

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ЕВРОПЕЙСКОЙ РЯПУШКИ *COREGONUS ALBULA* (L.) В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

А. П. Стрельникова

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

Ряпушка *Coregonus albula* (L.) обитает в открытой пелагиали Главного и речных плесов Рыбинского водохранилища совместно с другими видами рыб в нагульных скоплениях рыб-планктофагов. Определены спектры питания ряпушки в летне-осенний период. Летом, во время максимального развития зоопланктонных организмов, в состав рациона рыб, нагуливающих над продуктивными биотопами Главного плеса водохранилища, в зонах устойчивых повышенных концентраций кормовых беспозвоночных, входят массовые виды ветвистоусых ракообразных. Среди них доминируют виды рода *Bosmina* (индекс относительной значимости в питании (IR) 67,2–98,5 %); виды рода *Daphnia* (IR 98,1 %) и *Bythotrephes* (IR 22,1 %). В эстуариях крупных притоков речных плесов в это же время пища ряпушек более разнообразна. В их пищевом комке появляются личинки и взрослые особи амфибиотических насекомых из сем. Chironomidae, Simuliidae и Syrphidae, личинки которых представляют бентосные формы, а взрослые насекомые ведут наземно-воздушный образ жизни. Осенью в приплотинной зоне водохранилища в питании ряпушек обнаружены амфиподы – *Gmelinoides fasciatus*. Появление бентосных организмов в питании ряпушки в осенний период, на фоне значительного снижения в рационе доли планктонных беспозвоночных, может быть обусловлено, с одной стороны, сезонным снижением биомассы зоопланктона в пелагиали водоема и поиском новых кормовых мест, с другой – пищевой конкуренцией со стороны другого планктофага – тюльки. Несмотря на то, что ряпушка морфологически адаптирована к питанию мелкими беспозвоночными в толще воды, в Рыбинском водохранилище у нее отмечено проявление определенной степени пластичности в выборе пищевых организмов, а спектр ее кормовых объектов изменчив в зависимости от сезона и продуктивности водоема.

Ключевые слова: европейская ряпушка *Coregonus albula* (L.), планктофаг, пелагиаль, зоопланктон, питание, пищевая конкуренция.

Для цитирования: Стрельникова А. П. Особенности питания европейской ряпушки *Coregonus albula* (L.) в Рыбинском водохранилище // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 2. С. 20–28. DOI: 10.24143/2073-5529-2021-2-20-28.

Введение

Ряпушки относятся к сиговым рыбам (семейство Coregonidae). Они являются важными компонентами субарктических водных экосистем Палеарктики. Европейская форма ряпушки, *C. albula*, в России населяет озера бассейнов Балтийского, Баренцева и Белого морей и верховья реки Волги. Она обычна и в водоемах на севере Европы, особенно в Финляндии, Швеции, Эстонии, в Норвегии, Великобритании, Германии и Польше. Однако во многих европейских странах популяция *C. albula* в настоящее время находится под угрозой исчезновения или считается крайне уязвимым видом, в основном из-за негативных последствий глобального потепления, эвтрофикации и интродукции других видов рыб [1, 2].

Ряпушки характеризуются направленным вверх ртом, т. е. их нижняя челюсть выступает за передний край верхней [3]. Таким образом, морфологически они адаптированы к питанию мелкими беспозвоночными в толще воды. Они известны как эффективные потребители зоопланктона, однако случаи перехода их на питание зообентосом, поверхностными насекомыми и другими пищевыми компонентами все чаще описываются в литературе [4–6].

В открытых плесах Рыбинского водохранилища, куда она проникла в 1943 г. из Белого озера по реке Шексне, ряпушка входит в состав нагульных скоплений тюльки *Clupeonella*

cultriventrис Nordmann, 1840, где также отмечены и другие планктофаги: снеток *Osmerus eperlanus* (L.), синец *Abramis ballerus* (L.), укля *Alburnus alburnus* (L.), чехонь *Pelecus cultratus* (L.), а также молодь окуневых видов рыб [7], которые обитают в толще воды над продуктивными биотопами, в зонах устойчивых повышенных концентраций кормовых беспозвоночных, так называемых «зонах аккумуляции биомасс» [8, 9]. В 80-е гг. прошлого века биомасса ветвистоусых и веслоногих ракообразных – основных кормовых объектов планктофагов – в различных точках таких зон в июне колебалась от 0,5 до 38,2 г/м³, в среднем 7,3 г/м³ [10]. В дальнейшем наблюдалось постепенное снижение биомассы зоопланктона в пелагиали Рыбинского водохранилища, и к 2001 г. средние значения этого показателя составляли менее 1 г/м³. Наблюдались изменения и в структуре зоопланктонного сообщества, выражающиеся в смене доминирующих форм, встречаемости и численности отдельных видов, а также постепенном снижении вклада ветвистоусых раков в продукцию сообщества зоопланктона, которая уменьшилась на 30 % относительно 90-х гг. Наибольшие изменения обилия сообщества зоопланктона и его сезонного хода развития зарегистрированы в Главном плесе водохранилища [11, 12].

На фоне этих процессов исследование питания и пищевого поведения ряпушки, ее адаптационных возможностей в плане удовлетворения своих пищевых потребностей представляет определенный интерес.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили собственные сборы автора в 2000–2001 гг., полученные в результате траления с экспедиционного судна в пелагиали водохранилища в летне-осенний период, а в сублиторальной зоне приплотинного участка Главного плеса – при помощи рыболовной снасти, опускаемой с борта лодки. Одновременно с отловом рыб брали пробы зоопланктона. Обработку материала проводили по общепринятой методике [13]. В качестве показателей питания ряпушки использовалась частота встречаемости (F , %), доля каждого компонента пищи по массе (P , %) и общий индекс наполнения (I_n , ‰) – отношение массы всего содержимого желудка к общей массе рыбы. Анализ питания ряпушки проводился также и по индексу относительной значимости пищевых объектов (IR) [14]

$$IR = ((F_i \cdot P_i) / (\sum F_i \cdot P_i)) 100\%,$$

где F_i – частота встречаемости каждого вида корма; P_i – доля по массе, а сама величина i меняется от 1 до n (n – число видов кормовых организмов).

Использование формулы индекса относительной значимости пищевых объектов считается наиболее корректным при анализе вклада в рацион того или другого организма ввиду того, что он учитывает объекты питания разных размеров, в отличие от показателя частоты встречаемости, который завышает значение мелких, часто встречающихся объектов, и занижает роль более крупных жертв.

Для сравнения анализировали питание других планктофагов из одного с ряпушкой улова. Всего исследовано питание у 88 ряпушек.

Результаты исследования и их обсуждение

В период проведения исследований состав пищи ряпушки, отловленной в центральной части Главного плеса водохранилища, состоял из массовых пелагических видов ветвистоусых раков *Daphnia cucullata* Sars, 1862, *D. longispina* (O. F. Müller, 1785), *Bosmina coregoni* Baird, 1857, *B. longispina* (Lund.), *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin, 1848), *Bythotrephes longimanus* (Leydig, 1860), *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller, 1776). В августе 2001 г. основу пищевого комка ряпушки из пелагиали центральной части Главного плеса (станция Горькая соль) в горизонте 5–6 м составляли *Daphnia* и *Bythotrephes*. Индекс относительной значимости этих кладоцер был 99 % (табл.).

Значения индекса относительной значимости отдельных кормовых объектов (IR, %) в питании ряпушки в Рыбинском водохранилище в 2000–2001 гг.

Состав пищи, показатели	Центральная часть Главного плеса		Эстуарные участки рек (Главный плес)		Приплотинный участок Главного плеса
	Горькая соль	Бабы горы	Брейтовский полигон (устье р. Сить)	Район Первомайских островов (устье р. Первомайка)	
	Время отбора проб				
	VIII–2001	X–2001	VIII–2001	VIII–2001	X–2000
Bythotrephes	9,8	–	21,0	5,5	3,0
Bosmina	0,1	95,3	–	–	–
Daphnia	89,2	–	59,8	–	–
Chydorus	–	1,2	4,4	–	–
Diaphanosoma	0,9	0,3	–	–	–
Cyclops	–	–	0,6	–	–
Chironomidaelarvae	–	3,2	8,0	–	–
Насекомые имаго (Insecta, Diptera, Simuliidae) мошки	–	–	6,2	–	–
Насекомые имаго (Insecta, Diptera, Syrphidae) Syrphidae мухи-журчалки	–	–	–	94,5	–
Gmelinoides fasciatus Amphipoda, Gammaridae	–	–	–	–	97,0
Интенсивность питания, (I_n), ‰	71,3	10,2	86,5	126,6	97,4
L , мм	93	98	109	152	85–137
Q , г	1	20	30	28	7–39
Количество исследованных рыб	12	18	15	18	25

В октябре этого же года на станции Бабы горы (также центр Главного плеса) в питании рыб доминировали виды рода *Bosmina*, которые, по нашим данным, формировали основную часть биомассы зоопланктона в это время (72,3 %).

Относительная значимость ветвистоусых рачков в питании рыб в это время была высокая, однако интенсивность питания ряпушек значительно снизилась по сравнению с августом. Кроме рачкового планктона в осенний период ряпушка в качестве кормовых организмов использовала также личинок хирономид, которые на определенных стадиях развития (I–II) ведут планктонный образ жизни. Индекс относительной значимости этих организмов был невелик.

Анализ пищевого комка ряпушки, нагуливающейся в эстуарных участках притоков водохранилища в августе, выявил более широкий спектр потребленных кормовых объектов. Так же, как и в центральной части Главного плеса водохранилища, в питании ряпушек, отловленных на Брейтовском полигоне, доминировали представители пелагических ракообразных р. р. *Daphnia* и *Bythotrephes*. Несмотря на то, что значение этих организмов в питании и интенсивность потребления пищи были достаточно высокими, в пищевом комке рыб были отмечены личинки хирономид и взрослые насекомые – мошки (сем. Simuliidae, Diptera). Индекс относительной значимости этих двух объектов питания составил немногим более 10 %. Как и у многих амфибиотических насекомых, личиночная стадия развития мошек проходит в воде. Потребление взрослых особей происходит в момент их вылета после метаморфоза или же когда они пролетают близко к поверхности воды. Обычно это явление носит массовый характер, и численность насекомых при этом высокая. Такой тип питания характерен для некоторых карповых видов рыб, таких как ельцы, голяны, верховки, уклейки, быстрянки, а также для молоди окуня, лососевых рыб и взрослых особей хариусов. Это довольно обычное явление в природе, что подтверждается результатами других исследователей [15–17].

На потребление ряпушкой размерного класса 15,1–21,1 см амфибиотических насекомых симулид в момент их массового вылета, а также воздушных насекомых и других членистоногих, упавших в воду или смытых с берега, указывает в своей работе и А. В. Боровской [6]. По его

данным, индекс относительной значимости насекомых (IR) в р. Уса (басс. Печоры) осенью составлял 54,4 %. Таким образом, в р. Уса, в условиях сезонного снижения количества зоопланктона в водоеме, ряпушка проявила себя как эврифаг, легко переходящий при необходимости на нехарактерный для нее тип питания, сохраняя при этом достаточно высокую интенсивность потребления пищи, в среднем $29,4 \text{ ‰}$.

Считается, что использование нехарактерного для планктофагов типа питания происходит и целесообразно при недостаточном развитии зоопланктонных организмов в водоемах [4, 18]. По данным В. И. Лазаревой [12], которая исследовала многолетнюю межгодовую и сезонную динамику биомассы зоопланктона Рыбинского водохранилища, наименьшие средние значения этого показателя за июль-август приходятся как раз на 2001 г. У ряпушек, отловленных в районе Первомайских островов в августе, желудочно-кишечный тракт был буквально забит взрослыми особями амфибиотических насекомых – мух-журчалок (сем. Syrphidae). Рачковый зоопланктон отмечен в незначительном количестве ($IR = 5,5 \%$). Сирфиды – одно из наиболее обширных семейств короткоусых двукрылых насекомых (*Brachycera*, *Cyclorhapha*) [19–21]. Характерной особенностью многих представителей этого семейства является сходство с жалящими перепончатокрылыми – осами и пчелами. У некоторых видов сирфид личинки обитают в воде и питаются преимущественно детритом, а взрослые особи ведут наземно-воздушный образ жизни. Ряпушка потребляла их так же, как и мошек – во время их вылета после метаморфоза. Интенсивность питания при этом была самая высокая за весь период наблюдений.

В питании ряпушек размерной группы 85–137 мм (массой 7,5–30 г) из сублиторали приплотинного участка Главного плеса Рыбинского водохранилища в конце октября 2000 г. 90 % массы пищевого комка составлял бокоплав *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) (*Amphipoda*, *Crustacea*), и только 10 % – ветвистоусый рачок *Bythotrephes*. При этом частота встречаемости бокоплава была значительна – более 80 %. Потребленные рачки имели размеры 2,5–3,5 мм. Индекс относительной значимости этого объекта питания составлял 97 %. Такое существенное изменение в рационе ряпушки, по сравнению с составом кормовых объектов летом, объясняется, с одной стороны, сезонным снижением биомассы зоопланктона до уровня менее $0,5 \text{ г/м}^3$ [11, 12], с другой – наличием значительных резервов другого кормового объекта – бокоплава. Проникший в водоем в середине 80-х гг., этот рачок уже к 1990 г. полностью освоил всю озерную часть водохранилища и стал неотъемлемым компонентом как прибрежных биоценозов, так и пелагиали сублиторальных участков, где его максимальная биомасса (25 г/м^2) была зафиксирована на станции Наволок (Главный плес водохранилища) в биоценозе дрейссены на глубине 6 м [22–24]. Изменение стратегии питания и переход ряпушки на потребление бентосных организмов свойственно ей и отмечено в других водоемах [4, 6, 25].

Ввиду того, что ряпушка в Рыбинском водохранилище в основном обитает в составе нагульных скоплений планктофага тюльки, которая к 2000 г. почти полностью заменила в них другого планктофага – снетка, определенным интересом представляет установление их количественного соотношения в общих стаях и значимость отдельных организмов зоопланктона в их питании. Как показали результаты уловов пелагического трала, в августе 2000 г. за 15 мин траления было поймано 301 экз. тюльки, в то время как ряпушки всего 18 экз. В сентябре, за счет появления в скоплениях пополнения, сеголетков тюльки, это соотношение уже выглядело как 2 549 экз. к 120 экз. Исследование структуры пелагических скоплений рыб в водохранилище, а также их пищевых взаимоотношений показало, что в скоплениях, где тюлька является «сопутствующим» видом, равно как и в скоплениях, где тюлька «супердоминант», степень сходства состава пищи между этим видом и ряпушкой в августе составляла 70,6 %, а в сентябре – в скоплениях первого типа 83,0 %, а в скоплениях второго типа 83–84 % [7].

По нашим данным, в районе Первомайских островов в августе 2001 г. крупные ветвистоусые рачки *Bythotrephes* и *Leptodora* – предпочитаемая пища ряпушек, как показали исследования большинства авторов [26–28], – составляли в массе пищевого комка тюльки 82,8 и 16,6 % соответственно. У ряпушек из этого же улова значение битотрефеса было ничтожно мало по сравнению с таковым у тюльки – 5,5 %. Недополученное количество пищи в виде рачкового зоопланктона ряпушка компенсировала потреблением взрослых насекомых – сирфид. Таким образом, изменение стратегии питания ряпушки в Рыбинском водохранилище, выражающееся в переходе на необычные кормовые объекты, можно расценивать как реакцию на проявление жесткой пищевой конкуренции со стороны другого, более многочисленного планктофага – тюльки.

На проявление пищевой конкуренции со стороны тюльки указывает и тот факт, что интенсивность питания ряпушки при потреблении одного из массовых видов зоопланктона – ветвистоусого рачка *Vosmina* – в октябре 2001 г. на станции Бабы горы была $10,2 \text{ ‰}$, а у тюльки в это время на этой же станции значение этого показателя питания было в 4 раза выше и составляло $41,5 \text{ ‰}$. При этом значение рачка в массе пищевого комка у ряпушки составляло 88,1 %, а у разновозрастных особей тюльки, сеголетков, годовиков и двухлетков – 78,7 – 88,1– 99,2 %, соответственно, т. е. оба вида рыб потребляли один и тот же кормовой объект, но интенсивность потребления была разной.

Заключение

В Рыбинском водохранилище, где наблюдается сезонная изменчивость качественных и количественных показателей зоопланктона, вызванная как особенностями биологических циклов самих зоопланктеров, так и спецификой климатических условий, главным из которых является гидротермический режим, ряпушка, несмотря на то, что является планктофагом и адаптирована к питанию мелкими организмами в толще воды, трансформирует стратегию своего пищевого поведения и, по мере ухудшения трофологической ситуации, может успешно переходить на питание организмами зообентоса и взрослыми насекомыми, проявляя при этом себя как эврифаг.

Потребление ряпушкой гаммарусов в исследуемый год следует рассматривать как пример ее вынужденного пищевого поведения, обусловленного, с одной стороны, сезонным снижением биомассы ее основного корма, рачкового зоопланктона, с другой – наличием значительных резервов иного кормового объекта, гаммаруса.

Возможной причиной перехода ряпушки на питание макрозообентосом может служить и пищевая конкуренция со стороны другого, более многочисленного в водохранилище планктофага – тюльки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Winfield I. J., Fletcher J. M., James J. B. The 'reappearance' of vendace (*Coregonus albula*) in the face of multiple stressors in Bassenthwaite Lake, U. K. *Fundamental and Applied Limnology* // *Archiv Hydrobiologie*. 2017. V. 189. N. 3. P. 227–233. DOI: <https://doi.org/10.1127/fal/2016/0799>.
2. Sarvala J., Helminen H., Ventelä A. M. Overfishing of a small planktivorous freshwater fish, vendace (*Coregonus albula*) in the boreal lake Pyhäjärvi (SW Finland) and the recovery of the population // *Fisheries Research*. October 2020. DOI:10.1016/j.fishres. 2020.105664.
3. Muss B. J., Dahlström P. *Freshwater Fish*. Hedehusene: Scandinavian Fishing Year Book; Wiley-Blackwell, 1999. 224 p.
4. Berezina N. A., Strelnikova A. P., Maximov A. A. The benthos as the basis if vendace *Coregonus albula* and perch *Perca fluviatilis* diet in an oligotrophic sub-Arctic lake // *Polar Biology*. 2018. N. 41. P. 1789–1799.
5. Gjelland K. Ø., Bøhn T., Amundsen P. A. Is coexistence mediated by microhabitat segregation? *Journal of Fish Biology*. 2007. N. 71. P. 196–209. DOI: 10.1111/j. 1095-8649.2007.01678.x.
6. Боровской А. В., Новоселов А. П. Пищевые отношения сиговых видов рыб в нижнем течении реки Уса в осенний период // *Тр. Карел. науч. центра РАН*. 2020. № 5. С. 44–58. DOI: 10.17076/ecol1196.
7. Кияшко В. И., Слынько Ю. В. Структура пелагических скоплений рыб и современная трофологическая ситуация в открытых плесах Рыбинского водохранилища после вселения черноморско-каспийской тюльки // *Инвазии чужеродных видов в Голарктике: материалы Рос.-Америк. симп. по инвазийным видам (Борок, Ярославской обл., Россия, 27–31 августа 2001 г.)*. Борок, 2003. С. 259–271.
8. Поддубный А. Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л.: Наука, 1971. 312 с.
9. *Экологические факторы пространственного распределения и перемещения гидробионтов*. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 336 с.
10. Половкова С. Н., Пермитин И. Е. Об использовании кормового зоопланктона нагульными скоплениями рыб-планктофагов // *Внутрипопуляционная изменчивость питания и роста рыб*. Ярославль: Изд-во АН СССР, 1981. С. 3–35.
11. Лазарева В. И., Лебедева И. М., Овчинникова Н. К. Изменения в сообществе зоопланктона Рыбинского водохранилища за 40 лет // *Биология внутренних вод*. 2001. № 4. С. 62–73.
12. Лазарева В. И., Соколова Е. А. Зоопланктон пелагиали водохранилища // *Структура и функционирование экосистемы Рыбинского водохранилища в начале XXI века / под ред. В. А. Лазарева*. М.: Изд-во Ин-та биологии внутр. вод РАН, 2018. 456 с.

13. *Методическое* пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 254 с.
14. *Попова О. А., Решетников Ю. С.* О комплексных индексах при изучении питания // *Вопр. ихтиологии*. 2011. Т. 51. № 5. С. 712–717.
15. *Рубцов И. А.* Мошки в пище рыб из бассейна р. Усы // *Рыбы бассейна р. Усы и их кормовые ресурсы*. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 264–268.
16. *Соловкина Л. Н.* Рыбы среднего и нижнего течения р. Усы // *Рыбы бассейна р. Усы и их кормовые ресурсы*. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 88–136.
17. *Лесонен М. А., Шустов Ю. А.* Питание речного окуня (*Perca fluviatilis* L.) в озерно-речной системе реки Писта (Республика Карелия) // *Уч. зап. Петрозаводского ГУ. Общая биология*. 2017. № 2. С. 46–51.
18. *Бочкарев Н. А., Зуйкова Е. И.* Популяционная структура сига-пыжьяна (*Coregonus lavaretus pidschian*, Coregonidae) в озерах Тоджинской котловины и в верхнем течении реки Большой Енисей (Республика Тыва) // *Зоол. журн.* 2009. Т. 88. № 1. С. 47–60.
19. *Определитель* насекомых европейской части СССР. М.-Л.: Наука, 1965. Т. II. Жесткокрылые и веерокрылые. С. 111–156.
20. *Лямин М. Я., Пахоруков Н. М.* Биоразнообразие и экология беспозвоночных животных. Наземная фауна: учеб. пособие по полевой практике. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2009. С. 176.
21. *Казенас В. Л., Баркалов А. В.* Мухи-журчалки (тип Членистоногие, класс Насекомые, отряд Двукрылые) // *Животные Казахстана в фотографиях*. Алматы, 2014. 81 с.
22. *Скальская И. А.* Расселение байкальского бокоплава *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing) в Рыбинском водохранилище // *Биология внутренних вод: инф. бюл. № 96*. СПб.: Наука, 1994. С. 35–40.
23. *Скальская И. А.* Структура популяции байкальского бокоплава *Gmelinoides fasciatus* (Stebb.) в Рыбинском водохранилище // *Биология внутренних вод: информ. бюл. № 99*. СПб., 1996. С. 29–35.
24. *Щербина Г. Х.* Современное распространение, структура и средообразующая роль дрейссенид в водоемах Северо-Запада России и значение моллюсков в питании рыб-бентофагов // *Дрейссениды: эволюция, систематика, экология: лекции и материалы докл. I Междунар. шк.-конф. ИБВВ им. И. Д. Папанина РАН (Борок, Россия, 28 октября–1 ноября 2008 г.)*. Ярославль: Яросл. печат. двор, 2008. С. 23–43.
25. *Зубова Е. М., Каишулин Н. А.* Питание сига *Coregonus lavaretus* (L.), европейской ряпушки *C. albula* и европейской корюшки *Osmerus eperlanus* в оз. Имандра // *Тр. Ферсман. науч. сес. ГИКНЦРАН*. 2019. № 16. С. 203–207.
26. *Khalko N. F., Tereshchenko L. L., Malina Y. I., Bazarov M. I.* Seasonal and Interannual Changes in the feeding spectrum of vendace (*Coregonus albula* L.) in lake Pleshcheyevo // *Inland Water Biology*. 2019. V. 12. N. 1. P. 98–102.
27. *Мальцева В. В.* Питание ряпушки и корюшки северо-восточной части Онежского озера // *Рыбы Онежского озера и их хозяйственное использование / под ред. В. В. Покровского*. Л.: Изд-во ГосНИОРХ, 1983. С. 79–92.
28. *Кривоноскова Е. Ф., Масюткина Е. А., Соколов А. В., Шубаева М. Н.* Характеристика состава пищи ряпушки (*Coregonus albula*) озера Виштынецкого (Калининградская область) в современных условиях // *Изв. КГТУ*. 2014. № 3. С. 9–16.

Статья поступила в редакцию 22.04.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Александра Павловна Стрельникова – канд. биол. наук; старший научный сотрудник лаборатории экологии рыб; Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской академии наук; Россия, 152742, Ярославская обл., пос. Борок; strela@ibiw.yaroslavl.ru.



SPECIFIC FEATURES OF FEEDING EUROPEAN VENDACE *COREGONUS ALBULA* (L.) IN RYBINSK RESERVOIR

A. P. Strelnikova

*Institute of Biology of Inland Waters named after I. D. Papanin of the Russian Academy of Sciences,
Yaroslavl region, pos. Borok, Russian Federation*

Abstract. The article describes *Coregonus albula* (L.) inhabiting the open pelagial of the Main reach and the river reaches of the Rybinsk Reservoir together with other fish species that form the feeding colonies of planktophagous fish. The feeding spectra of vendace for the summer-autumn period are determined. Mass species of cladocerans are present in the diet of fish feeding in the productive biotopes of the main reach of the reservoir, in the zones of stable high concentrations of feed invertebrates in the summer, during the maximum development of zooplankton. In this period of the year there dominate *Bosmina* zooplankton (the relative significance ratio in nutrition (IR) varies from 67.2 to 98.5%), *Daphnia* species (IR 98.1%) and *Bythotrephes* species (22.1%). The diet of vendace is more diverse in the estuaries of large tributaries of the river reaches. There they feed on the larvae and adults of amphibiotic insects *Chironomidae*, *Simuliidae* and *Syrphidae*, whose larvae live on the bottom, while adult insects keep a ground-air lifestyle. An invasive amphipod species *Gmelinoides fasciatus* presents in the diet of vendace in the near-dam zone of the reservoir in autumn. The appearance of benthic organisms in the nutrition of vendace in the autumn period coupled with a significant decrease of plankton invertebrates in the diet may be explained, on one hand, by a seasonal decrease in the biomass of zooplankton in the reservoir's pelagial and search for new forage places, and, on the other hand, a food competition from the another planktophage, the Ponto-Caspian kilka. Despite the fact that vendace is morphologically adapted to feeding on small invertebrates in the water column, it demonstrates a certain degree of plasticity in the selection of food organisms in the Rybinsk reservoir, and its feeding spectrum changes depending on the season and productivity of the reservoir.

Key words: European vendace *Coregonus albula* (L.), planktophagous, pelagial, zooplankton, nutrition, food competition.

For citation: Strelnikova A. P. Specific features of feeding European vendace *Coregonus albula* (L.) in Rybinsk Reservoir. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2021;2:20-28. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2021-2-20-28.

REFERENCES

1. Winfield I. J., Fletcher J. M., James J. B. The 'reappearance' of vendace (*Coregonus albula*) in the face of multiple stressors in Bassenthwaite Lake, U. K. *Fundamental and Applied Limnology. Archiv Hydrobiologie*, 2017, vol. 189, no. 3, pp. 227-233. DOI: <https://doi.org/10.1127/fal/2016/0799>.
2. Sarvala J., Helminen H., Ventelä A. M. Overfishing of a small planktivorous freshwater fish, vendace (*Coregonus albula*) in the boreal lake Pyhäjärvi (SW Finland) and the recovery of the population. *Fisheries Research*, October 2020. DOI:10.1016/j.fishres.2020.105664.
3. Muss B. J., Dahlström P. *Freshwater Fish*. Hedehusene, Scandinavian Fishing Year Book; Wiley-Blackwell, 1999. 224 p.
4. Berezina N. A., Strelnikova A. P., Maximov A. A. The benthos as the basis if vendace *Coregonus albula* and perch *Perca fluviatilis* diet in an oligotrophic sub-Arctic lake. *Polar Biology*, 2018, no. 41, pp. 1789-1799.
5. Gjelland K. Ø., Bøhn T., Amundsen P. A. Is coexistence mediated by microhabitat segregation? *Journal of Fish Biology*, 2007, no. 71, pp. 196-209. DOI: 10.1111/j. 1095-8649.2007.01678.x.
6. Borovskoi A. V., Novoselov A. P. Pishchevye otnosheniia sigovykh vidov ryb v nizhnem techenii reki Usa v osennii period [Food relations of coregonid fish species in lower reaches of Usa River in autumn]. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN*, 2020, no. 5, pp. 44-58. DOI: 10.17076/ecol1196.
7. Kiiashko V. I., Slyn'ko Iu. V. Struktura pelagicheskikh skoplenii ryb i sovremennaiia trofologicheskaiia situatsiia v otkrytykh plesakh Rybinskogo vodokhranilishcha posle vseleniia chernomorsko-kaspiiskoi tiul'ki [Structure of pelagic fish schooling and current trophological situation in open reaches of Rybinsk Reservoir after invading Black Sea-Caspian tulka]. *Invazii chuzherodnykh vidov v Golarktike: materialy Rossiisko-amerikanskogo simpoziuma po invaziinym vidam (Borok, Iaroslavskoi obl., Rossiia, 27–31 avgusta 2001 g.)*. Borok, 2003. Pp. 259-271.
8. Poddubnyi A. G. *Ekologicheskaiia topografiia populiatsii ryb v vodokhranilishchakh* [Ecological topography of fish populations in reservoirs]. Leningrad, Nauka Publ., 1971. 312 p.

9. *Ekologicheskie faktory prostranstvennogo raspredeleniia i peremeshcheniia gidrobiontov* [Environmental factors of spatial distribution and movement of aquatic organisms]. Saint-Petersburg, Gidrometeoizdat, 1993. 336 p.
10. Polovkova S. N., Permitin I. E. Ob ispol'zovanii kormovogo zooplanktona nagul'nymi skopleniiami ryb-planktofagov [On using forage zooplankton by feeding schools of planktophagous fish]. *Vnutripopuliatsionnaia izmenchivost' pitaniia i rosta ryb*. Iaroslavl', Izd-vo AN SSSR, 1981. Pp. 3-35.
11. Lazareva V. I., Lebedeva I. M., Ovchinnikova N. K. Izmeneniia v soobshchestve zooplanktona Rybinskogo vodokhranilishcha za 40 let [Changes in zooplankton community of Rybinsk Reservoir during 40 years]. *Biologiya vnutrennikh vod*, 2001, no. 4, pp. 62-73.
12. Lazareva V. I., Sokolova E. A. Zooplankton pelagialii vodokhranilishcha [Zooplankton of pelagic zone of reservoir]. *Struktura i funkcionirovanie ekosistemy Rybinskogo vodokhranilishcha v nachale XXI veka*. Moscow, Izd-vo In-ta biologii vnutr. vod RAN, 2018. 456 p.
13. *Metodicheskoe posobie po izucheniiu pitaniia i pishchevykh otnoshenii ryb v estestvennykh usloviakh* [Teaching aid for studying nutrition and food relations of fish in natural conditions]. Moscow, Nauka Publ., 1974. 254 p.
14. Popova O. A., Reshetnikov Iu. S. O kompleksnykh indeksakh pri izuchenii pitaniia [On complex indices in studying nutrition]. *Voprosy ikhtiologii*, 2011, vol. 51, no. 5, pp. 712-717.
15. Rubtsov I. A. Moshki v pishche ryb iz basseina r. Usy [Blackfly in food of fish from Usa River basin]. *Ryby basseina r. Usy i ikh kormovye resursy*. Moscow, Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1962. Pp. 264-268.
16. Solovkina L. N. Ryby srednego i nizhnego techeniia r. Usy [Fish of middle and lower reaches of Usa River.]. *Ryby basseina r. Usy i ikh kormovye resursy*. Moscow, Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1962. Pp. 88-136.
17. Lesonen M. A., Shustov Iu. A. Pitanie rechnogo okunia (*Perca fluviatilis* L.) v ozero-rechnoi sisteme reki Pista (Respublika Kareliia) [Feeding of river perch (*Perca fluviatilis* L.) in lake-river system of Pista River (Republic of Karelia)]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo GU. Obshchaia biologiya*, 2017, no. 2, pp. 46-51.
18. Bochkarev N. A., Zuikova E. I. Populiatsionnaia struktura siga-pyzh'iana (*Coregonus lavaretus* pidschian, Coregonidae) v ozerakh Todzhinskoi kotloviny i v verkhnem techenii reki Bol'shoi Enisei (Respublika Tyva) [Population structure of whitefish (*Coregonus lavaretus* pidschian, Coregonidae) in lakes of Todzha depression and upper reaches of Bolshoi Yenisei River (Republic of Tyva)]. *Zoologicheskii zhurnal*, 2009, vol. 88, no. 1, pp. 47-60.
19. *Opredelitel' nasekomykh evropeiskoi chasti SSSR* [Determinator of insects in European part of the USSR]. Moscow, Leningrad, Nauka Publ., 1965. Vol. II. Zhestkokrylye i veerokrylye. Pp. 111-156.
20. Liamin M. Ia., Pakhorukov N. M. *Bioraznobrazie i ekologiya bespozvonochnykh zhivotnykh. Nazemnaia fauna: uchebnoe posobie po polevoi praktike* [Biodiversity and ecology of invertebrates. Terrestrial Fauna: Field practice study guide]. Perm', Izd-vo Perm. gos. un-ta, 2009. P. 176.
21. Kazenas V. L., Barkalov A. V. Mukhi-zhurchalki (tip Chlenistonogie, klass Nasekomye, otriad Dvukrylye) [Hover flies (type Arthropods, class Insects, order Diptera)]. *Zhivotnye Kazakhstana v fotografiakh*. Almaty, 2014. 81 p.
22. Skal'skaia I. A. Rasselenie baikal'skogo bokoplava *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing) v Rybinskom vodokhranilishche [Dissemination of Baikal amphipod *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing) in Rybinsk Reservoir]. *Biologiya vnutrennikh vod: informatsionnyi biulleten' № 96*. Saint-Petersburg, Nauka Publ., 1994. Pp. 35-40.
23. Skal'skaia I. A. Struktura populiatsii baikal'skogo bokoplava *Gmelinoides fasciatus* (Stebb.) v Rybinskom vodokhranilishche [Population structure of Baikal amphipod *Gmelinoides fasciatus* (Stebb.) in Rybinsk Reservoir]. *Biologiya vnutrennikh vod: informatsionnyi biulleten' № 99*. Saint-Petersburg, 1996. Pp. 29-35.
24. Shcherbina G. Kh. Sovremennoe rasprostranenie, struktura i sredooobrazuiushchaia rol' dreissenid v vodoemakh Severo-Zapada Rossii i znachenie molliuskov v pitanii ryb-bentofagov [Modern distribution, structure and environment-forming role of zebra mussels in water bodies of North-West of Russia and importance of mollusks in diet of benthivorous fish]. *Dreissenidy: evoliutsiia, sistematika, ekologiya: lektsii i materialy doklady I Mezhdunarodnoi shkoly-konferentsii IBVV im. I. D. Papanina RAN (Borok, Rossiia, 28 oktiabria –1 noiabria 2008 g.)*. Iaroslavl', Iaroslavskii pechatnyi dvor, 2008. Pp. 23-43.
25. Zubova E. M., Kashulin N. A. Pitanie siga *Coregonus lavaretus* (L.), evropeiskoi riapushki *C. albula* i evropeiskoi koriushki *Osmerus eperlanus* v oz. Imandra [Feeding whitefish *Coregonus lavaretus* (L.), European vendace *C. albula* and European smelt *Osmerus eperlanus* in Lake Imandra]. *Trudy Fersmanovskoi nauchnoi sessii GI KNTs RAN*, 2019, no. 16, pp. 203-207.
26. Khalko N. F., Tereshchenko L. L., Valina Y. I., Bazarov M. I. Seasonal and Interannual Changes in the feeding spectrum of vendace (*Coregonus albula* L.) in lake Pleshcheyevo. *Inland Water Biology*, 2019, vol. 12, no. 1, pp. 98-102.
27. Mal'tseva V. V. Pitanie riapushki i koriushki severo-vostochnoi chasti Onezhskogo ozera [Nutrition of vendace and smelt in northeastern part of Lake Onega]. *Ryby Onezhskogo ozera i ikh khoziaistvennoe ispol'zovanie*. Leningrad, Izd-vo GosNIORKh, 1983. Pp. 79-92.

28. Krivopuskova E. F., Masiutkina E. A., Sokolov A. V., Shibaeva M. N. Kharakteristika sostava pishchi riapushki (*Coregonus albula*) ozera Vishtynetskogo (Kaliningradskaia oblast') v sovremennykh usloviakh [Characteristics of food composition of vendace (*Coregonus albula*) in Lake Vishtynetskiy (Kaliningrad region) in modern conditions]. *Izvestiia KGTU*, 2014, no. 3, pp. 9-16.

The article submitted to the editors 22.04.2021

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Aleksandra P. Strelnikova – Candidate of Biology; Senior Researcher of the Laboratory of Fish Ecology; Institute of Biology of Inland Waters named after I. D. Papanin, Russian Academy of Sciences; Russia, 152742, Yaroslavl region, Borok; strela@ibiw.yaroslavl.ru.

