

**МАРИЯ АЛЕКСАНДРОВНА ЛЕСОНЕН**

аспирант кафедры зоологии и экологии Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

*manika007@rkmail.ru*

**ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ШУСТОВ**

доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии и экологии Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

*shustov@petrsu.ru*

**НИКИТА АЛЕКСАНДРОВИЧ ОНИЩЕНКО**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

*neo@sampo.ru*

**ОЛЬГА ВЛАДИМИРОВНА МАМОНТОВА**

кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

*olga.mamontova.73@mail.ru*

## **ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ОЗЕРНЫХ РЫБ У ФОРЕЛЕВЫХ САДКОВ (Республика Карелия)**

Представлен сравнительный анализ питания озерных рыб (окунь, плотва, ерш, лещ) у форелевых ферм в Республике Карелия. Выявлено, что в зоне садков у некоторых рыб существенно изменяется пищевой рацион. Установлено, что окунь в период открытой воды в озере Вохтозере в 2013–2015 годах и окунь в Кондопожской губе Онежского озера в 2016 году с традиционного потребления организмов зоопланктона и зообентоса переходят на питание плавающей у садков в большом количестве мелкой аборигенной рыбой, что существенно увеличивает наполнение желудков рыб. Дополнительным источником питания окуня и плотвы в Вохтозере стал также форелевый корм, вымываемый течением из садков. Таким образом, впервые для российских водоемов установлено, что антропогенное влияние подобного рода существенно меняет пищевые цепи естественных экосистем.

Ключевые слова: озера Карелии, озерные рыбы, пищевой рацион, индексы наполнения желудков

### **ВВЕДЕНИЕ**

В мировой литературе, посвященной аквакультуре, имеется много сведений о том, что садковые линии, установленные в водоемах для товарного выращивания различных видов рыб, привлекают внимание аборигенных рыб. Причем поведение последних в зоне садков существенно изменяется, а распределение иногда носит достаточно сложный сезонный характер [8], [9], [11]. Местных рыб в первую очередь привлекают остатки кормов, выносимых течением из садков. Так, например, установлено, что на лососевых фермах теряется 5–20 % корма, который становится концентрированным кормовым ресурсом для многих видов диких рыб, скапливающихся вокруг ферм [10]. А плотоядные средиземноморские ставриды, питающиеся в обычных условиях молодью рыб и ракообразными, почти полностью переходят на питание гранулами потерянного корма, когда образуют скопления вокруг садков [8].

В то же время в отечественной литературе изучению экологии озерных рыб в зоне рыбоводных ферм уделяется мало внимания. Имеются лишь некоторые сведения о том, что нерест сигов может быть нарушен из-за загрязнения нерестилищ отходами жизнедеятельности от «садковых» рыб [1]. Какие-либо литературные источники о питании озерных рыб в зоне садков форелевых хозяйств нам неизвестны. Имеются только устные сообщения рыбоводов о том, что у садков без проблем можно выловить на удочку или в жаберные сети озерных рыб, концентрирующихся в этом месте озера. Также на оз. Имандра в районе стока теплых вод от АЭС ихтиологи отмечали скопления многих аборигенных видов рыб под садками, питающихся потерянным гранулированным кормом. Здесь же, в теплой воде, на потерянных кормах для садковых рыб прижился теплолюбивый карп.

Ранее исследования поведения и расселения озерных рыб в оз. Вохтозере за 2011–2013 годы

[7] показали, что в летний период наиболее массовые аборигенные виды рыб – окунь и плотва – концентрируются у садков. В то же время такое поведение для аборигенных видов рыб, даже таких массовых, как плотва и окунь, в обычных карельских озерах, в том числе и в Вохтозере, не свойственно. В лучшем случае рыбы образуют небольшие стайки, но обычно держатся разрозненно.

В данной статье представлены результаты исследования питания окуня и плотвы в оз. Вохтозере, расположенном на юге Карелии, и окуня, ерша, плотвы и леща в Кондопожской губе Онежского озера.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Озеро Вохтозеро принадлежит к бассейну Ладожского озера [3]. Отлов окуней проводился в период открытой воды в трех точках: непосредственно у садков, в 100–200 метрах от садков на мелководном участке и самой удаленной точке от садкового хозяйства в 4,5 км. Нами также исследовалось питание небольшого количества плотвы в 2015 году. Всего было исследовано в Вохтозере в период с 2013 по 2015 год 183 окуня.

В Кондопожской губе Онежского озера рыб отлавливали сетями непосредственно у форелевых садков (окунь, плотва и лещ), которые были размещены в шхерной зоне на больших глубинах – в пределах 15–25 м; а также в 200 м от садков на таких же глубинах (окунь и плотва). Для сравнения питания окуней в разных участках Кондопожской губы мы также представляем материалы по питанию окуня на мысе Чажнаволок Кондопожской губы в августе 2014 года, где окуней отлавливали на мелководье (глубины около 3 м). Всего было отловлено на мысе Чажнаволок за летний период 2014 года 19 окуней. А в шхере Кондопожской губы Онежского озера за период весна – осень 2016 года 234 окуня.

Для отлова рыб применяли жаберные сети и крючковые снасти (спиннинги, донные бортовые удочки). Для изучения питания рыб сразу после отлова их измеряли, извлекали желудки и фиксировали 96 % спиртом. Дальнейшую обработку проводили в камеральных условиях. При изучении питания рыб использовали комплексные индексы: Р – доля организмов в массе, %; F – встречаемость организмов в желудке, %; IR – индекс относительной значимости, % [5], [6]. Рассчитывали также процент пустых желудков и общий индекс наполнения в процецимилле (‰).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

##### Озеро Вохтозеро

**Окунь.** Наши исследования показали (табл. 1), что в Вохтозере, в самом отдаленном месте от садков (4,5 км), основу питания окуней составляют представители зообентоса: личинки и куколки хирономид, нимфы поденок, личинки ручейников и стрекоз, моллюски, водяные ослики, доля

которых по всем показателям – встречаемости (F – 79,0 %), массе (P – 67,6 %) и относительной значимости (IR – 86,3 %) – достаточно высока. В пищевом комке также обнаружены организмы зоопланктона (*Daphnia* sp., *Bosmina* sp., *Cyclops* sp., *Leptodora kindti*, *Bythotrephes longimanus*, *Holopedium gibberum*, *Polyphemus pediculus*), рыба (мелкие окуни), индекс относительной значимости которых не превышал 10 %. Рыбы в желудках окуней составляли меньшую долю: IR не превышал 5 %. Форелевый корм практически отсутствовал, так как только у одного окуня в желудке была найдена гранула корма, что, по-видимому, может свидетельствовать о том, что в эту зону окуни, обитающие у садков, практически не доплывают. Пустые желудки рыб составляют всего 7 %. Таким образом, на этом отдаленном от садков участке оз. Вохтозера питание окуней носит традиционный для данного вида характер<sup>1</sup> [4].

Совершенно другая картина в отношении питания окуней складывается в зоне форелевых садков. Во-первых, доля зообентоса значительно снижается (IR в пределах 2,1–12,1 %), но существенно увеличивается доля зоопланктона, рыбы, а также форелевого корма. Наибольшее количество форелевого корма в желудках отмечено не у садков, а на участке в 100–200 м от садков (IR – 25 %). Причем именно на этом участке у рыб зарегистрированы и самые высокие средние индексы наполнения желудков (110,9 ‰), которые были практически в два раза выше, чем у садков (41,9 ‰) или в самой удаленной точке от садков (49,6 ‰). В то же время нами отмечен как непосредственно у садков, так и в зоне 100–200 м достаточно высокий процент пустых желудков у рыб (практически одна треть).

Объяснение таким результатам, с нашей точки зрения, можно дать следующее. Форель в садках, установленных в Вохтозере, кормят только два раза в сутки. Поэтому только во время питания форели (полчаса утром и полчаса вечером) у озерных рыб имеется возможность питаться гранулами форелевого корма, выносимыми из садков через крупноячеистую дель. В другое время суток у окуней практически нет возможности обнаружить утерянный садковый корм у садков. Те рыбы, которым все же удалось наполнить свой желудок форелевым кормом или мелкой рыбой, уходят от садков «на отдых» в мелководную зону на расстояние 100–200 м от садков. Мы уже отмечали, что именно здесь, а не у садков, мы обнаружили наибольшее количество окуней с форелевым кормом. Именно в этом месте нами были установлены наиболее высокие показатели питания рыб этим нетрадиционным кормом. Так, у рыб, отловленных в 100–200 м от садков в июне 2014 года, были следующие показатели: Р – 75 %, F – 43 % и IR – 90 %. В августе 2015 года эти показатели были также высокими: Р – 86 %, F – 56 %, IR – 97 % соответственно.

Зоопланктон у садков в рационе окуней также стал составлять весьма значительную часть – по

всем индексам – от 46,6 % (P) и до 57,0 % (IR). Известно, что форелевые хозяйства влияют на сообщество зоопланктона [2]. В результате этого влияния озера из олиготрофного статуса со средней биомассой 0,5 г/м<sup>2</sup> переходят к мезотрофному типу со средней биомассой около 1 г/м<sup>2</sup>. Возможно, и в нашем случае в результате значительного увеличения биомассы зоопланктона у садков роль последнего в питании рыб также стала возрастать.

Если в самой дальней точке озера от садков рыба в желудках окуней составляла весьма скромную долю (IR менее 5 %), то в зоне садков она также существенно возрастает: по показателю индекса относительной значимости – до 40 % у садков и 56 % в 100–200 м от садков. Ранее мы

установили, что в зоне садков в летний период концентрируется рыба, поэтому возможности у окуня использовать этот корм также возрастают.

По-видимому, существенное увеличение индекса наполнения желудков у окуней в зоне садков, по сравнению с естественными условиями обитания (более чем в два раза), объясняется наличием гранул форелевого корма у садков, увеличением численности зоопланктона и высокой концентрацией массовых видов рыб.

**Плотва в оз. Вохтозере**, по-видимому, также питается форелевым кормом. Так, из 5 экз. плотвы, отловленной нами в июне 2015 года, в двух кишечниках обнаружены гранулы корма, доля которых в массе составляла 95 и 70 % соответственно.

Таблица 1

Питание окуня в оз. Вохтозере (май – сентябрь 2013–2015 годов)

Показатель	Место отлова рыб								
	Непосредственно у садков			В зоне садков (100–200 м)			В самом дальнем месте от садков (4,5 км)		
	P	F	IR	P	F	IR	P	F	IR
Состав пищи: Зообентос	6,4	14,0	2,1	14,7	30,0	12,1	67,6	79,0	86,3
Зоопланктон	46,6	51,0	57,0	13,9	17,5	6,7	18,4	30,2	9,0
Рыба	38,9	41,9	39,1	42,7	47,5	55,6	13,9	20,8	4,7
Форелевый корм	8,1	9,3	1,8	28,7	32,5	25,6	0,1	1,9	<0,01
Средний индекс наполнения желудков, ‰	42			111			50		
Пустые желудки, %	34			33			7		
Количество рыб, экз.	66			60			57		

## Онежское озеро

**Окунь.** В Кондопожской губе Онежского озера на исследованных нами разных по своим гидрологическим условиям участках состав пищи окуня также неодинаков (табл. 2). Если на мелководной зоне мыса Чахнаволоок окуни предпочитают питаться организмами зоопланктона и бентоса, то в глубоководной шхерной зоне, где расположены форелевые садки, в пищевом рационе существенно увеличивается доля озерных рыб (окунь, ерш, карповые). Соответственно и индексы наполнения желудков у рыб также увеличиваются, причем на хищничество у садков окуни переходят уже при меньших размерах. По-видимому, при большом скоплении озерных рыб у садков окуням (даже мелким – всего 11 см длиной) удается активно питаться рыбой. В отличие от питания окуней у садков в оз. Вохтозере (см. табл. 1) здесь в пищевом рационе окуней форелевый корм всегда отсутствовал. Объяснений этому факту у нас пока нет.

**Ери** в Кондопожской губе непосредственно у форелевых садков (33 экз.), а также в зоне 100–200 м (26 экз.) питается практически одинаково, потребляя в первую очередь различные бентос-

ные организмы. Единственные различия – в желудках ершей у садков достаточно большая доля икры рыб (30 % по весу), а в 200 м зоне – много воздушных насекомых (30 % по весу). Рыба в желудках ершей практически отсутствует (не более 5 % по весу); также ни в одном желудке не обнаружен форелевый корм.

**Плотва** в Кондопожской губе и у садков (52 экз.), и в 100–200 м зоне (22 экз.) питается в основном растительными остатками, нитчатыми водорослями и детритом, который по IR-индексу относительной значимости составляет 95 и 93,5 % соответственно. В пищеварительном тракте редко встречаются организмы зоопланктона (9 и 14 % по весу) и зообентоса (5 и 3 % соответственно). Форелевый корм полностью отсутствует в рационе плотвы.

**Лещи** в Кондопожской губе (достаточно скромных размеров – от 53 до 124 г) были пойманы только у садков (8 экз.). В желудках рыб находились естественные корма – зообентос (личинки и куколки хирономид, моллюски и личинки стрекоз) в пределах 70 % по весу и воздушные насекомые (30 %). Форелевый корм в питании лещей также отсутствовал полностью.

Таблица 2

Питание речного окуня в Кондопожской губе Онежского озера

Показатели	Место и сроки отлова рыб		
	Мыс Чахнаволок Лето 2014 года	Шхеры Кондопожской губы Весна – осень 2016 года	
		Садки	200 м от садков
Состав пищи:	Р, %	Р, %	Р, &
Зоопланктон	45	9,6	8
Зообентос	39	48	57
Воздушные насекомые	5	6,6	17
Рыба (все виды)	11	35,8	18
Пустые желудки, %	11	24	23
Миним. длина рыб при переходе на хищничество, см	16,6	11	13,4
Длина рыб АВ, см	17,6 (16,3–23)	15 (9,5–25,5)	15 (9,3–22,2)
Вес рыб, г	74 (50–136)	27,5 (10–238)	24 (10,9–60)
Общий индекс наполнения, ‰	60 (0–288)	133 (0–1286)	99 (0–600)
Кол-во рыб, экз.	19	143	91

## ВЫВОДЫ

Исследования питания озерных рыб (окунь, плотва, ерш, лещ) у форелевых ферм в Карелии показали, что в зоне садков у некоторых рыб существенно изменяется пищевой рацион. Так, окунь в период открытой воды в оз. Вохтозере (2013–2015 годы) и в Кондопожской губе Онежского озера (2016 год) с традиционного потребления организмов зоопланктона и зообентоса переходит на питание плавающей у садков в большом количестве мелкой аборигенной рыбой, что существенно увеличивает наполнение

желудков. Дополнительным источником питания окуня и плотвы в Вохтозере стал также форелевый корм, вымываемый течением из садков. В то же время все виды онежских рыб (окунь, ерш, плотва и лещ) даже у садков продолжают питаться только естественными кормами; форелевый корм ни у одной из исследованных рыб отмечен не был.

Таким образом, впервые для российских водоемов установлено, что антропогенное влияние подобного рода существенно меняет пищевые цепи естественных экосистем.

## ПРИМЕЧАНИЕ

<sup>1</sup> Атлас пресноводных рыб России. Т. 2. М.: Наука, 2003. 253 с.; Озера Карелии: Справочник. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 461 с.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ильмаст Н. В., Китаев С. П., Кучко Я. А., Павловский С. А. Гидроэкология разнотипных озер южной Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 92 с.
- Кучко Я. А. Зоопланктон озер Кедрозеро, Тарасмозеро (бас. Р. Лижмы) и Малой Лижемской губы Онежского озера // Контроль состояния и регуляция функций биосистем на разных уровнях организации. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. С. 49–55.
- Онищенко И. Н., Рыжков Л. П., Онищенко Н. А. Вохтозеро – водоем садкового рыбоводства // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. «Естественные и технические науки». 2013. № 2 (131). С. 23–26.
- Первозванский В. Я. Рыбы водоемов района Костомукшского железорудного месторождения (экология, воспроизводство, использование). Петрозаводск, 1986. 216 с.
- Попова О. А., Решетников Ю. А. О комплексных индексах при изучении питания рыб // Вопросы ихтиологии. 2011. Т. 51. № 5. С. 712–717.
- Решетников Ю. С., Попова О. А. О методиках полевых ихтиологических исследований и точности полученных результатов // Труды ВНИРО. 2015. Т. 156. С. 112–129.
- Рыжков Л. П., Онищенко И. Н., Онищенко Н. А., Шустов Ю. А. Особенности распределения аборигенных озерных рыб в зоне влияния форелевой фермы // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2014. № 2 (139). С. 23–29.
- Fernandez-Jover D., Lopez-Jimenez J. A., Sanchez-Jerez P., Bayle-Sempere J., Gimenez-Casalduero F., Martinez-Lopez F. J., Dempster T. Changes in body condition and fatty acid composition of wild Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) associated with sea cage fish farms // Marine Environmental Research. 2007. Vol. 63. P. 1–18.
- Fernandez-Jover D., Sanchez-Jerez P., Bayle-Sempere J. T., Arechavala-Lopez P., Martinez-Rubio L., Lopez Jimenez J., Martinez Lopez F. J. Coastal fish farms are settlement sites for juvenile fish // Marine Environmental Research. 2009. Vol. 68. P. 89–96.



10. Gowen R. J., Bradbury N. B. The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: a review // *Oceanography and Marine Biology – An Annual Review*. 1987. Vol. 25. P. 563–575.
11. Letourneur Y., Darnaude A., Salen-Picard C., Harmelin-Vivien M. Spatial and temporal variations of fish assemblages in a shallow Mediterranean soft-bottom area // *Gulf of Fos, (France)*. 2001. Vol. 24. P. 273–280.

---

**Lesonen M. A.**, Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)  
**Shustov Yu. A.**, Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)  
**Onishchenko N. A.**, Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)  
**Mamontova O. V.**, Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

### FEATURES OF LAKE FISH FEEDING NEAR TROUT CAGES (the case of the Republic of Karelia)

The article presents a comparative analysis of lake fish (perch, roach, ruff and bream) nutrition near trout farms in the Republic of Karelia. The study revealed that in the cage zone, the diet of some fish changes significantly. It was established that in Lake Vokhtozero (during the open water period from 2013 to 2015) and in Kondopoga Bay of Lake Onega (in 2016) perch switched from traditional consumption of zooplankton and zoobenthos to feeding on small aboriginal fish floating near the cages in large quantities, which significantly increased fish stomach fullness. In Lake Vokhtozero, trout feed washed out of the cages by the current also was an additional source of food for perch and roach. Thus, it was the first study on Russian water bodies to establish that this kind of anthropogenic influence significantly changes the food chains of natural ecosystems.

Key words: lakes of Karelia, lake fish, dietary composition, stomach fullness indices

#### REFERENCES

1. Il'mast N. V., Kitaev S. P., Kuchko Ya. A., Pavlovskij S. A. Hydroecology of different types of lakes in South Karklia. Petrozavodsk, 2008. 92 p. (In Russ.)
2. Kuchko Ya. A. Zooplankton of lakes Kedrozero and Tarasmozero (the Lizhma river basin) and Small Lizhma Bay of Lake Onega. *State control and regulation of biosystem functions at different levels of organization*. Petrozavodsk, 1993. P. 49–55. (In Russ.)
3. Onishenko I. N., Ryzhkov L. P., Onishenko N. A. Vokhtozero – a cage culture fish-pond. *Proceedings of Petrozavodsk State University. Natural & Engineering Sciences*. 2013. No 2 (131). P. 23–26. (In Russ.)
4. Pervozvanskiy V. Ya. Fish of Kostomuksha iron ore deposit ponds (ecology, reproduction and use). Petrozavodsk, 1986. 216 p. (In Russ.)
5. Popova O. A., Reshetnikov Ju. A. About complex indexes in studying fish nutrition. *Voprosy ikhtiologii*. 2011. Vol. 51. No 5. P. 712–717. (In Russ.)
6. Reshetnikov Yu. S., Popova O. A. Methods of field ichthyological research and the results accuracy. *Proceedings of the Russian Federal Research Institute of Fishery and Oceanography*. 2015. Vol. 156. P. 112–129. (In Russ.)
7. Ryzhkov L. P., Onishenko I. N., Onishenko N. A., Shustov Yu. A. Features of native lake fish distribution in the zone affected by trout farming. *Proceedings of Petrozavodsk State University*. 2014. No 2 (139). P. 23–29. (In Russ.)
8. Fernandez-Jover D., Lopez-Jimenez J. A., Sanchez-Jerez P., Bayle-Sempere J., Gimenez-Casalduero F., Martinez-Lopez F. J., Dempster T. Changes in body condition and fatty acid composition of wild Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) associated with sea cage fish farms. *Marine Environmental Research*. 2007. Vol. 63. P. 1–18.
9. Fernandez-Jover D., Sanchez-Jerez P., Bayle-Sempere J. T., Arechavala-Lopez P., Martinez-Rubio L., Lopez Jimenez J., Martinez Lopez F. J. Coastal fish farms are settlement sites for juvenile fish. *Marine Environmental Research*. 2009. Vol. 68. P. 89–96.
10. Gowen R. J., Bradbury N. B. The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: a review. *Oceanography and Marine Biology – An Annual Review*. 1987. Vol. 25. P. 563–575
11. Letourneur Y., Darnaude A., Salen-Picard C., Harmelin-Vivien M. Spatial and temporal variations of fish assemblages in a shallow Mediterranean soft-bottom area. *Gulf of Fos, (France)*. 2001. Vol. 24. P. 273–280.

Поступила в редакцию 03.04.2018