

**ПИТАНИЕ ЛИЧИНОК ТИХООКЕАНСКОЙ МИНОГИ
LETHENTERON CAMTSCHATICUM В РЕКЕ МАЛАЯ ХУЗИ
(О. САХАЛИН)**

Н.В. Полякова, А.В. Кучерявый, Е.А. Кириллова

*Институт проблем экологии и эволюции РАН, Ленинский пр., 33, г. Москва, 119071, Россия.
E-mail: mnataly@yandex.ru*

В работе проведён анализ пищевого комка личинок тихоокеанской миноги из реки Малая Хузи (о. Сахалин). Показаны преобладающие объекты питания: кроме песка и детрита, составляющих основу рациона, от 0,01 до 10% от общей массы приходилось на представителей диатомовых водорослей – родов *Fragilaria*, *Cymbella*, *Hannaea*, *Navicula*, *Gomphonema*. Эти же организмы составляли более 80% от общей массы водорослей. Указанные формы являются широко распространёнными представителями перифитона или фитобентоса. В целом, полученный таксономический список водорослей соответствует данным по альгофлоре Дальнего Востока и о. Сахалин. У некоторых особей в составе пищевого комка отмечены личинки комаров сем. Chironomidae и мелкие нематоды.

THE FEEDING OF LARVAL OF PACIFIC LAMPREY *LETHENTERON CAMTSCHATICUM* IN MALAYA KHUSI RIVER (SAKHALIN ISLAND)

N.V. Polyakova, A.V. Kucheryavyu, E.A. Kirillova

*A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, 33 Leninskij prosp., Moscow, 119071, Russia.
E-mail: mnataly@yandex.ru*

The results of the analysis of the bolus of the larval Arctic lamprey in the Malaya Khuzi River (Sakhalin Island) are presented in the paper. Prevailing food objects are shown: in addition to sand and detritus, which form the basis of the diet, there are diatoms of genera *Fragilaria*, *Cymbella*, *Hannaea*, *Navicula*, *Gomphonema*, which were 0,01 to 10% of the total mass. These organisms accounted for more than 80% of the total mass of the algae. These forms are widespread representatives of phytobenthos. In general, the obtained taxonomic list of algae corresponds to data on algal flora of the Far East and Sakhalin. In some individuals the larvae of Chironomidae and small nematodes were noted in the composition of the bolus.

Введение

Скудная информация о питании пескороек представлена общими сведениями о качественном составе пищевого комка. Известно, что личинки миног питаются детритом, включающим растительные и животные остатки, донные водоросли, большей частью диатомовые (Moore, Mallatt, 1980; Кучерявый и др., 2010; Макеева и др., 2011; Loshakova, Knizhin, 2015), также приводятся данные об обнаружении мейобентосных животных: мелких моллюсков, личинок хирономид, амфипод, нематод, иногда донных коловраток (Moore, Potter, 1976; Назаров, 2012). В некоторых

публикациях определено значение органической компоненты в рационе (Sutton, Bowen, 1994; Bowen et al., 1998), а также и веществ автохтонного и аллохтонного происхождения (Hollet, 1995; Evans, Bauer, 2016). Некоторое количество работ проведено на основании экспериментальных исследований питания (Moore, Potter, 1976; Mallatt, 1982; Bowen et al., 1998; Jolley et al., 2012), в которых главным образом оценивали способность пескороек потреблять различные виды пищи и усвояемость ее отдельных компонентов.

Изучение питания необходимо для понимания многих аспектов поведения и распределения организмов. Целью данной работы был анализ пищевого комка пескороек из реки Малая Хузи (о. Сахалин) для выявления пищевых компонентов и возможных особенностей питания.

Материалы и методы

Анализ питания проведен для покатных личинок из четырёх выборок, собранных в июне–июле 2014–2017 гг. Анализ проводили по общепринятым методикам (Инструкция..., 1971; Методические рекомендации..., 1984а). Определяли длину и массу личинок. Степень наполнения пищеварительного канала оценивали визуально в баллах по модифицированной для миног шестибалльной шкале Лебедева (1936). Содержимое кишечника фиксировали в 4% растворе формальдегида. Массу пищевого комка определяли, вычислив разность массы заполненного и пустого кишечника. Все взвешивания проводили на аналитических весах OHAUS Discovery (дискретность измерений 0,1 мг).

Сортировку компонентов пищевого комка проводили под биноклем МБС 9, при увеличении 4×8. Регистрировали наличие крупных включений, таких как различные растительные остатки и присутствие животных организмов. Затем часть пробы просматривали под микроскопом для определения спектра питания. Обнаруженные таким образом организмы подсчитывали отдельно. Массу нематод оценивали по формуле $W = 1.024L^{2.21}$ (Цалолихин, 1981), массу личинок хирономид рассчитывали по формуле $W = 23.74D^{3.169}$, где W – восстановленная индивидуальная масса организма, D – ширина головной капсулы (Балушкина, 1987). Все измерения проводили под биноклем с помощью окулярмикрометра.

Численность и биомассу водорослей, содержащихся в пищевом комке, рассчитывали по стандартной методике (Методические рекомендации..., 1984б; Радченко и др., 2010). Разбавленный водой пищевой комок встряхивали, в зависимости от количества водорослей отбирали от 1/5 до 1/50 его части (Спетницкая и др., 2008). Подсчёт отдельных клеток проводили под микроскопом Leica DM 1000, из каждой пробы брали три повторности. Определение проводили до рода. Параллельно в программе Leica LAS EZ оценивали размер клеток для дальнейшего расчёта объёма и перевода в массу (Радченко и др., 2010). Фотографии также выполнены с помощью микроскопа Leica DM 1000 и программы Leica LAS EZ.

Результаты и обсуждение

Нами исследованы пескоройки, принадлежащие к различным размерно-возрастным группам (табл. 1). При этом различия в характере питания личинок разных размеров не отмечены.

Пищевой комок состоит главным образом из детрита, большого количества растительных остатков в виде волокон и отдельных кусков тканей. В кишечниках почти всех особей единично встречались пыльцевые зёрна хвойных растений. У не-

Таблица 1

Основные показатели исследованных личинок

Год	Характеристика особей			% от массы комка		
	TL, мм	W, г	ИН, баллы	Algae	Chironomidae	Nematoda
2014–15	57–166	0,25–8,31	0–4	0–0,38	0–5	0–8
2016	129–156	2,47–5,05	0–4	0–0,63	0–0,5	0–0,1
2017	117–148	2,28–4,77	1–4	0,2–1,0	–	–

которых особей отмечены головные капсулы личинок комаров сем. Chironomidae или их отдельные части (челюсти, усики, участки хитинового покрова), редко – целые организмы. Изредка отмечали присутствие мелких нематод. У большинства пескороек в пищевом комке в значительном количестве присутствуют водоросли, преимущественно диатомовые, хотя в ряде случаев у личинок в кишечниках водоросли не обнаружены или обнаружены единично (до 5 экз.). При этом наполняемость кишечника и наличие/отсутствие водорослей не связаны.

Таксономический состав водорослей (табл. 2) включает 17 родов, относящихся к трём отделам – Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta. Представители двух последних отмечены единично, у отдельных особей. Таким образом, диатомовые водоросли являются наиболее значимым растительным компонентом в питании пескороек, составляя более 90% от общего числа всех водорослей в пищевых комках. Видовой состав водорослей у личинок, пойманных в 2014, 2015, 2016 и 2017 гг. не различался или различия были на уровне видов с единичной встречаемостью.

Доля водорослей в общей массе пищевого комка невелика и колебалась от 0,01 до 10%, обычно не превышая 0,5% (табл. 1). В 2016–2017 гг. этот показатель выше, чем в 2014–2015 гг. Общее число водорослей на весь кишечник составляло от единиц до 9 тыс. экз. в 2015, и до 400 тыс. экз. в 2017 г. Более 90% во всех случаях приходилось на представителей родов *Fragilaria*, *Cymbella*, *Hannaea*, *Navicula*, *Gomphonema*. Эти же организмы составляли более 80% от общей массы водорослей.

Соотношение массовых таксонов в отдельные годы отличалось. Так в 2014–15 гг. преобладающим родом был *Fragilaria* sp., в 2016 – *Hannaea* sp., в 2017 – *Cymbella* sp. (рис 1). Вклад животных организмов – Nematoda и личинок Chironomidae также невелик, но в кишечниках, где они отмечены, значительно превышает долю водорослей, составляя от 0,5 до 8% от массы комка. Chironomidae обнаружены в комке в основном в виде головных капсул или их частей. Две личинки комаров-звонцов были обнаружены целиком.

Анализ пищевого комка пескороек реки Малая Хузи показал, что его состав типичен для личинок миног и не имеет выраженных отличий от описанных в литературе данных из других регионов (Moore, Potter, 1976; Sutton, Bowen, 1994; Макеева и др., 2011; Назаров, 2012; Loshakova, Knizhin, 2015). Основу питания

Таблица 2

Встречаемость (%) массовых родов водорослей в различные годы

Род	2014–15	2016	2017
<i>Fragilaria</i> sp.	100	100	100
<i>Hannaea</i> sp.	100	100	100
<i>Cymbella</i> sp.	100	100	100
<i>Navicula</i> sp.	100	100	100
<i>Diatoma</i> sp.	83	100	100
<i>Gomphonema</i> sp.	100	100	100
<i>Denticula</i> sp.	67	–	100
<i>Aulacoseira</i> sp.	50	–	–

составляет детрит из растительных остатков с донными диатомовыми водорослями. Невысокая степень заполнения кишечника – 1–2 балла, пища только в задней части – дают основание предполагать, что в большинстве пойманные пескоройки не питались непосредственно перед сбором.

Указанные массовые формы водорослей являются характерным компонентом пищевого комка пескороек (Назаров, 2012; Loshakova, Knizhin, 2015). Все они являются широко распространёнными представителями перифитона или фитобентоса, большинство имеет приспособления для прикрепления к субстрату и типичны для водотоков с быстрым течением. В целом, полученный таксономический список водорослей соответствует данным по альгофлоре Дальнего Востока и о. Сахалин (Никулина, 2009, 2011; Медведева, Миски, 2011; Медведева, 2013; Медведева, Никулина, 2014). В других регионах, например, Ленинградской области, в пищевом комке пескороек отмечены эти же роды, при этом соотношение может быть иным (Полякова и др., 2019). Так, например, у части личинок показано преобладание планктонных форм водорослей, в частности, *Aulacoseira* sp., *Tabellaria* sp., *Ulnaria* sp., тогда как у личинок из р. Малая Хузи данные формы встречаются единично.

Доля водорослей в общей массе пищевого комка невелика, что согласуется с литературными данными, где указана средняя величина 0,14–1,5% (Moore, Mallatt, 1980). В данной публикации указано на существенное преобладание водорослей рода *Navicula*, тогда как представители рода *Fragilaria* были малочисленны. Авторы связывают это с размерами личинок и связанной с этим возможной избирательностью пищевых объектов. С другой стороны, в литературе имеются данные, что вклад водорослей в питание пескороек может сильно меняться в течение сезона (Moore, Potter, 1976; Назаров, 2012). Возможно, именно сезонными изменениями в составе альгофлоры реки можно объяснить различия как соотношения родов водорослей в отдельные годы, так и более высокий процент в массе комка в 2016–2017 гг. Низкий процент водорослей в общей массе можно объяснить небольшими размерами клеток, в первую очередь массовых форм (рис. 1). Крупные водоросли с высокой массой, как, например, *Pinnularia* sp. и *Navicula* sp. встречаются единично у небольшого числа личинок. На настоящий момент у нас нет сведений о свободноживущих представителях альгофлоры реки Малая Хузи в конкретный период времени (июль/середина лета), поэтому мы не можем утверждать, что является причиной – отсутствие крупных организмов или избирательность всасывания пищевых объектов. Отмеченные различия в составе отдельных компонентов пищевого комка, в частности отсутствие водорослей, обитающих на поверхности грунтов, в нескольких кишечниках, дают основание предполагать, что питание личинок проходило на разной глубине закапывания или на разных участках реки.

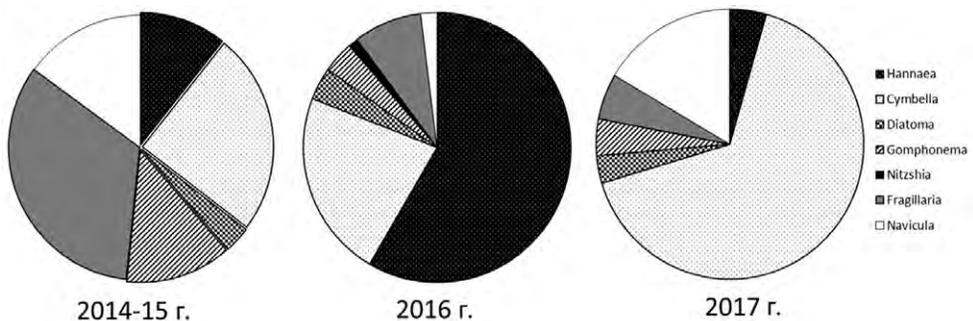


Рис. 1. Соотношение массовых родов водорослей в кишечниках в отдельные годы

Отсутствие сведений о свободноживущих организмах зообентоса не позволяет оценить степень избирательности по этому компоненту и определить, была ли такая низкая встречаемость их в кишечнике следствием отсутствия зообентоса в грунте, или каких-то иных причин.

Заключение

Анализ пищевых комков личинок миноги *Lethenteron camtschaticum* реки Малая Хузи (о. Сахалин) показал, что основу пищевого рациона составляет детрит с песком и растительными остатками, также важную роль играют бентосные диатомовые водоросли. Анализ размерной структуры не выявил явной специализации в питании различных размерно-возрастных групп. Присутствие животных компонентов наоборот, отмечено только у личинок более 80 мм. Возможно, это связано с глубиной закапывания.

Благодарности

За общие консультации А.С. Демчук (ЗИН РАН), за помощь в идентификации альгофлоры и консультации Р.М. Гогореву (БИН РАН), А.А. Улановой (Department of Earth Sciences, Uppsala University, Uppsala, Sweden).

Литература

- Балушкина Е.В. 1987. Функциональное значение личинок хирономид в континентальных водоемах. Л.: Наука. 179 с.
- Инструкция по сбору и обработке материала для исследования питания рыб в естественных условиях. Часть 1. 1971. М.: ВНИРО. 66 с.
- Кучерявый А.В., Пельгунова Л.А., Савваитова К.А., Павлов Д.С. 2010. Влияние миног и некоторых других животных на утилизацию вещества морского происхождения в лососевых реках. Известия ТИНРО. Т. 163. С. 152–161.
- Макеева А.П., Павлов Д.С., Павлов Д.А. 2011. Атлас молоди пресноводных рыб России. М.: Товарищество научных изданий КМК. 383 с.
- Медведева Л.А., Миски А.В. 2011. Материалы к флоре пресноводных водорослей западного побережья острова Сахалин // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 5. Владивосток: Дальнаука. С. 346–359.
- Медведева Л.А. 2013. Первые результаты альгологического обследования реки Даги (о. Сахалин) // Жизнь пресных вод. Вып. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 38–48.
- Медведева Л.А., Никулина Т.В. 2014. Каталог пресноводных водорослей юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука. 271 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Задачи и методы изучения использования кормовой базой рыбой. 1984а. Л.: ГосНИОРХ. 19 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Фитопланктон и его продукция. 1984б. Л.: ГосНИОРХ. 32 с.
- Назаров А.В. 2012. Морфо-биологическая характеристика миноги сибирской среднего течения р. Енисей. «Молодёжь и наука»: сборник материалов VIII Всеросс. научно-технич. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 155-летию со дня рождения К.Э. Циолковского [Электронный ресурс]. Красноярск: СФУ. Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section31.html>.
- Никулина Т.В. 2009. Структура альгосообществ и оценка качества воды рек Тымь и Поронай (о. Сахалин, Россия) // X Съезд Гидробиологического общества при РАН: тез. докл. Владивосток: Дальнаука. С. 291–292.
- Никулина Т.В. 2011. Пространственная динамика перифитонных альгосообществ и изменение качества воды в бассейне р. Тымь (о-в Сахалин, Россия) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 5. Владивосток: Дальнаука. С. 395–410.

- Полякова Н.В., Кучерявый А.В., Павлов Д.С., Цимбалов И.А. 2019.** Особенности питания пескороек речной миноги *Lampetra fluviatilis* из реки Чёрная (бассейн Балтийского моря) // Вопросы ихтиологии. Т. 59, № 2. С. 186–194.
- Радченко И.Г., Капков В.И., Фёдоров В.Д. 2010.** Практическое руководство по сбору и анализу проб морского фитопланктона. М.: Мордвицев. 60 с.
- Спетницкая Н.А., Гогорев Р.М., Иванов М.В. 2008.** Особенности питания беломорских культивируемых мидий (*Mytilus edulis* L.) фитопланктоном // Вестник СПбГУ. Вып. 4. С. 39–46.
- Цалолыхин С.Я. 1981.** Определение веса пресноводных нематод // Эволюция, систематика, морфология и экология свободноживущих нематод. Ленинград: Зоологический институт АН СССР. С. 80–85.
- Bowen S.H., Sutton T.M., Yap M.R., Young B.A., Wagner R.D. 1998.** Feeding ecology and habitat use by larval lampreys in Great Lakes tributaries // Final Rept. Michigan Tech. Univ. Task Area Team. Houghton. 44 p.
- Evans T.M., Bauer J.E. 2016.** Identification of the nutritional resources of larval sea lamprey in two Great Lakes tributaries using stable isotopes // J. Great Lakes Res. V. 42, Is. 1. P. 99–107.
- Hollet A. 1995.** A feasibility study to determine the immediate source of carbon filtered by *Petromyzon marinus* ammocoetes from the Root River, Sault Ste. Marie through the use of stable isotope analysis: a senior honor thesis. University of Waterloo. 44 p.
- Jolley J.C., Silver G.S., Whitesel T.A., Telles L. 2012.** Captive rearing of Pacific lamprey // Ann. Rept. US Fish Wildlife Serv. 15 p.
- Loshakova Yu. V., Knizhin I.B. 2015.** Morphological characteristics and ecological peculiarities of non-parasitic lampreys of the genus *Lethenteron* (Petromyzontidae) from the Angara River Basin // J. of Ichthyology. V. 55, N 2. P. 162–171.
- Mallatt J.M. 1982.** Pumping rates and particle retention efficiencies of the larval lamprey, an unusual suspension feeder // Biol. Bull. N 163. P. 197–210.
- Moore J.W., Potter I.C. 1976.** A laboratory study on the feeding of larvae of the brook lamprey *Lampetra planeri* (Bloch) // J. of Animal Ecology. V. 45, Is. 1. P. 81–90.
- Moore J.W., Mallatt J.M. 1980.** Feeding of larval Lamprey // Canadian J. of Fisheries and Aquatic Sciences. V. 37, N 11. P. 1658–1664.
- Sutton T.M., Bowen S.H. 1994.** Significance of organic detritus in the diet of larval lampreys in the Great Lakes basin // Canadian J. of Fisheries and Aquatic Sciences. V. 51, N 11. P. 2380–2387.