Эколого-физиологическая оценка гидробионтов Государственного природного заказника «Ярославский» по заказу ФГБУ «Национальный парк «Плещеево озеро».

причиной снижения резистентности рыб к возбудителям инфекционных и инвазионных болезней, что приводит к уменьшению рыбных запасов и является одной из косвенных причин, вызывающих ухудшение здоровья человека [1].

Исходя из сказанного выше, эколого-физиологическая оценка рыбного населения малых рек является одним из важнейших, актуальных научно-практических направлений. Для мониторинга состояния популяций рыб и отдельных особей могут служить показатели обмена веществ в организме гидробионтов, которые позволяют оценить «степень благополучия» популяций, а также определить питательную ценность рыбы и полученных из нее продуктов питания [2, 3]. Мышечная ткань составляет основу массы тела рыбы, является ее главной съедобной частью. Она участвует в кровообращении, дыхании и других важных физиологических процессах. Функционирование мышц тесно связано с постоянным притоком и усвоением питательных веществ, доставляемых кровью. Поэтому оценка качества рыбы может осуществляться на основании химического состава скелетных мышц гидробионтов [3–5].

Особый интерес для подобного исследования представляют реки Соть, Касть и Вопша. С одной стороны, в их низовьях расположена особо охраняемая природная зона – Государственный природный заказник «Ярославский» – единственный заказник федерального значения в бассейне Верхней Волги, на территории которого разрешено только любительское рыболовство [6]. С другой стороны, эти реки являются притоками первого порядка Горьковского водохранилища – рыбохозяйственного водоема. Известно, что реки Соть, Касть и Вопша принадлежат к гидрокарбонатному классу и кальциевой группе, к категории со средней и повышенной минерализацией. Воды рек относятся к категории жестких, в них содержится низкое количество нитритов, нитратов и фосфатов, присутствует некоторое количество общего железа [1]. Населенные пункты внутри заказника отсутствуют, по северной границе расположены 20 сельских населенных пунктов, сельхозтоваропроизводители на границах с заказником не зарегистрированы.

Ранее работы по изучению рыб на реках Соть, Вопша и Касть не проводились. В будущем полученные результаты могут служить базой при мониторинговых исследованиях, касающихся эколого-физиологической оценки гидробионтов Государственного природного заказника «Ярославский». Таким образом, целью данной работы является изучение химического состава мышечной ткани рыб из рек Соть, Вопша и Касть, находящихся на территории Государственного природного заказника «Ярославский».

Материал и методика исследования

Для проведения исследований была отобрана мышечная ткань от 76 рыб, пойманных во время экспедиции в августе 2017 г. с трех участков, расположенных на реках Соть, Касть и Вопша. Пробы отбирали от 7 видов карповых рыб: густеры *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), жереха *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758), красноперки *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), плотвы *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), чехони *Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758) и 3-х видов окуневых: берша *Stizostedion volgense* (Gmelin, 1788), судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), окуня *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758). Непосредственно после вылова особей измеряли, у рыб устанавливали пол и зрелость гонад по общепринятой методике [7], отбирали чешую для определения возраста. Затем на хладагенте вдоль позвоночника вырезали мышечную ткань, взвешивали ее и охлаждали. Возраст определяли по зонам роста на чешуе с помощью бинокуляра.

В мышцах определяли общее количество воды, сухого вещества, общих липидов, белка, минеральных веществ, углеводистой части – безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) по стандартным методикам [8, 9]. Данные статистической обработки были получены с помощью программы Excel 2007 и представлены в таблицах в виде средних значений и их ошибок ($M \pm m$).

Результаты и их обсуждение

При сравнении химического состава мышц рыб одного вида, обитающих в реках Соть, Касть и Вопша, выявлены как общие черты накопления питательных веществ, так и специфические (табл. 1–3).

Таблица 1

Химический состав скелетных мышц рыб из р. Соть

Вид	Показатели, %					
	Общая вода	Сухое вещество	Белок	Липиды	Минеральные вещества	БЭВ
Карповые						
Густера	78,44 ± 0,95	21,56 ± 0,95	17,01 ± 0,22	2,11 ± 0,16	1,63 ± 0,41	0,81 ± 0,12
Жерех	78,07 ± 0,09	21,93 ± 0,09	18,09 ± 0,26	0,66 ± 0,14	2,57 ± 0,12	0,61 ± 0,09
Красноперка	79,83 ± 0,11	20,17 ± 0,11	15,13 ± 1,09	1,87 ± 0,01	1,94 ± 0,1	1,23 ± 1,09
Лещ	79,85 ± 1,15	20,15 ± 1,15	15,82 ± 0,13	2,52 ± 0,33	1,68 ± 0,67	0,13 ± 0,02
Плотва	80,29 ± 0,64	19,71 ± 0,64	14,02 ± 0,97	2,30 ± 0,07	2,13 ± 0,13	1,26 ± 0,79
Чехонь	80,03 ± 1,26	19,97 ± 1,26	14,84 ± 0,58	2,60 ± 0,76	1,10 ± 0,19	1,43 ± 0,92
Окуневые						
Берш	79,25 ± 0,05	20,75 ± 0,05	17,59 ± 0,57	1,33 ± 0,76	1,77 ± 0,22	0,06 ± 0,07
Судак	78,92 ± 0,06	21,08 ± 0,06	15,16 ± 1,68	1,62 ± 0,51	2,22 ± 0,06	2,08 ± 2,19
Окунь	74,19 ± 0,11	25,81 ± 0,11	17,13 ± 0,28	2,41 ± 0,45	5,21 ± 0,71	1,06 ± 0,13

Таблица 2

Химический состав скелетных мышц рыб из р. Касть

Вид	Показатели, %					
	Общая вода	Сухое вещество	Белок	Липиды	Минеральные вещества	БЭВ
Карповые						
Красноперка	80,20 ± 0,10	19,80 ± 0,10	14,35 ± 1,36	2,75 ± 0,44	1,30 ± 0,47	1,40 ± 0,10
Лещ	80,56 ± 0,67	19,44 ± 0,67	17,38 ± 0,01	1,46 ± 0,06	0,54 ± 0,47	0,06 ± 0,03
Язь	76,68 ± 1,61	23,32 ± 1,61	16,53 ± 0,32	2,77 ± 0,19	1,13 ± 0,22	2,89 ± 1,86
Окуневые						
Окунь	74,24 ± 0,10	25,76 ± 0,10	17,63 ± 1,51	1,48 ± 0,4	5,44 ± 0,82	1,21 ± 0,78

Таблица 3

Химический состав скелетных мышц рыб из р. Вопша

Вид	Показатели, %					
	Общая вода	Сухое вещество	Белок	Липиды	Минеральные вещества	БЭВ
Карповые						
Плотва	80,46 ± 0,65	19,54 ± 0,62	14,39 ± 0,61	2,30 ± 0,07	2,13 ± 0,13	0,72 ± 0,15
Язь	76,32 ± 1,71	23,68 ± 1,58	16,93 ± 0,12	2,10 ± 0,19	2,13 ± 0,22	2,52 ± 1,86
Окуневые						
Окунь	74,15 ± 0,11	25,85 ± 0,11	17,13 ± 1,48	1,81 ± 0,38	5,18 ± 0,93	1,73 ± 0,21

К примеру, у леща из р. Соть в мышечной ткани обнаружено больше сухого вещества, в том числе общих липидов, минеральных веществ и БЭВ, чем у особей из р. Касть, а белка меньше. У красноперки из р. Касть сухого вещества, в том числе белка и золы в мышцах, оказалось меньше, а липидов и БЭВ – больше, чем у ее сородичей из р. Соть (см. табл. 1, 2).

Содержание общего количества липидов в мышечной ткани окуня из р. Соть оказалось больше, чем у особей из рек Касть и Вопша, в то время как количество общей воды, белка, минеральных веществ и БЭВ было близко и отличалось лишь на десятые доли (см. табл. 1–3).

Имеются сведения, что на обмен веществ в организме рыб оказывает влияние не только степень загрязнения водоема, но и гидрохимические условия, кормовая база и другие факторы [4, 10, 11]. Известно, что повышение минерализации воды уменьшает количество общих липидов в мышечной ткани рыб [12]. Карбонатная жесткость влияет на процессы десорбции тяжелых металлов, которые воздействуют на обменные процессы, ее увеличение снижает токсичность металлов [13, 14]. Вероятно, различия в химическом составе мышц рыб одного вида могут быть связаны как с разницей в кормовой базе рыб в каждой реке, так и с особенностями гидрохимического состава исследуемых водоемов. К сожалению, по изучаемым рекам имеются лишь общие сведения, поэтому на данном этапе исследований наши выводы носят предварительный характер.

При сравнении разных видов рыб, обитающих в одном водоеме, были выявлены некоторые особенности. Количество воды в мышечной ткани карповых, пойманных в р. Соть, варьировало в пределах 78,07–80,29 % (см. табл. 1). Наибольшее количество сухого вещества содержалось в мышцах жереха, наименьшее – плотвы. Содержание белка в скелетных мышцах карповых уменьшалось в ряду жерех – густера – лещ – красноперка – чехонь – плотва. Наибольшее количество липидов содержалось в мышцах чехони, наименьшее – жереха. Количество минеральных веществ увеличивалось в ряду чехонь – густера – лещ – красноперка – плотва – жерех. Количество БЭВ варьировало в пределах 0,13–1,43 % (см. табл. 1).

Показатель общей воды в скелетных мышцах окуневых, отобранных из р. Соть, изменялся в пределах 74,19–79,25 %, количество сухого вещества уменьшалось в ряду окунь – судак – берш (см. табл. 1). Наименьшее количество белка содержалось в мышцах судака, наибольшее – берша. Мышечная ткань окуня из р. Соть была более жирной, чем мышцы судака и берша. Максимальное количество зольных веществ содержалось в скелетных мышцах окуня, минимальное – берша. Количество БЭВ увеличивалось в ряду берш – окунь – судак. В целом по реке наибольшее количество сухого вещества, в том числе минеральных веществ, содержали мышцы окуня, белка – жереха, липидов и БЭВ – чехони.

В мышцах карповых из р. Касть количество общей воды уменьшалось в ряду лещ – красноперка – язь. Наибольшее количество белка обнаружено в мышечной ткани леща, наименьшее – красноперки (см. табл. 2). Количество жира в скелетных мышцах карповых изменялось от 1,46 % у леща до 2,77 % у язя. Количество минеральных веществ увеличивалось в ряду лещ – язь – красноперка. Минимальное содержание БЭВ обнаружено в мышечной ткани леща, максимальное – язя.

В мышцах окуня из р. Касть содержание сухого вещества, в том числе белка и золы, было выше, чем у карповых (см. табл. 2).

Мышцы язя из р. Вопша превосходили мышечную ткань плотвы по содержанию сухого вещества, в том числе белка и БЭВ, но уступали по количеству липидов (см. табл. 3). В мышцах окуня содержалось большее количество сухого вещества, в том числе белка и золы, чем в мышечной ткани карповых из р. Вопша.

В целом по исследованным рекам скелетные мышцы карповых содержали меньшее количество сухого вещества, в том числе белка, минеральных веществ и БЭВ, по сравнению с окуневыми, но большее – липидов, что может быть связано с трофическим статусом каждого вида. Ранее было показано, что накопление питательных веществ в организме гидробионтов может быть связано с качественным и количественным составом корма [5, 15, 16]. Имеются сведения, что жиры накапливаются в организме рыб в основном из липидов пищи и при поглощении рыбой богатого жирами корма, часть их откладывается в качестве запасных жиров [17, 18]. Таким образом, в мясе планктофагов содержится повышенное количество общих липидов, потому что зоопланктон является промежуточным звеном трофической цепи при передаче полиненасыщенных жирных кислот к рыбам [19, 20]. Следует отметить, что жировые запасы могут депонироваться у разных видов в различных частях тела. У судака жир залегает в брюшной полости, обволакивая внутренние органы, главным образом кишечник, в то время как у карповых – в брыжейке [17, 18].

При сравнении групп рыб, отличающихся по полу, были выявлены как некоторые особенности, так и схожие черты (табл. 4, 5).

Таблица 4

Химический состав скелетных мышц рыб, отличающихся по полу, из р. Соть

Пол	Общая вода	Сухое вещество	Белок	Липиды	Минеральные вещества	БЭВ
Густера						
Самцы	79,86 ± 0,35	20,14 ± 0,35	16,71 ± 0,11	2,06 ± 0,45	1,31 ± 0,06	0,08 ± 0,06
Самки	77,03 ± 0,03	22,97 ± 0,03	17,33 ± 0,19	2,17 ± 0,08	1,96 ± 1,03	0,42 ± 0,13
Плотва						
Самки	79,33 ± 0,10	20,67 ± 0,10	14,64 ± 0,96	2,35 ± 0,04	2,23 ± 0,16	1,46 ± 0,94
Ювенильные особи	81,25 ± 0,11	18,75 ± 0,11	13,41 ± 1,78	2,25 ± 0,15	2,04 ± 0,13	1,06 ± 1,38

Таблица 5

Химический состав скелетных мышц рыб, отличающихся по полу, из р. Касть

Пол	Общая вода	Сухое вещество	Белок	Липиды	Минеральные вещества	БЭВ
Красноперка						
Самки	80,15 ± 0,14	19,85 ± 0,14	16,06 ± 0,37	3,09 ± 0,21	0,63 ± 0,39	0,07 ± 0,08
Ювенильные особи	80,25 ± 0,25	19,75 ± 0,25	12,64 ± 2,21	2,41 ± 1,14	1,97 ± 0,05	2,75 ± 1,28
Язь						
Самцы	74,26 ± 0,03	25,74 ± 0,03	16,07 ± 0,29	2,57 ± 0,38	1,45 ± 0,01	5,65 ± 0,69
Самки	79,10 ± 0,05	20,90 ± 0,05	16,99 ± 0,09	2,98 ± 0,13	0,81 ± 0,13	0,14 ± 0,12

В мышцах самок густеры и плотвы из р. Соть содержание минеральных веществ и БЭВ оказалось выше, чем у самцов и ювенильных особей, в то время как у самок язя и красноперки из р. Касть – ниже.

Обнаружено, что особи женского пола густеры и язя превосходили самцов по количеству белка и жира в мышечной ткани. В мышцах самок плотвы и красноперки содержание сухого вещества, в том числе белка и жира, накапливалось интенсивнее, чем у неполовозрелых особей (см. табл. 4, 5).

В литературе встречаются неоднозначные данные о накоплении питательных веществ в организме гидробионтов, отличающихся по полу [3, 17, 21, 22]. Тем не менее, имеются сведения, соответствующие результатам нашего исследования, что в мышцах самок количество жира и белка накапливается интенсивнее, чем у других групп [5, 23, 24]. Известно, что наибольшие различия между разнополыми особями выявлены в гонадах рыб [5, 19].

С увеличением возраста рыб в мышцах плотвы, чехони и красноперки было выявлено сокращение количества сухого вещества и жира (табл. 6, 7), по-видимому, связанное с наступлением полового созревания рыб [25, 26].

Таблица 6

Химический состав скелетных мышц рыб, отличающихся по возрасту, из р. Соть

Возраст	Общая вода	Сухое вещество	Белок	Липиды	Минеральные вещества	БЭВ
Густера						
2+	79,86 ± 0,35	20,14 ± 0,35	16,71 ± 0,11	2,06 ± 0,45	1,31 ± 0,06	0,08 ± 0,06
5+	77,03 ± 0,03	22,97 ± 0,03	17,33 ± 0,19	2,17 ± 0,08	1,96 ± 1,03	0,42 ± 0,13
Плотва						
3+	79,33 ± 0,10	20,67 ± 0,10	14,64 ± 0,96	2,35 ± 0,04	2,23 ± 0,16	1,46 ± 0,94
4+	81,25 ± 0,11	18,75 ± 0,11	13,41 ± 1,78	2,25 ± 0,15	2,04 ± 0,13	1,06 ± 1,38
Чехонь						
3+	78,14 ± 0,21	21,86 ± 0,21	14,06 ± 0,49	3,71 ± 0,52	1,30 ± 0,23	2,80 ± 0,42
4+	81,92 ± 0,04	18,08 ± 0,04	15,62 ± 0,57	1,49 ± 0,23	0,91 ± 0,37	0,07 ± 0,07

Таблица 7

Химический состав скелетных мышц рыб, отличающихся по возрасту, из р. Касть

Возраст	Общая вода	Сухое вещество	Белок	Жир	Минеральные вещества	БЭВ
Красноперка						
3+	80,15 ± 0,14	19,85 ± 0,14	16,06 ± 0,37	3,09 ± 0,21	0,63 ± 0,39	0,07 ± 0,08
4+	80,25 ± 0,25	19,75 ± 0,25	12,64 ± 2,21	2,41 ± 1,14	1,97 ± 0,05	2,75 ± 1,28
Язь						
6+	79,10 ± 0,05	20,90 ± 0,05	16,99 ± 0,09	2,98 ± 0,13	0,81 ± 0,13	0,14 ± 0,12
7+	74,26 ± 0,03	25,74 ± 0,03	16,07 ± 0,29	2,57 ± 0,38	1,45 ± 0,01	5,66 ± 0,69
Окунь						
6+	74,35 ± 0,17	25,65 ± 0,17	16,92 ± 4,31	1,02 ± 0,01	5,97 ± 2,04	1,76 ± 2,10
8+	74,13 ± 0,07	25,87 ± 0,07	18,34 ± 0,01	1,94 ± 0,71	4,91 ± 0,88	0,69 ± 0,09

Следует отметить, что содержание белка в скелетных мышцах плотвы и красноперки сокращалось, а у чехони – увеличивалось. Вероятно, для развития гонад из мышечной ткани разных видов рыб расходуются различные по химической природе вещества.

В скелетных мышцах густеры, язя и окуня наблюдалось сокращение доли общей воды с возрастом, что соответствует результатам ряда исследований [5, 10, 27, 28].

Содержание белка в мышечной ткани густеры и окуня увеличивалось с возрастом, у язя – уменьшалось. В литературе встречаются сведения как о росте, так и о сокращении количества протеина в мышцах гидробионтов с возрастом [5, 16, 21, 29, 30].

Известно, что жировые запасы в организме рыб весьма лабильны и зависят от широкого спектра факторов [4, 5, 17, 24, 31]. В наших исследованиях у разных видов рыб в их мышечной ткани наблюдается как увеличение, так и уменьшение содержания общих липидов с возрастом.

В мышцах густеры, красноперки и язя обнаружено повышение уровня минеральных веществ и БЭВ с возрастом, в то время как у плотвы, чехони и окуня – снижение. Существуют сведения о том, что возрастные изменения содержания минеральных веществ могут проявляться скачкообразно [21].

Заключение

Таким образом, в результате исследования химического состава мышц промысловых рыб из малых водотоков Ярославской области были выявлены как специфические особенности, так и схожие черты. У особей одного вида, обитающих в разных водоемах, установлены существенные различия в содержании конечных продуктов обмена веществ в мышечной ткани. Установлено, что химический состав скелетных мышц зависит от трофического статуса гидробионтов, пола и возраста. В целом по рекам мышечная ткань карповых превосходила мышцы окуневых по содержанию общих липидов, но уступала им по количеству белка, золы и БЭВ. Выявлено, что самцы и ювенильные особи значительно уступали самкам по количеству белка и жира в скелетных мышцах. Сокращение сухого вещества и жира в мышечной ткани особей 4–5 лет может быть связано с наступлением полового созревания рыб, у более старших групп наблюдалось уменьшение количества воды в связи с накоплением сухого вещества. Из полученных данных можно сделать вывод о том, что рыбное население рек, расположенных на территории Государственного природного заказника «Ярославский», находится в относительно благоприятных условиях. Тем не менее для более полной оценки физиологического состояния рыб необходимо изучать гидрохимические условия и кормовую базу исследуемых рек, а также проводить ежегодный мониторинг изменений в химическом составе мышц и органов гидробионтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Рохмистров В. Л.* Малые реки Ярославского поволжья. Ярославль: Изд. ВВО РЭА, 2004. 54 с.
2. *Шульман Г. Е., Щепкин В. Я., Минюк Г. С.* Определение содержания жира и суммарных липидов у черноморского шпрота // Рыбное хозяйство. 1989. № 12. С. 86–87.
3. *Костылева А. А., Флерова Е. А.* Особенности химического состава мышечной ткани леща *Abramis brama* Горьковского водохранилища // Вопр. рыболовства. 2015. Т. 16. № 4. С. 412–418.
4. *Паюта А. А.* Анализ показателей обмена веществ карповых рыб как одного из способов оценки загрязнений водных экосистем // Сетевой журнал ОрелГАУ. 2016. № 2 (7). С. 22–28.
5. *Паюта А. А., Флерова Е. А.* Особенности химического состава скелетных мышц, печени и гонад у лещей *Abramis brama* L. разного возраста // Проблемы биологии продуктивных животных. 2017. № 2. С. 38–50.
6. *Чуйков Ю. С.* О системе особо охраняемых природных территорий Волжского бассейна // Астрахан. вестн. эколог. образования. 2016. № 3 (37). С. 42–60.
7. *Правдин И. Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
8. *Yeganeh S., Shabanpour B., Hosseini H., Imanpour M. R., Shabani A.* Comparison of Farmed and Wild Common Carp (*Cyprinus carpio*): Seasonal Variations in Chemical Composition and Fatty Acid Profile // CJFS. 2012. V. 30. N. 6. P. 503–511.
9. *Флерова Е. А.* Физиолого-биохимические методы исследования рыб. Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВПО Ярославская ГСХА, 2014. 40 с.
10. *Маляревская А. Я.* Обмен веществ у рыб в условиях антропогенного евтрофирования водоемов: моногр. К.: Наукова думка, 1979. 256 с.

11. Мартемьянов В. И. Пороговые концентрации катионов во внешней среде, необходимые для поддержания ионного баланса между организмом вселенца *Elodea canadensis* Michaux и пресной водой // РЖБИ. 2014. Т. 7. № 3. С. 59–72.
12. Кириллов В. Н. Особенности липидного обмена в организме рыб в условиях повышенной минерализации воды // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2009. № 1. С. 132–133.
13. Ваганова Е. С., Давыдова О. А. Оценка самоочищения водных экосистем от тяжелых металлов (на примере малых рек Ульяновской области) // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2011. Т. 13. № 5 (2). С. 147–150.
14. Лопарева Т. Я., Шарипова О. А., Петрушенко Л. В. Уровень накопления токсикантов в мышечной ткани рыб в водных бассейнах Республики Казахстан // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2016. № 2. С. 115–122.
15. Мирошниченко Д. А., Флерова Е. А. Сравнительная характеристика показателей обмена веществ представителей *Clarias batrachus*, обитающих в естественных и искусственных условиях // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 1 (9). С. 110–114.
16. Kalay M., Sangün M. K., Ayas D., Göçer M. Chemical Composition and Some Trace Element Levels of Thinlip Mullet, *Liza ramada* Caught from Mersin Gulf // Ekoloji. 2008. V. 17. № 68. P. 11–16.
17. Байдашинова Л. С., Яржомбек А. А. Биохимия сырья водного происхождения. М.: Моркнига, 2011. 510 с.
18. Клейменов И. Я. Химический и весовой состав рыб водоемов СССР и зарубежных стран. М.: Изд-во журн. «Рыбное хоз-во» ВНИРО, 1962. 143 с.
19. Сидоров В. С. Сравнительная биохимия рыб и их гельминтов. Липиды, ферменты, белки. Петро- заводск: Карельский филиал АН СССР, 1977. 160 с.
20. Гладышев М. И. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты и их пищевые источники для человека // Journal of SibFU. Biology 4. 2012. № 5. С. 352–386.
21. Паюта А. А., Флерова Е. А. Особенности накопления продуктов обмена веществ в мышечной ткани различных половозрастных групп леща *Abramis brama* L. Рыбинского водохранилища // Вестн. АПК Верхневолжья. 2017. № 1. С. 23–28.
22. Панов В. П. Морфобиохимическая характеристика туловищной мускулатуры некоторых рыб семейства карповых: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1982. 22 с.
23. Medford B. A., Mackay W. C. Protein and lipid content of gonads, liver, and muscle of northern pike (*Esox lucius*) in relation to gonad growth // J. Fish Res. Board Can. 1978. V. 35. N. 2. P. 213–219.
24. Фатхуллин Р. Ф. К вопросу об упитанности плотвы обыкновенной (*Rutilus rutilus*) в Куйбышевском водохранилище // Вестн. Чуваш. гос. пед. ун-та им. И. Я. Яковлева. 2013. № 2 (78). С. 171–175.
25. Рыбопромысловый атлас Рыбинского водохранилища. Ярославль: Ин-т биологии внутр. вод АН СССР, Рыб. пром. трест, 1963. 69 с.
26. Бознак Э. И. Красноперка *Scardinius erythrophthalmus* притоков реки Северная Двина // Вопр. ихтиологии. 2008. Т. 48. № 3. С. 427–429.
27. Hanna R. G. M. Proximate composition of certain Red Sea fishes // Mar. Fish. Rev. 1984. N. 46 (3). P. 71–75.
28. Flerova E., Kostyleva A. The content of some components of metabolism in muscle tissue of bream *Abramis brama* (L.) // J. Microbiol. Biotech. Food Sci. 2014. V. 3. P. 308–310.
29. Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 368 с.
30. Курант В. З. 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.
31. Кизеветтер И. В. Биохимия сырья водного происхождения. М.: Пищ. пром-сть, 1973. 424 с.

Статья поступила в редакцию 22.10.2018

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Паюта Александра Александровна – Россия, 150517, Ярославская обл., п. Михайловский; Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства – филиал Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии им. В. Р. Вильямса; научный сотрудник отдела технологий животноводства; a.payuta@mail.ru.

Богданова Алена Андреевна – Россия, 150517, Ярославская обл., п. Михайловский; Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства – филиал Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии им. В. Р. Вильямса; канд. с.-х. наук; старший научный сотрудник отдела технологий животноводства; bogdanova.ale@gmail.com.

Флёрова Екатерина Александровна – Россия, 150517, Ярославская обл., п. Михайловский; Ярославский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства – филиал Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса; канд. биол. наук, доцент; ведущий научный сотрудник отдела технологий животноводства; Россия, 150003, Ярославль; Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова; доцент кафедры физиологии человека и животных; katarinum@mail.ru.

Мирошниченко Дарья Андреевна – Россия, 150003, Ярославль; Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова; аспирант кафедры физиологии человека и животных; butka91@mail.ru.

Малин Михаил Игоревич – Россия, 152742, Ярославская обл., п. Борок; Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской академии наук; научный сотрудник лаборатории экологии рыб; mishuk.ibiw@gmail.com.

Андреева Марина Игоревна – Россия, 152020, Ярославская обл., Переславль-Залесский; Национальный парк «Плещеево озеро»; зам. директора по научной работе; otchel-nauki@pereslavl.ru.



CHEMICAL COMPOSITION OF FISH MUSCLE OF SMALL RIVERS OF THE YAROSLAVL REGION

*A. A. Payuta¹, A. A. Bogdanova¹, E. A. Flerova^{1,2},
D. A. Miroshnichenko², M. I. Malin³, M. I. Andreeva⁴*

¹*Yaroslavl Scientific Research Institute of Livestock Breeding and Forage Production, Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology, Mikhailovskiy, Yaroslavl region, Russian Federation*

²*P. G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russian Federation*

³*Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok, Yaroslavl region, Russian Federation*

⁴*National Park “Lake Pleshcheyevo”, Pereslavl-Zalessky, Yaroslavl region, Russian Federation*

Abstract. The article presents the study results of the chemical composition of Cyprinidae and Percidae skeletal muscles from the Sot', Vopsha and Kast' rivers in the territory of the Yaroslavsky State Nature Reserve. The fish were ascertained for sex, stage of gonad maturity, and age. The total amount of water, dry matter, total lipids, protein, minerals, and nitrogen-free extractives (NFE) were determined in their muscle tissues. The study revealed significant differences in the content of final metabolic products in the muscles of individuals of the same species living in different rivers, which may be connected to the difference in food supply or with characteristics of hydrochemical composition of the reservoirs under study. It has been stated that the chemical composition of muscle tissues depends on the trophic status of aquatic organisms, their sex and age. On average, in the rivers the carpal skeletal muscles were superior to the perch muscular tissue in terms of total lipid content, but inferior to the amount of protein, ash, and NFE. As it was revealed, the female muscles contained more protein and fat, than muscles of males and juveniles. Reduction of dry matter and fat in the muscle tissues of roach, sabrefish and rudd (aged 4 to 5) can be associated with attaining puberty in fish. With age, a decrease of water was observed in Cyprinidae and Percidae muscles due to accumulation of dry matter. With ageing of the studied fish in their muscle tissues was found both the increased and decreased concentration of protein, total lipids, mineral substances and NFE. From the data obtained it can be inferred that the fish population of the rivers flowing through the territory of the Yaroslavsky State Nature Reserve exist in relatively favorable conditions.

Key words: metabolism, muscle tissue, Cyprinidae, Percidae, sex, age, small rivers of the Yaroslavl region.

For citation: Payuta A. A., Bogdanova A. A., Flerova E. A., Miroshnichenko D. A., Malin M. I., Andreeva M. I. Chemical composition of fish muscle of small rivers of the Yaroslavl region. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry.* 2019;1:112-121. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-112-121.

REFERENCES

1. Rokhmistrov V. L. *Malye reki Iaroslavskogo povolzh'ia* [Small rivers of the Yaroslavl region of the Volga river]. Iaroslavl', Izdanie VVO REA, 2004. 54 p.
2. Shul'man G. E., Shchepkin V. Ia., Miniuk G. S. Opredelenie sodержaniia zhira i summarnykh lipidov u chernomorskogo shprota [Determining fat content and total lipids in Black Sea sprat]. *Rybnoe khoziaistvo*, 1989, no. 12, pp. 86-87.
3. Kostyleva A. A., Flerova E. A. Osobennosti khimicheskogo sostava myshechnoi tkani leshcha Abramis brama Gor'kovskogo vodokhranilishcha [Characteristics of chemical composition of muscle tissues of brim Abramis Brama from the Gorky reservoir]. *Voprosy rybolovstva*, 2015, vol. 16, no. 4, pp. 412-418.
4. Paiuta A. A. Analiz pokazatelei obmena veshchestv karpovykh ryb kak odnogo iz sposobov otsenki zagriaznenii vodnykh ekosistem [Analysis of metabolism indices of carp species as one of the methods of evaluating water ecosystem pollution]. *Setevoi zhurnal OrelGAU*, 2016, no. 2 (7), pp. 22-28.
5. Paiuta A. A., Flerova E. A. Osobennosti khimicheskogo sostava skeletnykh myshts, pecheni i gonad u leshchei Abramis brama L. raznogo vozrasta [Characteristics of chemical composition of skeleton muscles, liver and gonads in bream Abramis brama L. at different ages]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh*, 2017, no. 2, pp. 38-50.
6. Chuikov Iu. S. O sisteme osobo okhraniaemykh prirodnykh territorii Volzhskogo Basseina [On the system of protected areas of the Volga basin]. *Astrakhanskii vestnik ekologicheskogo obrazovaniia*, 2016, no. 3 (37), pp. 42-60.
7. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniiu ryb* [Instructions on the fish study]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1966. 376 p.
8. Yeganeh S., Shabanpour B., Hosseini H., Imanpour M. R., Shabani A. Comparison of Farmed and Wild Common Carp (*Cyprinus carpio*): Seasonal Variations in Chemical Composition and Fatty Acid Profile. *CJFS*, 2012, vol. 30, no. 6, pp. 503-511.
9. Flerova E. A. *Fiziologo-biokhimicheskie metody issledovaniia ryb* [Physiological and biochemical methods of fish study]. Iaroslavl', Izd-vo FGBOU VPO Iaroslavskaiia GSKhA, 2014. 40 p.
10. Maliarevskaiia A. Ia. *Obmen veshchestv u ryb v usloviiakh antropogenno ego evtrofirovaniia vodoemov: monografiia* [Metabolism in fish in conditions of anthropogenic eutrophication of the water bodies: monograph]. Kiev, Naukova dumka, 1979. 256 p.
11. Martem'ianov V. I. Porogovye kontsentratsii kationov vo vneshnei srede, neobkhodimye dlia podderzhaniia ionnogo balansa mezhd u organizmom vselemtsa *Elodea canadensis* Michaux i presnoi vodoi [Threshold concentration of cations in the environment necessary to support ion balance between invader *Elodea canadensis* Michaux and fresh water]. *RZhBI*, 2014, vol. 7, no. 3, pp. 59-72.
12. Kirillov V. N. Osobennosti lipidnogo obmena v organizme ryb v usloviiakh povyshennoi mineralizatsii vody [Features of lipid exchange in fish organism in conditions of increased water mineralization]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Serii: Rybnoe khoziaistvo*, 2009, no. 1, pp. 132-133.
13. Vaganova E. S., Davydova O. A. Otsenka samoochishcheniia vodnykh ekosistem ot tiazhelykh metallov (na primere malykh rek Ul'ianovskoi oblasti) [Evaluating the water ecosystem self-cleaning from heavy metals (on the example of small rivers of the Ulyanovsk region)]. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2011, vol. 13, no. 5 (2), pp. 147-150.
14. Lopareva T. Ia., Sharipova O. A., Petrushenko L. V. Uroven' nakopleniia toksikantov v myshechnoi tkani ryb v vodnykh basseina kh Respubliki Kazakhstan [Level of toxicant accumulation in fish muscle tissues in water basins of the Republic of Kazakhstan]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Serii: Rybnoe khoziaistvo*, 2016, no. 2, pp. 115-122.
15. Miroshnichenko D. A., Flerova E. A. Sravnitel'naia kharakteristika pokazatelei obmena veshchestv predstavitelei *Clarias batrachus*, obitaiushchikh v estestvennykh i iskusstvennykh usloviiakh [Comparative characteristics of metabolism parameters in *Clarias batrachus* species existing in natural and artificial environments]. *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy*, 2016, no. 1 (9), pp. 110-114.
16. Kalay M., Sangün M. K., Ayas D., Göçer M. Chemical Composition and Some Trace Element Levels of Thinlip Mullet, *Liza ramada* Caught from Mersin Gulf. *Ekoloji*, 2008, vol. 17, no. 68, pp. 11-16.
17. Baidalinova L. S., Iarzhombek A. A. *Biokhimiia syr'ia vodnogo proiskhozhdeniia* [Biochemistry of raw materials of aquatic origin]. Moscow, Morkniga Publ., 2011. 510 p.
18. Kleimenov I. Ia. *Khimicheskii i vesovoi sostav ryb vodoemov SSSR i zarubezhnykh stran* [Chemical and weight fish composition of water bodies of the USSR and foreign countries]. Moscow, Izd-vo zhurnala «Rybnoe khoziaistvo» VNIRO, 1962. 143 p.
19. Sidorov V. S. *Sravnitel'naia biokhimiia ryb i ikh gel'mintov. Lipidy, fermenty, belki* [Comparative biochemistry of fish and their helminthes. Lipids, enzymes, proteins]. Petrozavodsk, Karel'skii filial AN SSSR, 1977. 160 p.
20. Gladyshev M. I. Nezamenimye polinenasyshchennye zhirnye kisloty i ikh pishchevye istochniki dlia cheloveka [Unreplaceable polyunsaturated fat acids and their food resources for man]. *Journal of SibFU. Biology 4*, 2012, no. 5, pp. 352-386.
21. Paiuta A. A., Flerova E. A. Osobennosti nakopleniia produktov obmena veshchestv v myshechnoi tkani razlichnykh polovozrastnykh grupp leshcha Abramis brama L. Rybinskogo vodokhranilishcha [Characteristics of accumulating metabolism products in muscle tissues of different mature age groups of bream Abramis brama L. In the Rybinskiy water reservoir]. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ia*, 2017, no. 1, pp. 23-28.

22. Panov V. P. *Morfobiokhimičeskaja kharakteristika tuloviščnoi muskulatury nekotorykh ryb semeistva karpovykh. Avtoreferat dis. kand. s.-kh. nauk* [Morphobiochemical characteristic of body muscles of certain carp species: diss.abstr. Cand.Agric.Cult.Sci.]. Moscow, 1982. 22 p.
23. Medford B. A., Mackay W. C. Protein and lipid content of gonads, liver, and muscle of northern pike (*Esox lucius*) in relation to gonad growth. *J. Fish Res. Board Can.*, 1978, vol. 35, no. 2, pp. 213-219.
24. Fatkhullin R. F. K voprosu ob upitannosti plotvy obyknovnoi (*Rutilus rutilus*) v Kuibyshevskom vodokhranilišče [To the problem of fattening of roach (*Rutilus rutilus*) in the Kuibyshev water reservoir]. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogičeskogo universiteta im. I. Ia. Iakovleva*, 2013, no. 2 (78), pp. 171-175.
25. *Rybopromyslovyi atlas Rybinskogo vodokhraniliščha* [Fishery atlas of the Rybinsk water reservoir]. Jaroslavl', Institut biologii vnutrennikh vod AN SSSR, Rybinskii promyshlennyi trest, 1963. 69 p.
26. Boznak E. I. Krasnoperka Scardinius erythrophthalmus pritokov reki Severnaia Dvina [Rudd Scardinius erythrophthalmus in the tributaries of the Northern Dvina]. *Voprosy ikhtiologii*, 2008, vol. 48, no. 3, pp. 427-429.
27. Hanna R. G. M. Proximate composition of certain Red Sea fishes. *Mar. Fish. Rev.*, 1984, no. 46 (3), pp. 71-75.
28. Flerova E., Kostyleva A. The content of some components of metabolism in muscle tissue of bream *Abramis brama* (L.). *J. Microbiol. Biotech. Food Sci.*, 2014, vol. 3, pp. 308-310.
29. Shul'man G. E. *Fiziologo-biokhimičeskie osobennosti godovykh tsiklov ryb* [Physiological and biochemical features of annual cycles of fish]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1972. 368 p.
30. Kurant V. Z. *Soderzhanie belkov i nukleinykh kislot v tkaniakh nekotorykh presnovodnykh ryb i ikh zavisimost' ot vozrasta i sezona. Avtoreferat dis. kand. biol. nauk* [Protein and nucleic acid content in tissues of certain fresh water fish and their dependence on age and season: diss.abstr.Cand.Biol.Sci.]. Ternopol', UkrNII fiziologii i biokhimii s.-kh. zhivotnykh, 1984. 23 p.
31. Kizevetter I. V. *Biokhimiia syr'ia vodnogo proiskhozhdeniia* [Biochemistry of raw materials of aqueous origin]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1973. 424 p.

The article submitted to the editors 22.10.2018

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Payuta Alexandra Aleksandrovna — Russia, 150517, Yaroslavl region, Mikhailovsky village; Yaroslavl Scientific Research Institute of Livestock Breeding and Forage Production – affiliate of Williams Federal Research Center of Forage Production and Agroecology; Researcher of the Department of Animal Production Technology; a.payuta@mail.ru.

Bogdanova Alena Andreevna — Russia, 150517, Yaroslavl region, Mikhailovsky village; Yaroslavl Scientific Research Institute of Livestock Breeding and Forage Production – affiliate of Williams Federal Research Center of Forage Production and Agroecology; Candidate of Agricultural Sciences; Senior Researcher of the Department of Animal Production Technology; bogdanova.ale@gmail.com.

Flerova Ekaterina Aleksandrovna — Russia, 150517, Yaroslavl region, Mikhailovsky village; Yaroslavl Scientific Research Institute of Livestock Breeding and Forage Production – affiliate of Williams Federal Research Center of Forage Production and Agroecology; Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor; Leading Researcher of the Department of Animal Production Technology; Russia, 150003, Yaroslavl; P. G. Demidov Yaroslavl State University; Assistant Professor of the Department of Human and Animal Physiology; katarinum@mail.ru.

Miroshnichenko Daria Andreevna — Russia, 150003, Yaroslavl; P. G. Demidov Yaroslavl State University; Postgraduate Student of the Department of Animal Production Technology; butka91@mail.ru.

Malin Mikhail Igorevich — Russia, 152742, Yaroslavl region, Borok village; Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences; Researcher of the Laboratory of Fish Ecology; mishuk.ibiw@gmail.com.

Andreeva Marina Igorevna — Russia, 152020, Yaroslavl region, Pereslavl-Zalessky; National Park “Lake Pleshcheyevo”; Deputy Director of Research; otdel-nauki@pereslavl.ru.

