

МИКОФЛОРА ОСНОВНЫХ ПРИТОКОВ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА И РЕКИ НЕВЫ

Иофина Ирина Викторовна

научный сотрудник, Институт озераедения
РАН — ФИЦ РАН, Санкт-Петербург
irinaio@yandex.ru

MYCOFLORA OF LADOGA TRIBUTARIES AND NEVA RIVER

I. Iofina

Summary. Aquatic fungi in the Ladoga tributaries representing a diverse and dynamic system in which different groups of fungi play an important role in the ecological balance maintaining. There were isolated and identified 25 species, as well as white sterile mycelium. Fungi are divided into several groups depending on their taxonomic affiliation and they belong to 4 divisions and two kingdoms. Potentially pathogenic terrigenous (opportunistic) species from the genera *Alternaria*, *Saprolegnia*, *Trichoderma*, *Olpidium*, *Penicillium* dominate in all the studied rivers.

Keywords: opportunistic fungi, number of aquatic fungi, tributaries of Lake Ladoga, Neva River.

Аннотация. Водные грибы в притоках Ладожского озера представляют собой разнообразную и динамичную систему, в которой различные группы грибов играют важную роль в поддержании экологического баланса. Было выделено и идентифицировано 25 видов, а также белый стерильный мицелий. Грибы разделены на несколько групп в зависимости от их таксономической принадлежности и относятся к двум царствам и 4 отделам. Во всех исследованных реках доминируют потенциально патогенные терригенные (оппортунистические) виды из родов *Alternaria*, *Saprolegnia*, *Trichoderma*, *Olpidium*, *Penicillium*.

Ключевые слова: оппортунистические грибы, численность водных грибов, притоки Ладожского озера, река Нева.

Ладожское озеро, крупнейшее пресноводное озеро в Европе, является уникальной экосистемой. Важнейшим фактором, влияющим на формирование химического и гидробиологического состава воды озера, является количество и состав веществ, поступающих с водосбора, в котором основная роль принадлежит речному стоку [1,2]. Он дает почти 85 % приходной части водного и свыше 95 % химического баланса озера [3]. Вынос химических веществ и речных гидробионтов (в том числе водных грибов) с водой рек в озеро является интегральным показателем природных условий и хозяйственной деятельности [4,5]. Водные грибы играют важную роль в экосистеме водоема участвуя в разложении органических веществ и поддержании баланса в водной среде [6,7,8,9,10,11,12]. Оценка микофлоры притоков Ладожского озера и истока реки Невы под влиянием природных и антропогенных факторов, проводившаяся в 2024 г. продолжает многолетний микологический ряд наблюдений озера, которые осуществляются с 1982 года по настоящее время [13,14,15]. Цель работы — определение видового состава водных грибов, количественный и сезонный анализ микофлоры в основных притоках Ладожского озера (р. Бурная, Волхов, Свирь) и реки Невы.

Методы исследования

Отбор проб на качественный и количественный состав водных грибов притоков Ладожского озера и истока реки Невы проводился в ходе сезонных объездов которые характеризуют гидрологические сезоны: весна

(конец мая — начало июня), лето (июль — август) и осень (октябрь) 2024 г. Единичные точки отбора проб располагались в нижнем течении рек, как можно ближе к устью, отбор производился с мостов при помощи батометра с поверхности в средней части русла. Схема расположения точек отбора проб на притоках озера представлена на рисунке 1. Обследованы были основные притоки озера реки Бурная, Волхов, Свирь и исток реки Нева.



Рис. 1. Расположение точек отбора проб воды на основных притоках Ладожского озера и реки Невы

Образцы отбирали по стандартным методикам [ГОСТ 31861-2012] в пластиковые стерильные банки. Определялась общая численность микопланктона и видовой состав. Для выделения водных грибов был использован метод глубинного посева воды. Объем пробы в опытах был 1 мл воды (в трех повторностях) использовалась агаризованная питательная среда — среда Сабуро. Для подавления роста бактерий к среде добавляли антибиотик левомецетин (25 мг/л). Опыты проводились в чашках Петри. Видовое определение культур осуществлялось по определителям российских и зарубежных авторов [16,17,18,19,20,21], названия таксонов унифицировали с использованием базы данных Index Fungorum (2021) [22]. Общую численность водных грибов выражали в КОЕ/мл. Видовое определение чистых культур водных грибов проводили с использованием светового микроскопа. Статистическую обработку проводили в программе Microsoft Office Excel 2010.

Результаты и их обсуждение

В основных притоках Ладожского озера и реке Нева было выделено и идентифицировано 25 видов, а также белый стерильный мицелий. Грибы разделены на несколько групп в зависимости от их таксономической принадлежности и относятся к двум царствам и 4 отделам. Доминирует группа факультативных водных грибов терригенного происхождения относящаяся к анаморфным грибам отдела Ascomycota (*Penicillium*, *Trichoderma*, *Alternaria*, *Candida*, *Torulopsis*), и отдела Basidiomycota — *Rhodotorula rubrum*. Большим разнообразием отличались рода *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Trichoderma* и *Saprolegnia*. Видовой состав представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Водные грибы основных притоков Ладожского озера и р. Невы

Вид	притоки			
	Бурная	Свирь	Волхов	Нева
Fungi Ascomycota				
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	+	+	+	+
<i>Aspergillus flavus</i> Link	+		+	
<i>Aspergillus ustus</i> Bainier Thom et Church	+	+	+	+
<i>Penicillium chrysogenum</i> Thom	+	+	+	+
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud		+	+	
<i>Cladosporium herbarum</i> Link	+	+	+	+
<i>C. cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries		+	+	

Вид	притоки			
	Бурная	Свирь	Волхов	Нева
<i>Epicoccum nigrum</i> Link			+	
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.		+	+	
<i>Olpidium brassicae</i> (Woronin P.A.) Dang	+	+	+	+
<i>Olpidium allomyces</i> Braun		+		
<i>Olpidium entophyllum</i> (A.Br.) Schroet		+		+
<i>Olpidium rhizophyllum</i> (A.Braun)			+	
<i>Rhizophyllum planctonicum</i> Ag		+	+	+
<i>Rhizophyllum pollinis</i> Schenk			+	+
<i>Torulopsis candida</i> (Saito) Lodder	+		+	
<i>Trichoderma viride</i> Pers	+	+	+	+
<i>Trichoderma koningii</i> Oudem	+	+	+	+
Basidiomycota				
<i>Rhodotorula rubrum</i> (Schimon) F.C. Harrison, Nouveau Traité Méd	+	+	+	+
Mucoromycota				
<i>Mucor circinelloides</i> v.Tiegh	+	+	+	+
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehreub		+		+
Chromista Oomycota				
<i>Leptomyces lacteus</i> Ag.				+
<i>Leptolegnia candida</i> Cornu			+	
<i>Saprolegnia parasitica</i> Coker		+	+	
<i>Saprolegnia ferax</i> Thuret	+	+	+	+
<i>Woronina polycystis</i> Cornu		+	+	
Стерильный мицелий	+	+	+	+

Наиболее интенсивное развитие микопланктона отмечено в реке Волхов, что очевидно связано с повышенным содержанием фосфора в воде, которое обусловлено как особенностями природных условий, так и хозяйственной деятельностью на южной части Ладожского водосбора [4,5,13,14,15]. Численность водных грибов составляла 15 КОЕ/мл весной, 25 КОЕ/мл летом и незначительно опускалась осенью до 20 КОЕ/мл. Значительный объем водного стока делает р. Волхов главным источником поступления фосфора в озеро с водосбора. Основным источником поступления соединений фосфора в эту реку многие годы оставались сточные воды предприятия ОАО «Волховский алюминий» [4,5].

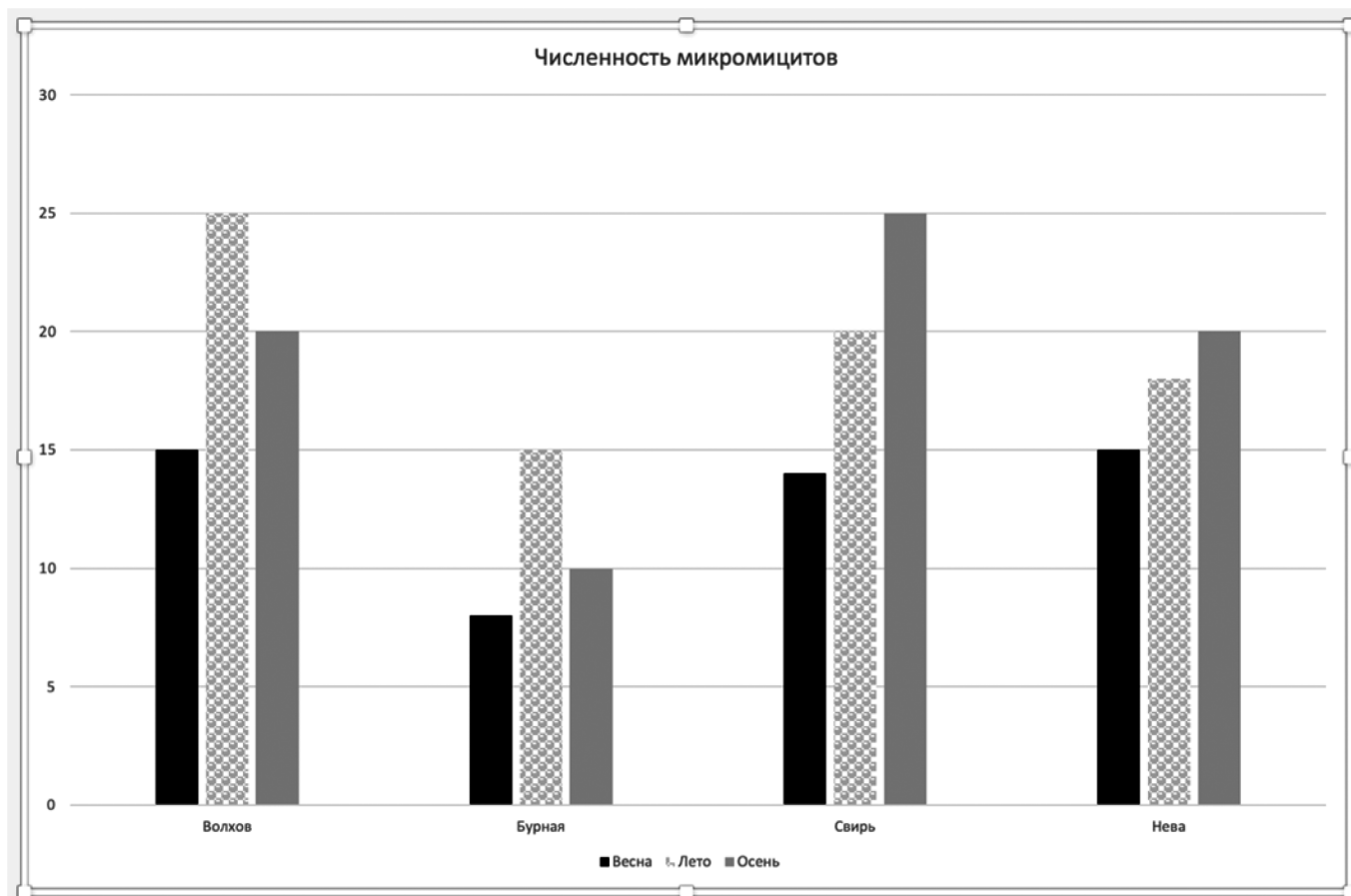


Рис. 2. Сравнительная численность водных грибов (КОЕ/мл) в притоках Ладожского озера и реке Неве

Наименьшее содержание фосфора характерно для р. Бурная и Свирь, которые отличаются большой зарегулированностью стока и высокой озерностью водосбора [4,5]. При этом в р. Бурная регистрировалась сравнительно низкая по сравнению с другими реками, численность во все наблюдаемые сезоны (Рис. 2).

Химический состав воды р. Нева в целом определяется гидрохимическим режимом Ладожского озера и в основном соответствует составу основной водной массы озера [4,5]. Количественные характеристики составляли 15 КОЕ/мл весной, 18 КОЕ/мл летом и с небольшим повышением до 20 КОЕ/мл осенью. Следует отметить, что в 2024 г. показатели, характеризующие содержание органического вещества в воде обследованных рек, оставались в пределах многолетнего диапазона и сезонные изменения были выражены слабо [5].

Таким образом, в исследованных реках было выделено и идентифицировано 25 видов, а также белый стерильный мицелий, по таксономической принадлежности они относятся к двум царствам и 4 отделам. Во всех исследованных реках доминируют потенциально патогенные терригенные (оппортунистические) виды

из родов *Alternaria*, *Saprolegnia*, *Trichoderma*, *Olpidium*, *Penicillium*, а также регистрировались случаи паразитирования на планктонных водорослях *Asterionella formosa*, *Melosira islandica*. Наибольшее видовое разнообразие отмечалось в реке Волхов. Высокая численность характерна для всех притоков в летний период, однако в реке Свирь количественные показатели осенью значительно превысили летние.

Изучение видового состава и сезонной динамики численности водных грибов в притоках Ладожского озера позволяет лучше понять их роль в экосистеме озера и углубить знания об их взаимосвязях с другими организмами.

Автор выражает глубокую признательность научному сотруднику лаборатории гидрохимии ИНОЗ РАН — ФИЦ СПб Т.Н.Петровой за ценные консультации.

Работа выполнена по программе НИР FFZF — 2024—0001. Экосистемы Ладожского озера, водоемов его бассейна и прилегающих территорий в условиях воздействия природных и антропогенных факторов на фоне климатических изменений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Расплетина Г.Ф., Кулиш Т.П., Петрова Т.Н. Гидрохимическая характеристика рек — притоков Ладожского озера и р. Невы. // Оценка экологического состояния рек бассейна Ладожского озера по гидрохимическим показателям и структуре гидробиоценозов / Под ред. Трифионовой И.С. СПб.: Изд-во «Лема». 2006. — С.11–35.
2. Петрова Т.Н. Игнатъева Н.В. Биогенные элементы // Ладога. / Под ред. Румянцева В.А., Кондратьева С.А. СПб., 2013. — С.187 — 201.
3. Соловьева Н.Ф. Гидрохимия притоков Ладожского озера и Невы. // Гидрохимия и гидрооптика Ладожского озера. Л., 1967. — С. 5–59.
4. Петрова Т.Н., Игнатъева Н.В. Биогенные элементы // Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата / Под ред. Кондратьева С.А., Позднякова Ш.Р., Румянцева В.А. Москва, 2021. — С.258–270.
5. Петрова Т.Н., Игнатъева Н.В. Органическое вещество // Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата / Под ред. Кондратьева С.А., Позднякова Ш.Р., Румянцева В.А. Москва, 2021а. — С.258–270.
6. Воронин Л.В. Микобиота малых озер тундровой и лесной зон. Ярослав.: ЯГПУ. 2010. — 155 с.
7. Воронин Л.В., Копытина Н.И. Микобиота отмерших фрагментов тростника, погруженных в воду (Ярославская обл., Россия). // Журнал Биология внутренних вод. 2023. №1. — С. 20–27.
8. Копытина Н.И., Тарасюк И.В. Водные грибы пелагиали авандельты реки Дунай. // Мікробіологія і біотехнологія. 2010. — №1. — С. 37–42.
9. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М.: Медицина для всех, 2005. — 196 с.
10. Марфенина О.Е., Фомичева Г.М. Потенциально патогенные мицелиальные грибы в среде обитания. Современные тенденции // Микология сегодня / Ред. Ю.Т. Дьякова и Ю.В. Сергеева. М.: Нац. акад. микологии, 2007. — С. 235–266.
11. Luo J., Yin J., Cai L. et al. Freshwater fungi in Lake Diachi, a heavy polluted lake in Yunnan, China // Fungal Diversity. 2004.V 16. — P.93.
12. Курашов Е.А., Барбашова М.А., Дудакова Д.С., Капустина Л.Л., Митрукова Г.Г., Русанов А.Г., Алешина Д.Г., Иофина И.В., Протопопова Е.В., Родионова Н.В., Трифионова И.С. Экосистема Ладожского озера: современное состояние и тенденции ее изменения в конце XX — начале XXI века // Биосфера. 2018. Т. 10. № 2. — С. 66–121. — DOI:10.24855/BIOSFERA.V.1012.439
13. Иофина И.В. Современное состояние водной микофлоры Ладожского озера. // Российский журнал прикладной экологии. 2022. № 4. — С.77–83. — DOI: <https://doi.org/10.24852/2411-7374.2022.4.77.83>
14. Иофина И.В. Водные микромицеты прибрежного района Ладожского озера. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2024. №01. — С. 12–14. — DOI:10.37882/2223-2966.2024.01.17
15. Гарибова Л.В., Лекомцева С.Н. Основы микологии. Москва: Ф. 2005.- 221 с.
16. Егорова Л.Н. Почвенные грибы Дальнего Востока: гифомицеты. Наука: Л. 1986. — 192 с.
17. Милько А.А. Систематика рода *Saprolegnia*. // Микол. и фитопат. 1979. Т.3, Вып. 4. — С. 288.
18. Саттон Д., Фотергил А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир, 2001. — 468 с.
19. Domsch K.H., Gams W., Anderson T.-H. Compendium of soil fungi. THW-Verlag. Eching. 2007. — 672 p.
20. Klish M.A. Identification of common *Aspergillus* species. Utrecht. 2002. — P.116.
21. Index Fungorum 2021-IndexFungorum [Internrt] Royal Botanic Garden Kew Available from <http://indexfungorum.org/names/Names.asp> (Accessed on November 01-30,2021)