



ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA L.* РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.А. Паюта (фото)

м.н.с. научно-исследовательской лаборатории мониторинга
и контроля качества

Е.А. Флёрова

к.б.н., доцент, заведующая научно-исследовательской
лабораторией мониторинга и контроля качества
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА

*Лещ Abramis brama L.,
мышечная ткань, белок,
жир, зола, безазотистые
экстрактивные
вещества, Рыбинское
водохранилище*

*Bream, tissue, protein,
fat, ash, nitrogen free
extractive material,
Rybinsk reservoir*

В последние годы для эффективной рыбохозяйственной деятельности с целью разработки научных основ поддержания и повышения продуктивности рыб проводятся всесторонние исследования гидробионтов. В связи с проблемой антропогенного влияния на водоемы России и рационального использования рыбных ресурсов большое внимание уделяется физиологическому состоянию рыб. Функциональное состояние организма гидробионтов является важной характеристикой при оценке как отдельных особей и популяций, так и рыбных запасов в целом.

При исследовании метаболизма необходимо отдавать предпочтение массовым промысловым видам рыб. Одним из таких видов является лещ, который занимает ведущее место среди промысловых рыб ихтиофауны Волжско-Каспийского бассейна. Рыбинское водохранилище – один из крупнейших искусственных водоемов России, подвергающийся влиянию антропогенной нагрузки, имеет высокое рыбопромысловое значение. Поэтому чрезвычайно значимым и актуальным для теоретических и практических исследований является изучение обмена веществ лещей Рыбинского водохранилища.

Изучение и оценка рыб может осуществляться на основании накопления продуктов обмена веществ в мышечной ткани, так как она составляет основу массы тела гидробионтов. Кроме того, функционирование мышц тесно связано с постоянным притоком и усвоением пищевых веществ, доставляемых кровью.

Таким образом, цель работы – изучение особенностей накопления продуктов обмена веществ в мышечной ткани лещей Рыбинского водохранилища.

Материалы и методы

В качестве объекта исследований был выбран лещ, отобранный тралом научно-исследовательского судна «Академик Топчиев» в конце нагульного периода (конец сентября - начало октября 2013 года). Рыба вылавливалась со стандартных станций траления Рыбинского водохранилища (рис. 1).

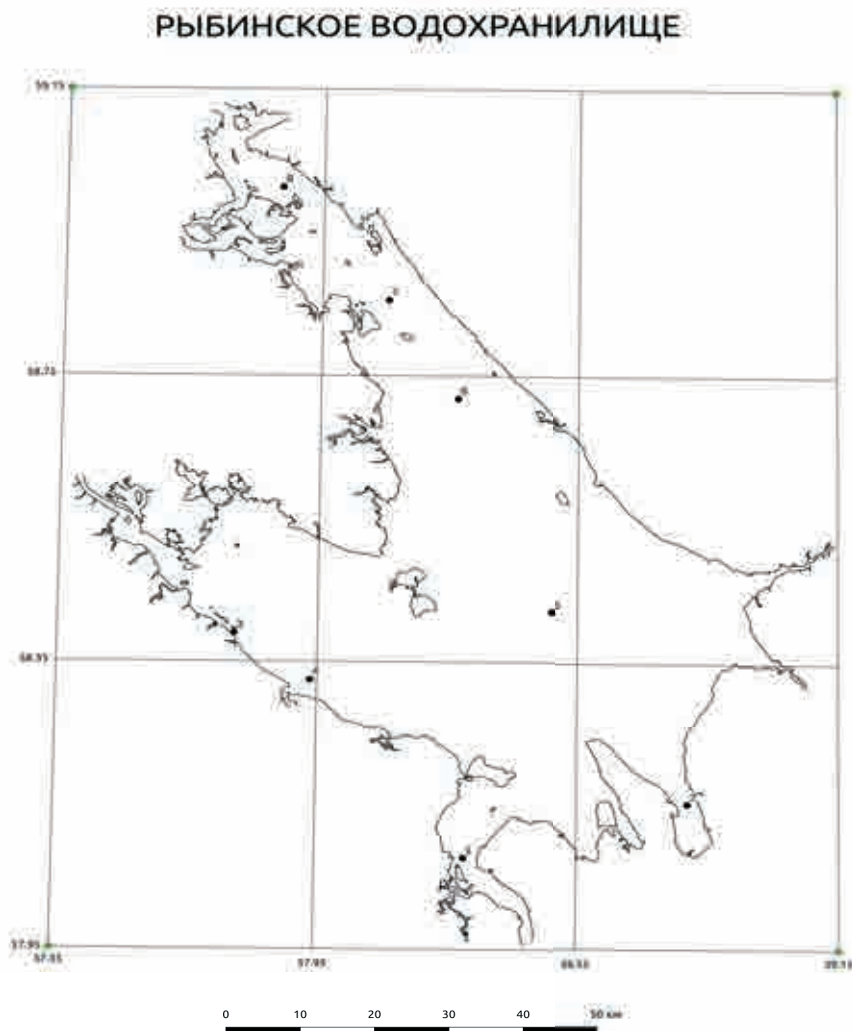


Рисунок 1 – Карта-схема Рыбинского водохранилища. Станции отбора проб: 1 – Коприно, 2 – Волково, 3 – Первомайка, 4 – Брейтово, 5 – Городок, 6 – Ягорба, 7 – Мякса, 8 – Любец

Для проведения исследований мышечная ткань была отобрана от 80 половозрелых, примерно одноразмерных особей леща (табл. 1).

Рыбу непосредственно после поимки помещали в контейнеры с речной водой и доставляли в лабораторию судна, в которой проводились измерения для биологического анализа: определялась длина, масса тела, масса порки, зрелость гонад. Затем на хладагенте отсекалась мышечная ткань вдоль позвоночника и определялась

ее масса. После этого пробы замораживались и хранились при температуре -8°C до проведения анализов.

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

Количество воды и сухого вещества определяли с помощью двухступенчатого метода определения влаги: количество свободной воды

Таблица 1 – Биологические показатели леща Рыбинского водохранилища

Пол лещей	Количество особей, шт.	Длина, см	Масса рыбы, г	Масса порки, г	Коэффициент упитанности	
					по Фультону	по Кларк
Самцы	43	$35,17 \pm 0,47$	$750,67 \pm 29,99$	$679,79 \pm 25,83$	$1,69 \pm 0,03$	$1,53 \pm 0,02$
Самки	37	$34,41 \pm 0,66$	$733,86 \pm 42,62$	$643,43 \pm 35,9$	$1,72 \pm 0,03$	$1,51 \pm 0,02$

Особенности накопления продуктов обмена веществ в мышечной ткани различных половозрастных групп леща *Abramis brama* L. Рыбинского водохранилища

получали путем высушивания навески при температуре 60°C до достижения постоянной массы. После этого пробу измельчали и высушивали при температуре 105°C до достижения постоянной массы навески для получения гигроскопической влаги. Количество общей воды и сухого вещества определяли расчетным путем [1].

Количество жира определяли по методу Сокслета, экстрагируя пробу петролейным эфиром [1].

Для определения белка использовали метод Кьельдаля. Чтобы получить количество сырого белка, процентное содержание азота в пробе умножали на эмпирический коэффициент преобразования белка 6,25 [2, 3].

Минеральные вещества получали гравиметрическим методом сжигания навески в муфельной печи при температуре 550°C до белого цвета золы [1].

Количество БЭВ вычисляли по разнице между 100% и суммой процентов общей воды, сырого протеина, сырого жира, золы [1].

Данные статистической обработки были получены с помощью программы Excel 2007 и представлены в таблицах виде средних значений и их ошибок ($M \pm m$).

Результаты и обсуждение

В результате исследований было выявлено, что коэффициент упитанности по Фультону ва-

рьюровал от 0,71 до 2,01 при среднем значении 1,71, по Кларк – изменялся в пределах от 0,92 до 1,75 при среднем значении 1,52. Показано, что коэффициенты упитанности рыб могут варьировать в зависимости от сезонных и онтогенетических изменений, происходящих в их организме. Так, у леща коэффициенты упитанности могут изменяться от 1,49 до 2,27 по Фультону [4, 5] и от 1,37 до 2,73 по Кларк [5, 6].

Выявлено, что мышечная ткань леща в среднем содержит воды 78,8%, сухого вещества 21,2%, в том числе белка 17,1%, жира 1,5%, минеральных веществ 1,2%, БЭВ 1,4%.

Согласно литературным данным, количество питательных веществ изменяется в зависимости от жизненного цикла, условий среды, кормовых ресурсов, мест обитания [7, 8, 9]. Так, лещ Рыбинского водохранилища уступает лещу, обитающему в Горьковском водохранилище, в количестве воды – на 0,2%, БЭВ на – 0,6%, но превосходит в количестве сухого вещества на 0,2%, белка – на 0,1%, жира – на 0,7%, минеральных веществ – на 0,2% [10].

Содержание показателей обмена веществ у групп лещей, отличающихся по полу, оказалось близко (табл. 2).

По количеству общей воды самцы уступают самкам на 0,3%, соответственно самки содержат сухого вещества меньше, чем особи мужского пола. Количество белка и жира у групп различает-

Таблица 2 – Показатели обмена веществ в мышечной ткани групп лещей, отличающихся по полу

Половозрастная группа	Показатели обмена веществ, %					
	общая вода	сухое вещество	жир	белок	минеральные вещества	БЭВ
Самцы половозрелые	78,7±0,21	21,3±0,21	1,52±0,08	17,15±0,27	1,16±0,06	1,52±0,20
Самки половозрелые	79,0±0,22	21,0±0,22	1,48±0,12	17,09±0,16	1,26±0,07	1,21±0,12

ся лишь на сотые доли, тем не менее содержание данных веществ в мышечной ткани самцов больше, чем у самок. Минеральных веществ в мышцах самок леща Рыбинского водохранилища на 0,1% больше, чем у самцов, а БЭВ на 0,31% меньше. Достоверных отличий между показателями обмена веществ в мышцах самцов и самок выявлено не было. Известно, что наибольшие различия у половозрастных групп наблюдаются в гонадах в процессе их созревания [11]. Стоит отметить, что

достоверных отличий при сравнении показателей у лещей разного пола обнаружено не было.

Количественные изменения химического состава мышечной ткани лещей в большей степени были выражены в зависимости от возраста особей (табл. 3).

У пятилетних особей леща количество общей воды составляет 79,24%, у девятилетних этот показатель уменьшается до 78,35%, а с 10 лет содержание общей воды начинает увеличиваться

Таблица 3 – Показатели обмена веществ в мышечной ткани групп лещей, отличающихся по возрасту

Возраст особей	Показатели обмена веществ, %					
	общая вода	сухое вещество	жир	белок	минеральные вещества	БЭВ
5+	79,24±0,91	20,76±0,91	0,87±0,25 ^{1,2}	17,76±0,38 ¹	0,97±0,01 ^{1,2,3}	1,17±1,03
6+	79,95±0,18 ¹⁻³	20,05±0,18 ¹⁻³	0,80±0,17 ^{3,4}	16,96±0,39 ²	1,02±0,03 ⁴	1,28±0,33
7+	78,99±0,54	21,01±0,54	1,18±0,12 ⁵	17,10±0,46 ³	1,06±0,09 ⁵	1,67±0,42
8+	78,63±0,28 ¹	21,37±0,28 ¹	1,35±0,10 ^{3,4}	17,45±0,33 ⁴	1,17±0,09 ¹	1,39±0,21
9+	78,35±0,27 ^{2,4}	21,65±0,27 ^{2,4}	1,65±0,11 ^{1,3,5}	17,52±0,28 ⁵	1,40±0,09 ^{2,4,5,6}	1,08±0,22
10+	78,73±0,25 ³	21,27±0,25 ³	1,83±0,18 ^{2,4,5}	16,77±0,31 ⁶	1,18±0,08 ³	1,50±0,08
11+	80,54±0,92 ⁴	19,46±0,92 ⁴	1,31±0,18	15,12±0,55 ¹⁻⁶	0,89±0,12 ⁶	2,14±0,59

Примечание: значения с одинаковыми числовыми индексами достоверно отличаются друг от друга

и достигает максимума в возрасте 11+. Соответственно количество сухого вещества до десятилетнего возраста увеличивается, а после наблюдается его снижение, при этом минимальное значение, которое составляет 19,46%, выявлено у одиннадцатилетних особей. Стоит отметить достоверные отличия между особями возраста 6+ и 8+, 9+, 10+, а также 9+ и 11+.

В литературе встречались данные, что с возрастом у лещей наблюдается увеличение содержания жира в мышечной ткани, а замедление роста взрослых особей благоприятно влияет на накопление жира в организме рыб [11, 12]. Нами установлено, что с 6 до 10 лет жир у лещей достоверно увеличивается, но в возрасте 11+ наблюдается уменьшение данного показателя на 0,52%. Тем не менее, наименьшее значение содержания жира выявлено у шестилетних особей, в то время как наибольшее наблюдается у лещей возраста 10+.

За период от 5 до 11 лет у лещей наблюдается смена периодов увеличения и снижения белка в мышечной ткани. Максимальное значение белка в мышцах лещей достигается в возрасте 5+, минимальное – в 11+. По данному показателю между особями в диапазоне от пяти до десяти лет и одиннадцатилетними лещами различия были достоверны. В литературе встречаются сведения о том, что накопление белка в организме рыб с возрастом уменьшается [13], у некоторых видов рыб, имеющих короткую и среднюю продолжительность жизни, белковый обмен идет по параболе или прямой [14, 15]. Стоит отметить схожие тенденции накопления сухого вещества и белка в мышцах лещей с возрастом, вероятно, это связано с тем, что сухое вещество

в мышечной ткани лещей представлено в большей степени протеином.

У некоторых видов рыб количество зольных веществ в организме с возрастом повышается [16]. До возраста 10+ в мышечной ткани леща Рыбинского водохранилища наблюдается увеличение количества минеральных веществ, но в возрасте 11+ происходит резкое снижение данного показателя, составляющее лишь 0,89%. Достоверные отличия были выявлены у особей возраста 5+ и 8+, 9+, 10+, а также у лещей возраста 9+ и 6+, 7+, 11+. Следует отметить, что изменение содержания минеральных веществ в мышцах лещей Рыбинского водохранилища схоже с накоплением жира.

Расчет содержания БЭВ, представляющих углеводистую часть, у групп лещей, отличающихся по возрасту, не показал зависимость данной величины от возраста рыбы. Накопление БЭВ с возрастом происходит неравномерно: до возраста 7+ оно увеличивается, после чего к девяти годам снижается до минимального значения, а затем снова возрастает и достигает максимума в возрасте 11 лет, при этом достоверных отличий по данному показателю не выявлено.

Таким образом, обобщив результаты исследований, можно сделать следующие выводы:

1) лещи Рыбинского водохранилища, по сравнению лещами Горьковского водохранилища интенсивнее накапливают продукты белкового, липидного и водно-солевого обмена веществ, о чем свидетельствует большее содержание в мышечной ткани сухого вещества за счет количества белка, жира и золы.

2) Показатели обмена веществ в мышцах лещей Рыбинского водохранилища, отличающихся по полу, оказались близки. При сравнении дан-

ных величин в мышечной ткани самцов и самок, достоверной зависимости от пола рыб обнаружено не было.

3) С возрастом в мышечной ткани леща происходит уменьшение количества воды в мышцах рыб в связи с накоплением сухого вещества. При

достижении возраста 10+ происходит уменьшение количества сухого вещества, белка и минеральных веществ; в возрасте 11+ выявлено резкое сокращение жира в мышцах леща. Данные особенности могут быть связаны с возрастными изменениями в рыбе.

Литература

1. Флёрова, Е.А. Физиолого-биохимические методы исследования рыб [Текст] / Е.А. Флёрова. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВПО Ярославская ГСХА, 2014. – 40 с.
2. Official methods of analysis [Text] / Arlington, USA: Ass. Official Analyt. Chemists. –1990. – 74 s.
3. Yeganeh, S. Comparison of Farmed and Wild Common Carp (*Cyprinus carpio*): Seasonal Variations in Chemical Composition and Fatty Acid Profile [Text] / S. Yeganeh, B. Shabanpour, H. Hosseini, M.R. Imanpour, A. Shabani // Czech J. Food Sci. – 2012. – V. 30. – № 6. – S. 503–511.
4. Маренков, О.Н. Развитие гонад леща (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) в условиях Запорожского водохранилища [Текст] / О.Н. Маренков, Е.В. Федоненко, М.М. Габибов, Н.М. Абдуллаева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. Биология. – 2013. – № 4 (4). – С. 25-35.
5. Горюнова, А.И. Рыбоводное освоение степных озер Казахстана. Товарное выращивание леща (к вопросу о воссоздании озерно-товарных хозяйств) [Текст] / А.И. Горюнова, Е.К. Данько // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия биологическая и медицинская. – 2014. – № 6. – С. 7-11.
6. Шайдуллина, Ж.М. Сезонная и возрастная динамика морфофизиологических показателей леща реки Урал [Текст]: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Шайдуллина Жанар Мухитовна. – Астрахань: Астраханский ГТУ, 2009. – 24 с.
7. Мирошниченко, Д.А. Особенности накопления продуктов обмена веществ радужной форели *Oncorhynchus mykiss* породы Дональдсон в условиях аквакультуры Южного Вьетнама [Текст] / Д.А. Мирошниченко // Повышение уровня и качества биогенного потенциала в животноводстве: сб. науч. тр. по матер. II Межд. научно-практ. конф. / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль, 2016. – С. 66-70.
8. Мирошниченко, Д.А. Сравнительная характеристика показателей обмена веществ представителей *Clarias batrachus* обитающих в естественных и искусственных условиях [Текст] / Д.А. Мирошниченко, Е.А. Флёрова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2016. – № 1(9). – С. 110-114.
9. Паюта, А.А. Анализ показателей обмена веществ карповых рыб, как одного из способов оценки загрязнений водных экосистем [Текст] / А.А. Паюта // Сетевой журнал ОрелГАУ. – 2016. – № 2 (7). – С. 22-28.
10. Костылева, А.А. Особенности химического состава мышечной ткани леща *Abramis brama* Горьковского водохранилища [Текст] / А.А. Костылева, Е.А. Флёрова // Вопросы рыболовства. Том 16. – 2015. – № 4. – С. 412-418.
11. Сидоров, В.С. Сравнительная биохимия рыб и их гельминтов. Липиды, ферменты, белки [Текст] / В.С. Сидоров. – Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1977. – 160 с.
12. Никольский, Г.В. Экология рыб [Текст] / Г.В. Никольский. – М.: Высшая школа, 1963. – 368 с.
13. Kalay, M. Chemical Composition and Some Trace Element Levels of Thinlip Mullet, *Liza ramada* Caught from Mersin Gulf [Text] / M. Kalay, M.K. Sangün, D. Ayas, M. Gocer // Ekoloji. V. 17.– 2008. – № 68. – S. 11-16.
14. Шульман, Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб [Текст] / Г.Е. Шульман. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 368 с.
15. Курант, В.З. Содержание белков и нуклеиновых кислот в тканях некоторых пресноводных рыб и их зависимость от возраста и сезона [Текст]: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Курант Владимир Зиновьевич. – Тернополь: Украинский научно-исследовательский институт физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, 1984. – 23 с.
16. Строганов, Н.С. Экологическая физиология рыб [Текст] / Н.С. Строганов. – М.: Изд-во Московского университета, 1962. – 444 с.

References

1. Flerova, E.A. Fiziologo-biohimicheskie metody issledovanija ryb [Tekst] / E.A. Flerova. – Jaroslavl': Izd-vo FGBOU VPO Jaroslavskaja GSXA, 2014. – 40 s.
2. Official methods of analysis [Text] / Arlington, USA: Ass. Official Analyt. Chemists. –1990. – 74 s.

3. Yeganeh, S. Comparison of Farmed and Wild Common Carp (*Cyprinus carpio*): Seasonal Variations in Chemical Composition and Fatty Acid Profile [Text] / S. Yeganeh, B. Shabanpour, H. Hosseini, M.R. Imanpour, A. Shabani // Czech J. Food Sci. – 2012. – V. 30. – № 6. – S. 503-511.

4. Marenkov, O.N. Razvítie gonad leshha (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) v uslovijah Zaporozhskogo vodohranilishha [Tekst] / O.N. Marenkov, E.V. Fedonenko, M.M. Gabibov, N.M. Abdullaeva // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Estestvennye nauki. Biologija. – 2013. – № 4 (4). – S. 25-35.

5. Gorjunova, A.I. Rybovodnoe osvoenie stepnyh ozer Kazahstana. Tovarnoe vyrashhivanie leshha (k voprosu o vossozdanii ozerno-tovarnyh hozjajstv) [Tekst] / A.I. Gorjunova, E.K. Dan'ko // Izvestija Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan. Serija biolo-gicheskaja i medicinskaja. – 2014. – № 6. – S. 7-11.

6. Shajdullina, Zh.M. Sezonnaja i vozrastnaja dinamika morfofiziologičeskikh pokazatelej leshha reki Ural [Tekst]: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / Shajdullina Zhanar Muhitovna. – Astrahan': Astrahanskij GTU, 2009. – 24 s.

7. Miroshnichenko, D.A. Osobennosti nakoplenija produktov obmena veshhestv raduzhnoj foreli *Oncorhynchus mykiss* porody Donal'dson v uslovijah akvakul'tury Juzhnogo V'etnama [Tekst] / D.A. Miroshnichenko // Povyshenie urovnja i kachestva biogenogo potenciala v zhivotnovodstve: sb. nauch. tr. po mater. II Mezhd. nauchno-prakt. konf. / FGBOU VO Jaroslavskaja GSHA. – Jaroslavl', 2016. – S. 66-70.

8. Miroshnichenko, D.A. Sravnitel'naja harakteristika pokazatelej obmena veshhestv predstavitelej *Clarias batrachus* obitajushhij v estestvennyh i iskusstvennyh uslovijah [Tekst] / D.A. Miroshnichenko, E.A. Flerova // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. – 2016. – № 1(9). – S. 110-114.

9. Pajuta, A.A. Analiz pokazatelej obmena veshhestv karpovyh ryb, kak odnogo iz sposobov ocenki zagriznjenij vodnyh jekosistem [Tekst] / A.A. Pajuta // Setevoj zhurnal Orel-GAU. – 2016. – № 2 (7). – S. 22-28.

10. Kostyleva, A.A. Osobennosti himicheskogo sostava myshečnoj tkani leshha *Abramis brama* Gor'kovskogo vodohranilishha [Tekst] / A.A. Kostyleva, E.A. Flerova // Voprosy rybolovstva. T. 16. – 2015. – № 4. – S. 412-418.

11. Sidorov, V.S. Sravnitel'naja biohimija ryb i ih gel'mintov. Lipidy, fermenty, belki [Tekst] / V.S. Sidorov. – Petrozavodsk: Karel'skij filial AN SSSR, 1977. – 160 s.

12. Nikol'skij, G.V. Jekologija ryb [Tekst] / G.V. Nikol'skij. – M.: Vysshaja shkola, 1963. – 368 s.

13. Kalay, M. Chemical Composition and Some Trace Element Levels of Thinlip Mullet, *Liza ramada* Caught from Mersin Gulf [Text] / M. Kalay, M.K. Sangün, D. Ayas, M. Gocer // Ekoloji. V. 17. – 2008. – № 68. – S. 11-16.

14. Shul'man, G.E. Fiziologo-biohimicheskie osobennosti godovyh ciklov ryb [Tekst] / G.E. Shul'man. – M.: Pishhevaja promyshlennost', 1972. – 368 s.

15. Kurant, V.Z. Soderzhanie belkov i nukleinyh kislot v tkanjah nekotoryh presnovodnyh ryb i ih zavisimost' ot vozrasta i sezona [Tekst]: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / Kurant Vladimir Zinov'evich. – Ternopol': Ukrainskij nauchno-issledovatel'skij institut fiziologii i biohimii sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh, 1984. – 23 s.

16. Stroganov, N.S. Jekologičeskaja fiziologija ryb [Tekst] / N.S. Stroganov. – M.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1962. – 444 s.

Официальный сайт ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА:

www.yaragrovuz.ru

РУБРИКИ САЙТА:

Главная – Сведения об образовательной организации –

Факультеты – Абитуриенту – Обучающемуся – Выпускнику –

ЭИОС (электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА) –

ДПО – Наука (в том числе журнал «Вестник АПК Верхневолжья») –

Международная деятельность

Регистрация выпускников прошлых лет – Кинология – Библиотека

Все выпуски журнала «Вестник АПК Верхневолжья» в полнотекстовом формате, требования к оформлению статей (в том числе и требования к оформлению пристейного библиографического списка), контакты