



ГИДРОБОТАНИКА 2015

*Материалы VIII
Всероссийской конференции
с международным участием
по водным макрофитам*

ГИДРОБОТАНИКА 2015 Материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием по водным макрофитам

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина
Российской академии наук

FEDERAL AGENCY OF SCIENTIFIC ORGANIZATIONS OF RUSSIA
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE

I. D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters
Russian Academy of Sciences

Материалы VIII Всероссийской конференции с международным
участием по водным макрофитам

ГИДРОБОТАНИКА 2015

Борок, 16 – 20 октября 2015 г.

Proceedings of VIII All-Russian conference with international participation
on aquatic macrophytes

HYDROBOTANY 2015

Borok, October 16 – 20, 2015

Ярославль, 2015

Yaroslavl, 2015

УДК 574(063)
ББК 28.082я431
Г 46

Гидрботаника 2015 : материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием по водным макрофитам, п. Борок, 16 – 20 октября 2015 г. / Федер. агентство науч. орг. России, РАН, ФГБУН Ин-т биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН ; [науч. ред. А. Г. Лапиров, Д. А. Филиппов, Э. В. Гарин]. – Ярославль : Филигрань, 2015. – 261 с.

ISBN 978-5-906682-40-6

Hydrobotany 2015 : Proceedings of VII All-Russian conference with international participation on aquatic macrophytes, Borok, October 16 – 20 2015 / Feder. agency of scien. org. Russia, RAS, I. D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS ; [scien. red. A. G. Lapirov, D. A. Philippov, E. V. Garin]. – Filigran, 2015. – 261 p.

Сборник материалов включает доклады ведущих и молодых ботаников России, а также стран ближнего и дальнего зарубежья, посвящённые различным аспектам гидрботаники: общим и методическим вопросам, изучению флоры и растительности водоёмов, водотоков и болот, анализу флор, классификации растений вод и водной растительности, биологии, экологии и физиологии макрофитов, прикладным аспектам.

Книга рассчитана на гидрботаников, гидробиологов, экологов, специалистов в области флористики, геоботаники, таксономии и синтаксономии, природопользования и охраны окружающей среды, а также преподавателей и студентов высшей школы.

Научные редакторы: *А. Г. Лапиров*
Д. А. Филиппов
Э. В. Гарин

Collected materials include papers of leading and young botanists of Russia, near and far abroad, devoted to different aspects of hydrobotany: general and methodical problems, study of flora and vegetation of water bodies, water courses and marshes, flora analyses, classification of water plants and aquatic vegetation, biology, ecology and physiology of macrophytes, applied aspects.

The book is meant for hydrobotanists, hydrobiologists, ecologists, specialists in the field of floristic, geobotany, taxonomy and syntaxonomy, nature management and environmental protection, as well as for teachers and students of higher school.

Scientific editors: *A. G. Lapirov*
D. A. Philippov
E. V. Garin

Оргкомитет выражает благодарность Федеральному государственному бюджетному учреждению науки Институту биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН за организационную поддержку, позволившую провести конференцию.

Organizing committee expresses gratitude to I. D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS for organizational assistance which made it possible to hold the conference.

ISBN 978-5-906682-40-6

© Коллектив авторов, 2015
© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, 2015

Предисловие

Регулярные конференции по гидробиологии на базе лаборатории высшей водной растительности ИБВВ РАН – традиционные научные форумы, собирающие широкий круг специалистов, занимающихся разносторонним исследованием растений водоёмов и водотоков. Подобная систематическая практика обмена опытом и результатами работы между исследователями с различным “гидробиологическим багажом” имеет давнюю историю, начало которой датируется концом 70-х годов XX века. С момента проведения Первой Всесоюзной конференции по высшим водным и прибрежно-водным растениям (Борок, 1977) прошёл длительный, почти 40-летний период, со времени работы последней – I (VII) Международной конференции по водным макрофитам “Гидробиология 2010” (Борок, 2010) – пять непростых лет.

На нынешней VIII Всероссийской конференции с международным участием по водным макрофитам «Гидробиология 2015» участникам был представлен широкий круг тематик, в полной мере отражающий круг проблем, которые волнуют гидробиологов в начале третьего тысячелетия.

Как показывают материалы, помещённые в данном сборнике, остаются крайне острыми проблемы, связанные с оценкой и прогнозом состояния флоры и растительности крупных водных систем. Требуют пристального внимания исследования сплавинных растительных сообществ и фитоценозов болотных водоёмов, изучение фитоценологического разнообразия водной и прибрежно-водной растительности малых рек, озёр и прудов.

Актуальны проблемы системного анализа различных компонентов гидрофильной биоты (водных сосудистых растений, криптогамных макрофитов, лишайников и т.п.). Не теряют своей новизны проблемы расширения и углубления исследований по биологии и экологии растений вод, дальнейшему совершенствованию системы жизненных форм водных и прибрежно-водных растений. Требуют своего разрешения вопросы широкой инвазии видов вселенцев, оценка их роли в составе современной флоры высших водных растений. Сохраняют свою актуальность проблемы распространения редких макрофитов и организация их охраны. Большой интерес представляет ресурсоведческий аспект в изучении водных и прибрежно-водных растений, а также разработка новых методов и подходов к изучению продуктивности макрофитов с применением современной приборной и экспериментальной базы, применение ГИС технологий для мониторинга экологического состояния водных объектов.

На конференцию поступило более 80 докладов от более чем 125 будущих участников из различных регионов России, а также Украины, Белоруссии, Казахстана, Армении, Словении, Германии, представляющих 67 организаций (Учреждения Академии наук, вузы, Ботанические сады, заповедники и т. д.).

Программный и организационный комитет конференции:

Председатель: Лапиров Александр Григорьевич, к.б.н., доцент, ИБВВ РАН, пос. Борок

Зам. председателя: Филиппов Дмитрий Андреевич, к.б.н., ИБВВ РАН, пос. Борок

Члены оргкомитета:

Курашов Евгений Александрович, д.б.н., профессор ИНОЗ РАН, СПбГУ, г. С.-Петербург

Нотов Александр Александрович, д.б.н., профессор ТвГУ, Тверь

Савиных Наталья Павловна, д.б.н., профессор Вятский гос. гум. ун-т, г. Киров

Созинов Олег Викторович, к.б.н., доцент ГрГУ, г. Гродно, Респ. Беларусь

Соловьёва Вера Валентиновна, д.б.н., профессор Поволжская гос. соц.-гум. акад., г. Самара

Файвуш Георгий Маркович, д.б.н., академик РАЕН, Институт ботаники НАН Респ. Армения, Ереван

Щербаков Андрей Викторович, д.б.н., МГУ, г. Москва

Капитонова Ольга Анатольевна, к.б.н., доцент, УдГУ, Ижевск

Бобров Александр Андреевич, к.б.н., ИБВВ РАН, пос. Борок

Гарин Эдуард Витальевич, к.б.н., ИБВВ РАН, пос. Борок (секретарь)

Крылова Елена Геннадьевна, к.б.н., ИБВВ РАН, пос. Борок

Лебедева Ольга Алексеевна, к.б.н., ИБВВ РАН, пос. Борок

Чернова Александра Михайловна, к.б.н., ИБВВ РАН, пос. Борок (секретарь)

Беляков Евгений Александрович, ИБВВ РАН, пос. Борок

Тихонов Александр Викторович, ИБВВ РАН, пос. Борок

А. Г. Лапиров

Preface

Regular conferences on hydrobotany on the base of laboratory of higher aquatic plants IBIW RAS are traditional scientific forums gathering a wide circle of specialists which study plants of water bodies and water courses from different aspects. Such a systematic exchange of experience and results of work between investigators with different “hydrobotanical baggage” has a long history which began at the end of 70s of the XX century. The First All-USSR conference on higher and riparian plants (Borok, 1977) was held long time ago, almost 40 years. Five years have gone since the time of holding last, I (VII) International conference on aquatic macrophytes “Hydrobotany 2010” (Borok, 2010) and that was a rather hard period for the laboratory.

On present VIII All-Russian conference with international participation on aquatic macrophytes “Hydrobotany 2015”, participants are provided with a wide range of themes revealing the whole set of problems interesting for hydrobotanists at the beginning of the third millennium.

Papers collected in this book show that estimation and forecasting condition of flora and vegetation in big aquatic systems still remain extremely acute problems. Great attention should be paid to investigation of quagmire plant communities and marsh phytocenoses as well, to study of phytocenotic diversity of aquatic and riparian vegetation of small rivers, lakes and ponds.

Problems of system analyses of different components of hydrophilic biota (aquatic vascular plants, cryptogram macrophytes, lichen etc.) are actual now. Questions concerned with widening and deepening investigations on biology and ecology of water plants, further improvement of life form system of aquatic and riparian plants, are still up-to-date. It is necessary to solve problems of wide distribution of invading species, estimation of their role in current flora composition of higher aquatic plants. Distribution of rare macrophytes and their protection are issues of importance. Great interest is attracted to aspect of recourse studies in the process of investigating aquatic and riparian plants, development of new methods and approaches in study of macrophyte productivity using modern devices and experimental base, use of GIS technologies in monitoring ecological state of water objects.

We have accepted more than 80 papers by more than 125 prospective participants from different regions of Russia as well, from Ukraine, Belarus, Kazakhstan, Armenia, Slovenia, Germany, representing 67 organizations (Institutions of Academy of sciences, higher schools, Botanical gardens, nature reserves etc.).

Programm and organizing committee of the conference:

Chairman: Alexander G. Lapirov, cand. biol. sci., docent IBIW RAS, Borok

Vice-chairman: Dmitriy A. Philippov, cand. biol. sci., IBIW RAS, Borok

Members:

Evgeniy A. Kurashov, doc. biol. sci., professor Institute for Limnology RAS, SPbSU, S.-Petersburg

Alexander A. Notov, doc. biol. sci., professor TvSU, Tver

Natalia P. Savinykh, doc. biol. sci., professor Vyatka St. Humanit. Univ., Kirov

Oleg V. Sozinov, cand. biol. sci., docent GrSU, Grodno, Belarus Rep.

Vera V. Solovieva, doc. biol. sci., professor Volga St. Soc.-Humanit. Acad., Samara

George M. Fayvush, doc. biol. sci., Russian Academy of Natural Sciences, Institute of Botany NAS Rep. Armenia, Yerevan

Andrei V. Scherbakov, doc. biol. sci., MSU, Moscow

Olga A. Kapitonova, cand. biol. sci., docent UdSU, Izhevsk

Alexander A. Bobrov, cand. biol. sci., IBIW RAS, Borok

Eduard V. Garin, cand. biol. sci., IBIW RAS, Borok (secretary)

Elena G. Krylova, cand. biol. sci., IBIW RAS, Borok

Olga A. Lebedeva, cand. biol. sci., IBIW RAS, Borok

Alexandra M. Chernova, cand. biol. sci., IBIW RAS, Borok (secretary)

Evgeniy A. Belyakov, IBIW RAS, Borok

Alexander V. Tikhonov, IBIW RAS, Borok

A. G. Lapirov

Пленарные доклады

С. В. Викулин

Ископаемые макрофиты палеогеновых бассейнов северного Перитетиса

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2. E-mail: SVikulin@binran.ru

В палеогене, европейские эпиконтинентальные моря Тетиса простирались от англо-парижского бассейна до юга платформенной Украины, Поволжья и южного Урала (Ахметьев, Беньямовский, 2006; Vikulin et al., 2014). В прибрежно-морских раннепалеогеновых отложениях северного Перитетиса обнаружены представители сублиторальной формации морских трав: *Posidonia*, *Cymodocea*, *Zostera*: *Posidonia parisiensis* (Brongn. 1828) Fritel 1903=? *Cymodoceites parisiensis* Bureau 1886; *Cymodoceites nodosus* Bureau 1872=? *Caulinites nodosus* (Brongn.) Unger; *Zosterites lamberti* Watelet 1866; *Zostera kiewiensis* Schmalh. Морские травы *Posidonia* и *Zostera*, собранные автором (Vickulin et al., 1995a, b) в киевской спондиловой глине, а также описанные ранее (Шмальгаузен, 1884; Криштофович, 1938), имеют весьма высокий уровень сходства с образцами, описанными из Парижского бассейна (Bureau, 1866; Fritel, 1910; Stockmans, 1936; Gregor, 2003) (табл. I, 4–7; 9–11). Ископаемые остатки термофильной морской травы *Posidonia parisiensis* на территории Русской платформы известны из нескольких палеогеновых местонахождений Курской и Белгородской обл., Урала и Украины (Криштофович, 1938; Vickulin et al., 1995a, b) (табл. I, 4). В Западной Европе *Posidonia* продолжала существовать и в плиоцене Греции (остров Родос), Италии и Франции (Moissette et al., 2007), в прибрежной средиземноморской зоне которых близкородственный современный вид *Posidonia oceanica* (L.) Delile существует и поныне (табл. I, 8). Помимо отпечатков листьев, известны отпечатки и слепки уплотнённых чётковидных корневищ *Posidonia*, длина сохранившихся участков достигает 10–12 см. Эти корневища состоят из междоузлий – члеников, 4–5 мм длины и 6–9 мм ширины. Сегменты корневищ – трапециевидной формы, сужены у нижнего конца и расширены у верхнего (табл. I, 7). Ширина члеников может превышать длину. У верхнего края члеников заметны круговые рубцы, охватывающие корневище. Могут быть заметны круглые рубчики от отпавших корешков, а также более крупные рубцы на корневище, соответствующие его ответвлениям. Автором собраны фитолеймы ‘морских трав’ из нескольких палеогеновых местонахождений длиной 3,5 км на правом берегу Днепра между деревнями Новые и Старые Петровцы (Vickulin et al., 1995a, b), в 20 км севернее Киева, из олигоценых глин в морских отложениях межгорской свиты. Фитолеймы листьев лишены устьиц, но одновременно с этим имеют толстую кутикулу (2,0–2,5 мкм), в которой обнаружены редкие поры: 0,1–1,0 мкм в диаметре (табл. II, 1–3). ‘*Zostera*’ *kiewiensis* Schmalh. из нижнего олигоцена Киевского Приднепровья, исследованная более 130 лет назад первым русским палеоботаником И. Ф. Шмальгаузеном (1884) под световым микроскопом, при последующем изучении с помощью электронных сканирующего и трансмиссионного микроскопов (Vickulin et al., 1995), оказалась имеющей ксероморфные ультраструктурные признаки строения кутикулы и наружной клеточной стенки эпидермы листа (табл. III, 1–6). Вместе с тем, типичные признаки морских цветковых растений (sea-grasses): ремневидные листья, лишённые трихомных структур, полное отсутствие устьиц, с одинаковым мелкоклеточным строением верхней и нижней эпидерм, позволяют высказать предположение, что олигоценое водное однодольное растение ещё сохраняло признаки начального приспособления к морской водной среде: внешние признаки были характерны для гидатофитов, а внутренние структуры пока сохраняли некоторые ксероморфные черты современных наземных представителей аридных зон: характерные, например, для различных видов солянок и маревых (Polić et al., 2009; Kim and Park, 2010).

В конце палеогена эпиконтинентальные моря пери-Тетиса преобразуются во внутренний эстуарный бассейн с замкнутой системой течений. На суше в это время формируется единый широтный суб-аридный пояс с жёстколиственными буковыми лесами, от областей юга западной Европы через Украину – Южный Урал на юго-восток Сибирской плиты (Ахметьев и др., 2010). Происходит опреснение поверхностных вод этих водоёмов, что приводит к формированию локально обширных ‘азолловых слоёв’, например, в позднеэоценовых солоноватоводных отложениях чеганской свиты северо-западного Казахстана и её аналогов в Западной Сибири (табл. III, 1–3). Примечательно, что ископаемые макроостатки водного папоротника, описанные А. Н. Криштофовичем (1952), как *Azolla vera* имеют местное происхождение, и их репродукция не могла происходить в водах с солёностью выше 5,5‰. Предположительно, обнаруженные вегетативные остатки принадлежат секции *Rhizosperma*,

близкой по морфологии перистости веточек к современному виду *A. pinnata* R. Br. из Юго-Восточной Азии, Австралии и Африки. Своими размерами ископаемый вид водного папоротника *Azolla* превосходит размеры нильского вида *A. nilotica* De Caisne.

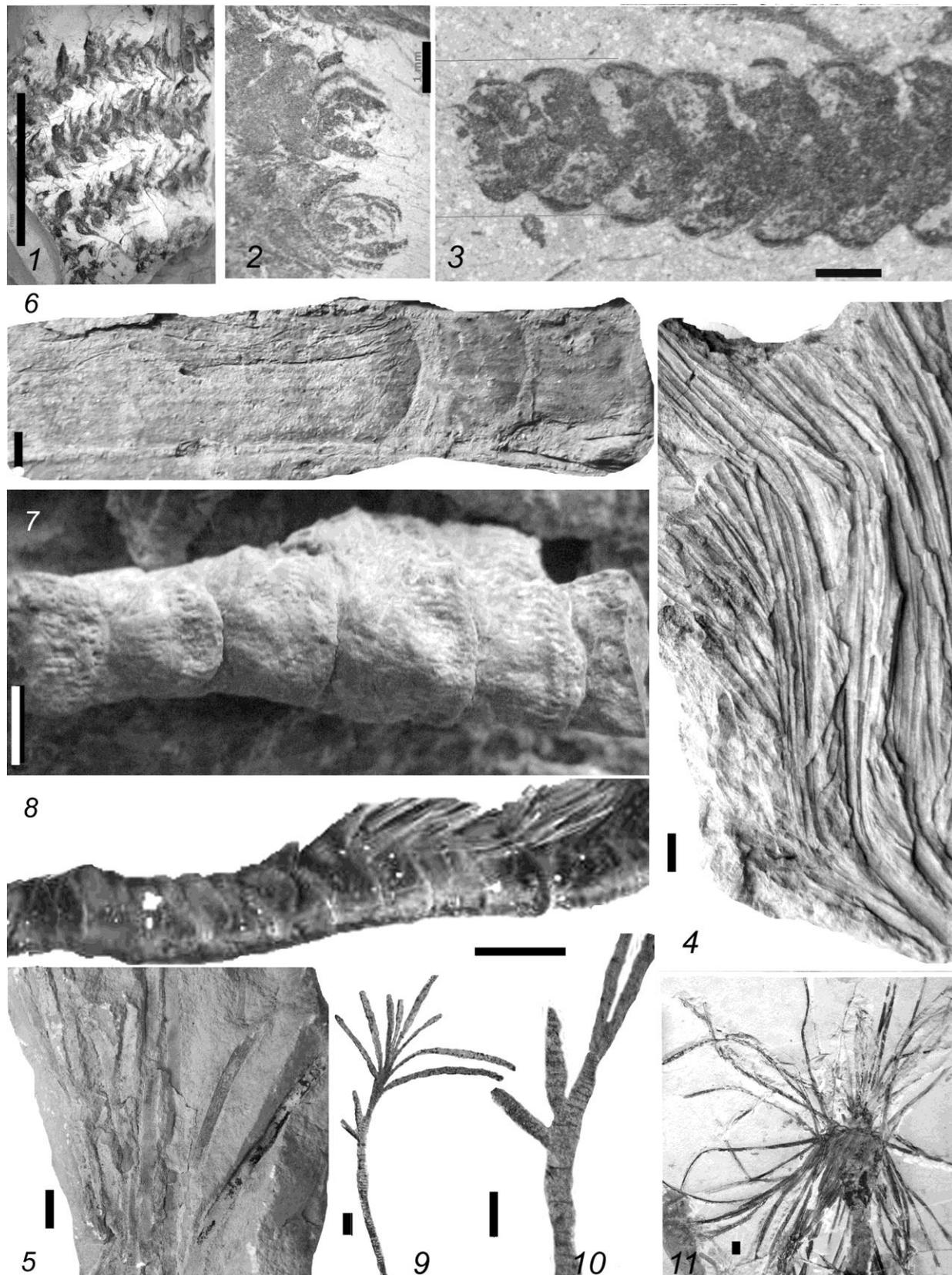


Таблица I. Макрофиты северного пери-Тетиса: ранний палеоген западной Евразии. 1–3 – Вегетативные побеги водного папоротника *Azolla vera* Kryshch., чеганская свита, поздний эоцен, северо-западный Казахстан, колл. И. В. Васильев, ВСЕГЕИ. 1 – стерильные, 2, 3 – с сорусами; 4, 5, 7 – *Posidonia parisiensis* (Brongn.) Fritel из различных эоценовых местонахождений: 4 – *P. parisiensis*: Шевелево, Курская обл., ул. Москва, у колонки,

внизу – овраг, левый берег речки Каменка, колл. С. В. Викулин, С. Г. Жилин, 18 VII 1983; 5 – *P. parisiensis*: отпечатки листьев, Парижский бассейн, Музей Естественной Истории, Париж; 7 – *P. parisiensis*, четковидные сегментированные корневища, восточный склон Урала, берег р. Колчеданки, нижний эоцен, колл. ЦНИГР музей, сборы С. Д. Архангельского, 1937; этот вид типичен для эоцена Парижского бассейна; 6 – *Zostera kiewiensis* Schmalh: корневище с отпечатками листовых следов, историческая коллекция И. Ф. Шмальгаузена, нижний олигоцен, межигорская свита, окрестности Киева, Геологический Музей, Киев, фото: С. В. Викулин; 8 – *Posidonia oceanica* (L.) Delile: современный средиземноморский вид, четковидное сегментированное корневище; 9 – *Z. kiewiensis*: сегментированное корневище, видны ‘листовые следы’, нижний олигоцен, межигорская свита, Новые Петровцы, Киевская обл., колл. И. Ф. Шмальгаузена, Геол. Музей, Киев; 10–12 – *Z. kiewiensis*, лист и его мелкоячеистый эпидермис под световым и сканирующим микроскопом, то же, Новые Петровцы, Киевская обл., колл. БИН РАН, сборы автора; 13, 14 – *Cymodoceites parisiensis* Bureau: нижний эоцен, Monte Volca, Италия, колл. геол. музея, Падуя; 15. Морское однодольное *Halochloris cymodoceoides* Ung., нижний эоцен, Monte Volca, Италия, колл. геол. музея, Падуя. Масштабная линейка: 1, 4, 5, 7–11 – 1 см; 2, 3, 6 – 1 мм.

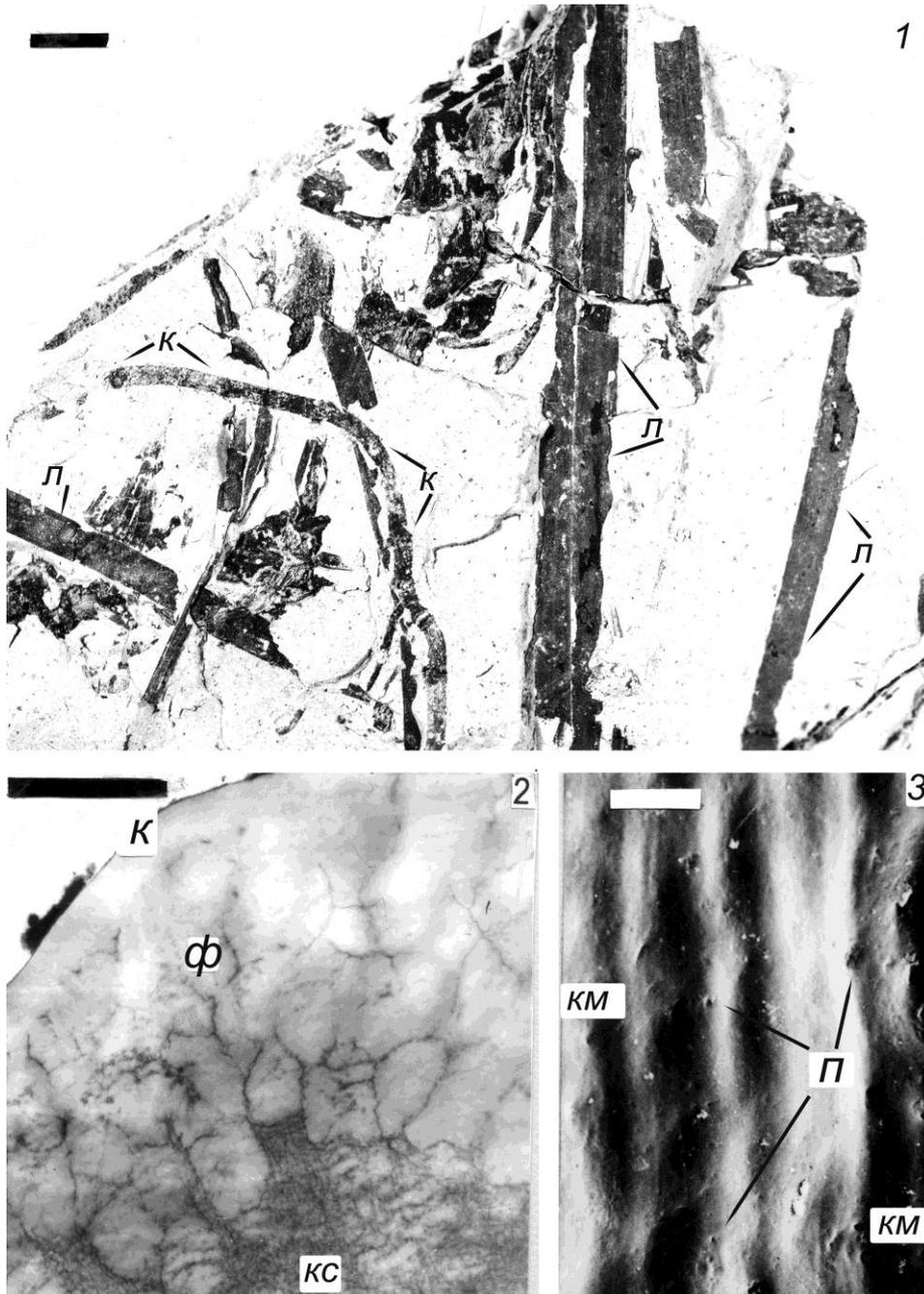


Таблица II. Ископаемая *Zostera kiewiensis* Schmalh. (1–3), межигорская свита, нижний олигоцен, Новые Петровцы, Киевская обл. 1 – листья и корневище; 2 – клеточная стенка эпидермиса, поперечный срез, трансмиссионный электронный микроскоп, фото: О. В. Яковлева; 3 – наружная поверхность листа. Условные обозначения: л – лист, к – корневище, к – кутикула, ф – фибриллы, кс – клеточная стенка, км – отмацерированная кутикулярная поверхность листа, п – микропоры. Масштабная линейка: 1 – 1 см; 2 – 1 мкм; 3 – 10 мкм.

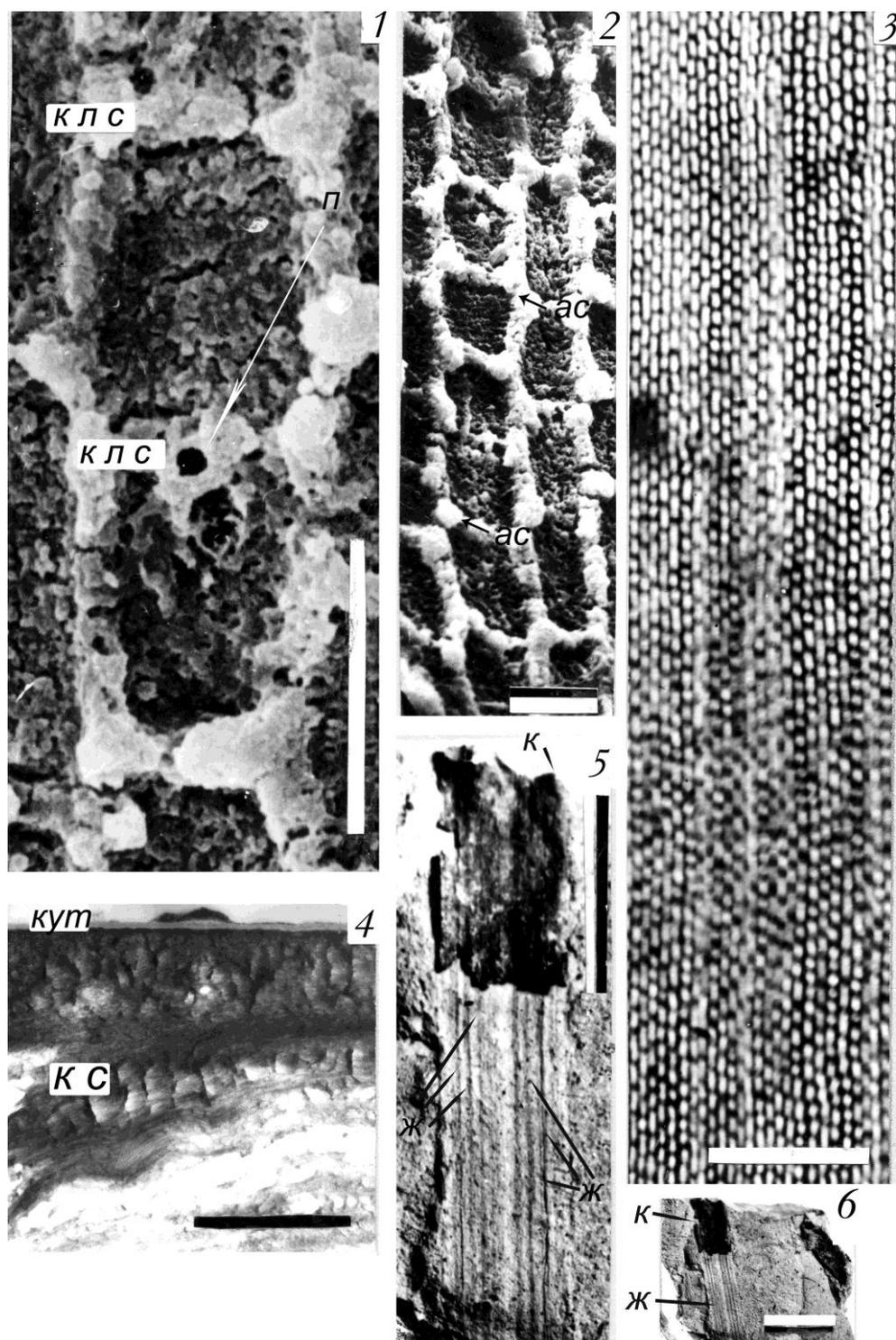


Таблица III. Ископаемая *Zostera kiewiensis* Schmalh. и современная ‘морская трава’ *Enhalus acoroides* (L.) Royle (сем. *Hydrocharitaceae*). 1–3 – *Zostera kiewiensis*: поверхность листа, эпидермис под микроскопом – сканирующим электронным (1,2) и световым (3). 1–2: периклиальная поверхность клеток эпидермиса – вид изнутри; 4 – ‘морская трава’ *Enhalus acoroides* – поперечный срез листа, трансмиссионный электронный микроскоп, фото: О. В. Яковлева, БИН; 5, 6 – *Z. kiewiensis* – отпечаток листа с сохранившимся линейным жилкованием и фрагментом фитолеймы листа. Условные обозначения: *к л с* – клеточная стенка, *ас* – антиклиальная стенка, *кут* – кутикула, *к с* – клеточная стенка, *к* – кутикулярная мембрана – ископаемый остаток самого листа, *ж* – жилки, *к* – фитолейма со структурно сохранившейся клеточной стенкой и кутикулой. Масштабная линейка: 1, 2 – 10 мкм; 3 – 0,01 мм; 4 – 1 мкм; 5, 6 – 1 см.

Список литературы

- Ахметьев М. А., Беньямовский В. Н. Палеоцен и эоцен российской части Западной Евразии // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2006. Т. 14. №1. С. 54–78.
- Ахметьев М. А., Запорожец Н. И., Яковлева А. И., Александрова Г. Н., Беньямовский В. Н., Орешкина Т. В., Гнибиденко З. Н., Доля Ж. А. Сравнительный анализ разрезов и биоты морского палеогена Западной Сибири и Арктики // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2010. Т. 18. №6. С. 78–103.
- Криштофович А. Н. Находка эоценовой *Posidonia + arisiensis* на восточном склоне Урала // Изв. Акад. Наук СССР. Сер. Геол. М., 1938. Т. 3. С. 405–408.
- Криштофович А. Н. Водяной папоротник *Azolla* в третичных отложениях Сибири // Тр. ВСЕГЕИ. 1952. С. 190–193.
- Тахтаджян А. Л. Основные фитоохории позднего мела и палеоцена на территории СССР и сопредельных стран // Бот. журн. 1966. Т. 51, №9. С. 1217–1230.
- Шмальгаузен И. Ф. Материалы к третичной флоре Юго-Западной России. Киев, 1884. 144 с.
- Bureau E. Etudes sur une plante phanerogame (*Cymodoceites parisiensis*) de l'ordre des Naiadees, qui vivait dans les mers de l'epoque Eocene // Compt. Rendu. Sc. Acad. Sciences 1866. Vol. 102. No 4. P. 191–193.
- Fritel P.-H. Etude sur les vegetaux fossiles de l'etage Sparnacien du Bassin de Paris // Mem. Soc. Geol. France, Palaeontol. 1910. Vol. 40. P. 1–37.
- Giusberti L., Roghi G., Martinetto E., Fornasiero M., Simonetto L. The Palaeogene flora of northern Italy // 'Palaeobotany of Italy': Kustatscher et al., eds. / Naturmus. Sud Tirol. 2014. P. 206–231.
- Gregor H. J. Erstnachweis von Seegrass-Resten (*Posidonia*) im Oberen Eozan der Nordlichen Kalkalpen bei Hallthurm // Documenta naturae. 2003. Vol. 148. P. 1–19.
- Kim I. S. and Park S. Ultrastructural Characteristics of Three Chenopod Halophytes Lacking Salt Excretion Structures // Journ. Plant Biol. 2010. Vol. 53. No. 4. P. 314–320.
- Moissette P., Koskeridou E., Corne J.-J., Guillocheau F., Lecuyer C. Spectacular preservation of seagrasses and seagrass-associated communities from the Pliocene of Rhodes, Greece // Palaios. 2007. Vol. 22. P. 200–211.
- Polić D., Luković J., Zorić L., Boža P., Merkulov L., Knežević A. Morpho-anatomical differentiation of *Suaeda maritima* (L.) Dumort. 1827. (*Chenopodiaceae*) populations from inland and maritime saline area // Centr. Europ. Journ. Biol. 2009. Vol. 4. No. 1. P. 117–129.
- Stockmans F. Vegetaux Eocenes des environs de Bruxelles // Mem. Mus. Royal d'Hist. Nat. Belg. 1936. Vol. 76. P.1–56.
- Vickulin S. V., Zhilin S. G., Yakovleva O. V., Phillips R. C. Early Oligocene seagrass zosteroid leaves from the western part of the Russian Plain // Бот. журн. 1995a. Т. 80, № 1. P. 3–10.
- Vickulin S. V., Yakovleva O. V., Zhilin S. G. Xeromorphic features of the leaves of seagrass *Zostera kiewiensis* Schmalh. (Early Oligocene, the Ukraine) // Paleontol. Journ. 1995b. Vol. 29. No. 2A. P. 148–158.
- Vikulin S. V., Bystriakova N., Schneider H., Jolley D. Plant macrofossils from Boltysch crater provide a window into early Cenozoic vegetation // Geol. Soc. Amer. Special Papers. 2014. Vol. 505. P. 147–169.

А. Н. Ефремов¹, А. В. Филоненко², Ц. Тома³

К вопросу о структуре генеративных органов представителей рода *Hydrocharis* L. (*Hydrocharitaceae*)

¹Омский государственный педагогический университет
644009 Россия, г. Омск, наб. Тухачевского, 14. E-mail: stratiotes@yandex.ru

²Московский государственный педагогический университет
119571 Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 88. E-mail: avfilonenko@yandex.ru

³Университет Казимира Великого. Польша, Быдгощ. E-mail: cezarytoma@poczta.onet.pl

Род *Hydrocharis* L. (*Hydrocharitaceae* Juss.) обычно рассматривают в рамках подсемейства *Hydrocharitoideae* Eaton (Angiosperm..., 2008). Отличительными особенностями подсемейства являются дифференциация листа на черешок и листовую пластинку, моноэция. Мужские цветки представителей *Hydrocharitoideae* имеют (3)6–12(18) тычинок и пистиллодий. Женские цветки со стаминодиями, карпеллы базально асцидиатные, в числе 3–9, стенка завязи секретирующая, с содержащими танин клетками (Cook, 1996; Ingersheim et al., 2001; Angiosperm..., 2015). Наибольшее филогенетическое сходство, основанное на молекулярно-генетических и морфологических данных, *Hydrocharis* обнаруживает с родом *Limnobium* Rich (Cook, 1996; Tanaka et al., 1997; Les, 2006; Angiosperm..., 2015). Наличие плавающих листьев и некоторых примитивных признаков (таких, как полимерность элементов цветка) позволяет рассматривать *Hydrocharitoideae* как сестринскую группу по отношению к остальной части семейства. Различия связаны преимущественно с флоральной биологией, в отличие

от энтомофильных цветков *Hydrocharis*, цветки *Limnobium* адаптированы к анемофилии (Tanaka et al., 1997). Дивергенция *Hydrocharis* и *Limnobium* произошла, вероятно, в миоцене (Chen et al., 2012).

Род *Hydrocharis* распространён в тропических и умеренных регионах Старого Света и включает 3 географически изолированных вида. *H. chevalieri* (De Wild.) Dandy произрастает в западных районах Центральной Африки. *H. dubia* (Blume) Backer приурочен к юго-восточной Азии, он также сформировал достаточно обширный вторичный ареал на восточном побережье Австралии. *H. morsusranae* L. широко распространён в Европе и Центральной Азии, как инвазионный вид встречается в Северной Америке (район р. Святого Лаврентия) (Cook, Lüönd, 1982; Bean, 2011).

Изучению структуры генеративных органов представителей рода *Hydrocharis*, равно как и других представителей *Hydrocharitaceae*, посвящено достаточно много специальных работ (Kaul, 1968; Serbanescu-Jitariu, 1972; Cook, Lüönd, 1982; Scribailo, Posluzny, 1985; Toma, 2008; Измест'ева, Оди́цова, 2010; Igersheim et al., 2001; Филоненко и др., 2014). Несмотря на пристальное внимание со стороны исследователей остаётся ряд дискуссионных моментов. Так, до сих пор нет единого мнения о типе гинецея *Hydrocharis*, немногочисленны данные о строении плодов и семян. По мнению одних авторов, гинецей *Hydrocharis* апокарпный (Troll, 1931), по мнению других, – паракарпный (Тахтаджян 1966, 1987; Бобров и др., 2009), по мнению третьих, – синкарпный (Kaul, 1968; Serbanescu-Jitariu, 1972; Измест'ева, Оди́цова, 2010). Характер структурных взаимосвязей цветоложа и гинецея в семействе сложен и требует специальных исследований, что неоднократно указывалось ранее (Тахтаджян 1966; Cook, Lüönd, 1982; Измест'ева, Оди́цова, 2010).

Настоящая работа представляет собой попытку критического анализа литературных и оригинальных данных по морфологии и анатомии генеративных органов представителей рода *Hydrocharis*. Некоторые сведения по морфологии и анатомии гинецея и плода *H. morsusranae* и *H. dubia* были рассмотрены нами ранее (Филоненко и др., 2014). Изучение проводилось на свежем и фиксированном в жидких средах материале, в соответствии со стандартными анатомическими методиками и техниками (O'Brien, McCully, 1981; Барыкина и др., 2004). При изучении отдельных морфологических особенностей существенное внимание уделено также и гербарным коллекциям BP, FI, MW, VLA, W.

В целом для представителей рода *Hydrocharis* характерны крупные (3–5 см в диаметре) трёхчленные энтомофильные раздельнополые цветки, хотя у *H. morsusranae* и *H. dubia* изредка встречаются и обоеполые. Соцветия мужских цветков из (1–)2–4(–6) цветков, на длинных цветоножках, собранных в пределах покрывала, состоящего из двух свободных прицветников, имеются также и многочисленные мелкие прицветнички. У *H. morsusranae* прицветники 1,0–1,2 см длиной, у остальных видов более крупные 1,5–3,0 см (у *H. chevalieri* иногда до 4 см). Женские соцветия одноцветковые, на более коротком цветоносе, покрывало из 1 прицветника. Цветение продолжается всего один день и вне зависимости от того, произошло опыление или нет, в конце дня цветоножки изгибаются и цветок погружается в воду. Дальнейшее развитие плодов протекает в воде; срок созревания плодов у *H. morsusranae* составляет 4–6 недель (Scribailo, Posluzny, 1985).

Результаты аналитического обобщения данных по структурной биологии генеративных органов представителей рода *Hydrocharis*, основанные на литературных (Kaul, 1968; Serbanescu-Jitariu, 1972; Cutling et al., 1982; Cook, Lüönd, 1982; Symones, 1984; Scribailo, Posluzny, 1985; Cook, 1996; Toma, 2008; Измест'ева, Оди́цова, 2010; Филоненко и др., 2014; Angiosperm..., 2015; Qingfeng et al., 2015) и авторских данных, приведены в таблице.

Околоцветник *Hydrocharis* схож у цветков обоих типов. Чашечка раздельнолистная, чашелистики в числе 3, яйцевидные (более удлинённые у *H. chevalieri*), значительно короче лепестков, белые, зеленоватые, желтовато-зеленоватые, с красноватыми пятнами или без них. Венчик раздельнолепестный из 3 лепестков, от почти округлых до широко яйцевидных и эллиптических (у *H. morsusranae* иногда с выемкой или зубчатый на верхушке), чаще белые и желтоватые лишь в основаниях, реже – желтовато-белые (*H. dubia*, *H. chevalieri*), рано опадающие (рис. а, с, е). У *H. dubia* адаксиальная поверхность основания лепестков несет папиллы (Cook, Lüönd, 1982; Symones, 1984).

Андроцей мужского цветка состоит из 4–6 чередующихся кругов, число фертильных тычинок варьирует, элементы андроцея нерегулярно сростаются в основании (рис. а, с, е). Внешние элементы фертильные (наиболее часто их 6–12), внутренние – стерильные (в числе 3–9). Наблюдается широкий спектр переходов от типичных фертильных тычинок к секретирующим стаминодиям и нектарникам (рис. b, d, f). Пыльники 4-гнездные, вскрывающиеся с боков. Пыльцевые зерна безапертурные сферические, с шипиками или без (Cook, Lüönd, 1982; Symones, 1984).

Таблица. Некоторые характерные особенности генеративных органов представителей рода *Hydrocharis*

Признак	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	<i>Hydrocharis dubia</i>	<i>Hydrocharis chevalieri</i>
Околоцветник	Чашелистики 4–6 × 2–4 мм. Лепестки 9–19 × 5–12 мм (10–15 мм длиной у тычиночного цветка).	Чашелистики 5–7 × 3 мм. Лепестки 10–15 мм длиной (13–15 мм у тычиночного цветка), адаксиальная поверхность с папиллами в основании.	Чашелистики 8–16 × 5 мм. Лепестки 15–32 мм длиной.
Андроцей тычиночного цветка	Тычинок 9–12(15). Элементы андроцея в 4 кругах, внешние 2 круга фертильные, внутренние – частично стерильные.	Тычинок 12–15. Элементы андроцея в 5 кругах, 3 внешних круга фертильные, элементы 1-го круга свободные.	Тычинок 12–18. Элементы андроцея в 6 кругах. 3 внешних круга обычно фертильны, элементы 4-го круга частично стерильные.
Андроцей пестичного цветка	Стаминодиев 6–9. Стаминодии внешнего круга линейные, простые или ветвящиеся.	Стаминодиев 6, нектарников 3. Стаминодии внешнего круга линейные, полностью расщепленные к основанию.	Стаминодиев обычно 6. Стаминодии внешнего круга линейные, простые, внутреннего – секретирующие нектар.
Гинецей	Нижний гексамерный гемипаракарпный. Рыльца до 5 мм длиной, разделённые на 1/2–2/3 их длины.	Нижний гексамерный гемипаракарпный. Рыльца до 5 мм длиной, разделённые на 1/3–3/4 их длины.	Нижний гексамерный. Рыльца двулопастные.
Плод	Нижние гексамерные гемипаракарпные ягоды, 4–10 × 4–7 мм, коричневые, темно-зелёные, бугорковатые.	Нижние гексамерные гемипаракарпные ягоды, 6–10 × 7 мм, от сферических до яйцевидных, бугорковатые.	Нижние гексамерные, 20 × 6 мм, продолговато-эллиптические.

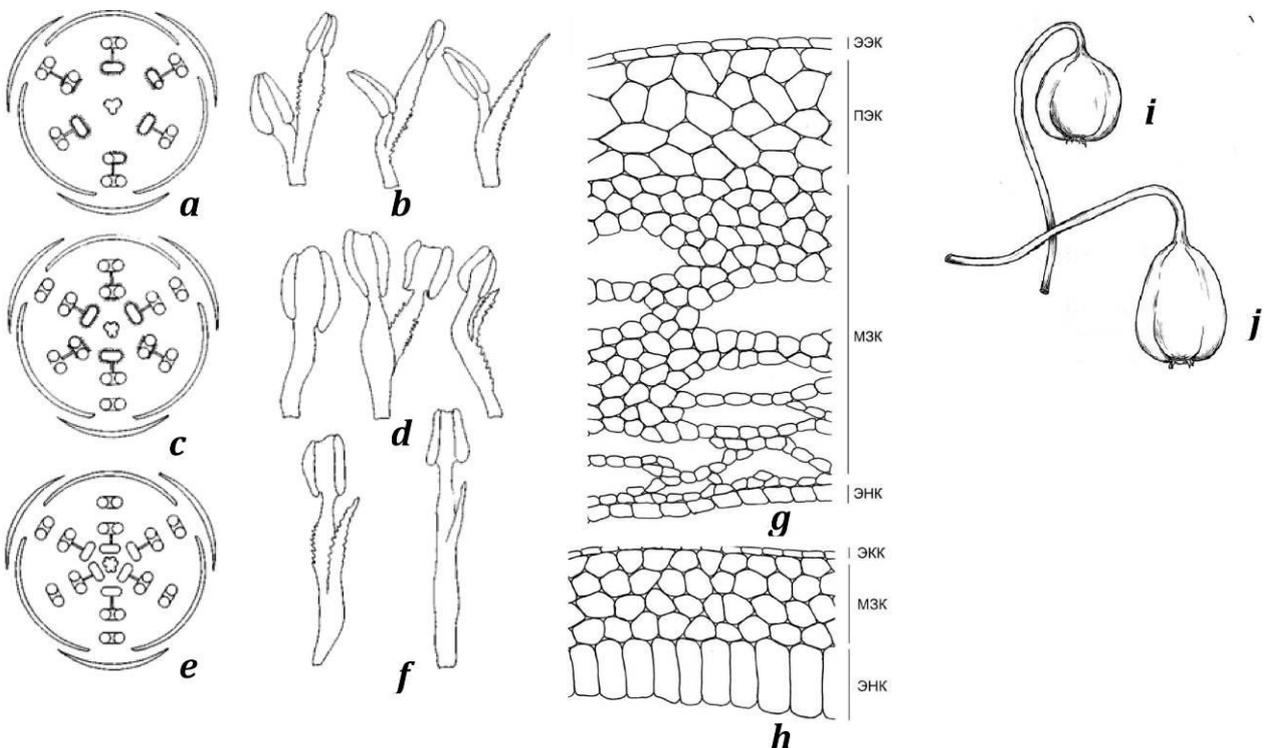


Рисунок. a, b, i – *Hydrocharis morsus-ranae*; c, d, g, h, j – *H. dubia*; e, f – *H. chevalieri*; a, c, e – диаграмма мужского цветка; b, d, f, – тычинки различных кругов андроцея; g – поперечный срез стенки плода; h – поперечный срез септы плода; i, j – общий вид плода (Cook, Löönd, 1982; Филоненко и др., 2014, с изм.). Условные обозначения: МЭК – мезокарпий, ПЭК – паренхима экстракарпеллярной части стенки плода, ЭКК – экзокарпий, ЭНК – эндокарпий, ЭЭК – эпидерма экстракарпеллярной части стенки плода.

Андроцей женского цветка образован 2 кругами стерильных стаминодиев; внутренний круг из 3 выемчатых нектарников, внешний круг из простых, раздвоенных или полностью расщепленных стаминодиев. Общее число элементов 3–6 (Cook, Löönd, 1982; Symones, 1984).

Гинецей *Hydrocharis morsus-ranae* и *H. dubia* располагается на дне вогнутого кубышковидного цветоложа. Такое цветоложе характерно только для женских цветков, вероятно, именно с этим связаны разночтения в вопросе о положении завязи как *Hydrocharis*, так и других представителей семейства (Kaul, 1968; Cutling, Dore, 1982; Cook, 1998). Представление о наличии гипантия у цветка *Hydrocharis* (Тахтаджян 1966; Scribailo, Posluzny, 1985) следует считать ошибочным (Cook, Löönd, 1982; Филоненко и др., 2014).

В типичном случае гинецей образован 6 карпеллами, погруженными на $\frac{3}{4}$ или более в цветоложе. Каждый плодолистик несёт двулопастное рыльце. В основании гинецея отчётливо выявляется 6 изолированных гнёзд завязи, септы образованы тканями сросшихся соседних латеральных стенок карпелл. С позиции теории пельтатного плодолистика, данная зона является синасцидиатной (для *H. morsus-ranae* см.: Измест'ева, Оди́цова, 2010). Выше располагается симпликатная зона, структурно соответствующая паракарпному гинецею. Здесь выявляются 6 самостоятельных септ, образующих единое гнездо завязи, разделённое на компартменты. Традиционно при карпологических исследованиях срезы выполняются именно в средней части плода, вероятно, поэтому большинство авторов описывает именно такую структуру гинецея и плода *Hydrocharis* (Igersheim et al., 2001; Toma, 2008; Измест'ева, Оди́цова, 2010). В месте перехода завязи в столбик, вновь выявляются 6 изолированных гнёзд, но срастание наблюдается только в районе вентральных швов, что соответствует асимпликатной зоне. Все зоны гинецея, кроме асимпликатной, несут ортотропные семязачатки, в числе 40–50, плацентация ламинально-диффузная (Cook, 1996; Igersheim et al., 2001). Основываясь на вышеизложенных фактах, гинецей *Hydrocharis* следует рассматривать как нижний гексамерный гемипаракарпный (Филоненко и др., 2014).

Стоит отметить, что в мужских цветках *Hydrocharis* имеется трёхлопастной пистиллодий, с 2–3 рыльцевидными придатками или не имеющий таковых (Cook, Löönd, 1982).

Развитие плодов сопровождается постепенной деструкцией околоцветника и лопастного рыльца и одновременно срастанием тканей цветоложа с карпеллами. Результатом таких преобразований является нижний плод, сидящий на длинной плодоножке (рис. *i, j*). На поперечном срезе плод сохраняет структуру аналогичную таковой у гинецея. В верхней части обнаруживается 6 изолированных гнёзд, при этом все пространство между гнёздами заполнено слизистым секретом. Стенка плода *Hydrocharis* сформирована тканями разросшегося цветоложа (экстракарпеллярная часть) и тканями плодолистиков (карпеллярная часть) (рис. *g, h*). Экстракарпеллярная часть стенки плода представлена однослойной эпидермой (Toma, 2008). У *H. morsus-ranae* клетки эпидермы более мелкие и более вытянутые вдоль оси плода, по сравнению с *H. dubia*. Под эпидермой залегают 3–5 слоёв изодиаметрической паренхимы, в основании и в верхней части – до 10 слоёв клеток. В толще паренхимы мезокарпия залегают 6 крупных дорзальных проводящих пучков карпелл и множество более мелких (Toma, 2008; Измест'ева, Оди́цова, 2010). Число слоёв клеток паренхимы мезокарпия не превышает 10, в зрелых плодах в этой зоне имеется сильно развитая сеть крупных межклетников и точно определить число слоёв затруднительно. Эндокарпий представлен однослойной эпидермой, выстилающей внутреннюю поверхность гнёзд плода. Истинный экзокарпий – ткань, производная наружной эпидермы карпелл, обнаруживается на небольших участках свободных краёв несросшихся карпелл в верхней части плода. При созревании плодов происходит разрушение покровных тканей и в аэренхиму мезокарпия проникает вода, что вызывает набухание слизей и также способствует разрыву стенки и высвобождению семян.

Плоды *Hydrocharis* неоднократно предлагали рассматривать как ягоды или как ягодообразные (Cronquist, 1968; Takhtajan, 1997). Учитывая способность плодов *Hydrocharis* к своеобразному вскрытию было предложено определять их как ягодовидные коробочки (Cook, Löönd, 1982), что нельзя назвать удачным решением. В соответствии с морфогенетической классификацией плодов (Бобров и др., 2009) наиболее целесообразно рассматривать их как нижние гексамерные гемипаракарпные ягоды (Филоненко и др., 2014). У *H. chevalieri* анатомия стенки плода требует детального изучения.

Семена широкоэллиптические, 1–1,3 мм длиной (не описаны у *H. chevalieri*), их поверхность покрыта мягкими, бугорчатыми, 1–3-клеточными, неравномерно утолщёнными выростами экзотесты (Cook, Löönd, 1982; Scribailo, Posluzny, 1985).

Таким образом, генеративные органы *Hydrocharis* показывают широкий спектр морфологических адаптаций, обусловленных энтомофилией. Первые данные по морфологии и анатомии гинецея и

плода *H. cheuallieri* подтверждают единообразие структурных преобразований генеративных органов в пределах рода *Hydrocharis* и при этом некоторую обособленность данного вида.

Список литературы

- Барыкина Р. П., Веселова Т. Д., Девятков А. Г. и др. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М.: Изд. Моск. ун-та, 2004. 312 с.
- Бобров А. В., Меликян А. П., Романов М. С. Морфогенез плодов Magnoliophyta. М.: Либроком, 2009. 286 с.
- Ізмест'єва С. В., Одінцова А. В. Прорівняльна морфологія гінцея *Stratiotes aloides* L. і *Hydrocharis morsus-ranae* L. (*Hydrocharitaceae*) // Біологічні Студії. 2010. Т. 4. №1. С. 115–122.
- Филоненко А. В., Ефремов А. Н., Тома С. К вопросу о структуре гинцея и плода представителей рода *Hydrocharis* L. (*Hydrocharitaceae*) // Карпология и репродуктивная биология высших растений. Материалы II Всерос. науч. конф., посвящ. памяти проф. А. П. Меликяна. М.: ООО «Астра-Полиграфия», 2014. С. 145–150.
- Тахтаджян А. Л. Система и филогения цветковых растений. М.–Л.: Наука, 1966. 611 с.
- Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов. Л.: Наука, 1987. 438 с.
- Angiosperm Phylogeny Website, version 13. URL: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> (дата обращения: март 2015).
- Bean A. R. Remove from marked records *Hydrocharis dubia* (Blume) Backer (*Hydrocharitaceae*) is an alien species in Australia // *Austrobaileya*. 2011. Vol. 8, № 3. P. 435–437.
- Chen L.-Y., Chen J.-M., Gituru R. W., Wang Q.-F. Generic phylogeny, historical biogeography and character evolution of the cosmopolitan aquatic plant family *Hydrocharitaceae* // *Evolutionary Biology*. 2012. 12:30. doi: 10.1186/1471-2148-12-30 Режим доступа: <http://www.biomedcentral.com/1471-2148/12/30> (дата обращения: 30.03.2015).
- Cook C. D. K. Aquatic plant book. Amsterdam: SPB Academic Publishing, 1996. 228 p.
- Cook C. D. K., Lüönd R. A revision of the genus *Hydrocharis* (*Hydrocharitaceae*) // *Aquatic Botany*. 1982. Vol. 14. P. 177–204.
- Cronquist A. The evolution and classification of flowering plants. London, 1968. 396 p.
- Cutling P. M., Dore W. G. Status and identification of *Hydrocharis morsus-ranae* and *Limnobium spongia* (*Hydrocharitaceae*) in the northeastern North America. // *Rhodora*. 1982. Vol. 84. P. 523–545.
- Igersheim A., Buzgo M., Endress P. K. Gynoecium diversity and systematic in basal monocots // *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2001. Vol. 136, Is. 1. P. 1–65
- Kaul R. B. Floral morphology and phylogeny in the *Hydrocharitaceae* // *Phytomorphology*. 1968. Vol. 18. P. 13–35.
- Les D. H., Moddy M. L., Soros C. L. Reappraisal of phylogenetic relationships in the Monocotyledon family *Hydrocharitaceae* (Alismatidae) // *Aliso*. 2006. Vol. 22. P. 211–230.
- O'Brien T. P., McCully M. E. The study of plant structure: principles and selected methods. Melbourne, 1981. 342 p.
- Qingfeng W., Youhao G., Haynes R. R., Hellquist C. B. *Hydrocharitaceae* // *Flora of China*. Vol. 23. P. 91–102. Режим доступа: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=10426 (дата обращения: март 2015).
- Scribailo R. W., Posluszny U. Floral development of *Hydrocharis morsus-ranae* (*Hydrocharitaceae*). // *American Journal of Botany*. 1985. Vol. 72, №10. P. 1578–1589.
- Serbanescu-Jitariu G. Contributions a la connaissance du fruit et de la germination de quelques representants da la famille des *Hydrocharitaceae* // *Bulletin de la Société D'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*. 1972. T. 63. Fasc. 1–2. P. 19–28.
- Symones J.-J. *Hydrocharis* Linné // *Florae du Cameroun*. Vol. 26. Yaoundé, 1984. P. 38–40.
- Takhtajan A. L. Diversity and classification of flowering plants. New York: Columbia University Press., 1997. 663 p.
- Tanaka N., Setoguchi H., Murata J. Phylogeny of the family *Hydrocharitaceae* inferred from rbcL and matK gene sequence data // *Journal of Plant Research*. 1997. Vol. 110. № 4. P. 329–337.
- Toма С. Studium karpologiczne gatunków z podklasy Alismatidae (rzęd Helobiae) występujących w Polsce. Poznań, 2008. 120 p.
- Troll W. *Hydrocharitaceae* // *Flora*. 1931. Bd. 25. № 3. S. 427–456.

Е. Ю. Зарубина
**Влияние уровня режима Новосибирского водохранилища на
продукцию водных и прибрежно-водных фитоценозов**

Институт водных и экологических проблем СО РАН
630090 Россия, г. Новосибирск, Морской просп., 2. E-mail: zeur11@mail.ru

Состояние и функционирование экосистемы водохранилища в значительной степени зависит от уровня режима, особенности которого проявляются в неестественных изменениях по сезонам года (быстроте подъёма и падения уровня воды и большом размахе колебаний), не характерных для природных водоёмов (Авакян, Ривьер, 2000). Уровнем режимом водохранилища также во многом определяется состав и продуктивность высшей водной и прибрежно-водной растительности, являющейся одним из основных компонентов гидробиоценозов.

В данной работе рассматривается воздействие продолжительности и интенсивности весеннего наполнения водохранилища, а также общей продолжительности стояния и превышения нормального подпорного уровня (НПУ) на характер высшей водной и прибрежно-водной растительности. С этой целью были проведены исследования видового состава и продуктивности водных и прибрежно-водных фитоценозов в верхней (Крутихинское мелководье) и нижней (Ирменское мелководье) частях Новосибирского водохранилища и в Бердском заливе в 2007–2008 и 2011–2014 гг. (Зарубина, 2014; Зарубина и др., 2014).

Новосибирское водохранилище, расположенное на р. Обь, – крупнейшее в Западной Сибири. Площадь его акватории составляет 1089 км², длина – около 180 км, средняя глубина – 8,2 м. Более 30% площади акватории занимают мелководья с глубинами до 5 м (Савкин, Двуреченская, 2014). Высшая водная и прибрежно-водная растительность распространена преимущественно в речных заливах и на защищённых заостровных мелководьях.

В момент наполнения Новосибирского водохранилища до НПУ (1957–59 гг.) на мелководье над затапливаемой поймой развивались свободноплавающие и погруженные растения (*Lemna minor* L., *Nymphoides peltata* S. G. Gmel., *Persicaria amphibia* (L.) S. F. Gray), *Ceratophyllum demersum* L., *Potamogeton lucens* L., *P. perfoliatus* L.) (Левадная, 1964; Павлова, 1961). По мере формирования берегов водохранилища в прибрежной полосе начали появляться высокотравные гелофиты (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud., *Scirpus lacustris* L., *Typha angustifolia* L.), имеющие мощную корневую систему, преимущественно вегетативное размножение, а, следовательно, и более устойчивые к колебаниям уровня воды (Березина, 1976).

Все эти виды встречаются в водохранилище и в настоящее время, при этом степень их распространения в значительной мере связана с гидрологическим режимом года. В маловодные годы (2007, 2008, 2011, 2012) (Савкин, Кондакова, 2014) доминируют амфибийные виды (*Persicaria amphibia*, *Sagittaria sagittifolia* L.) и виды, являющиеся индикаторами колебания уровня воды (*Potamogeton lucens*, *Myriophyllum spicatum* L., *Butomus umbellatus* L., *Scirpus lacustris*). Образую наземные и водные формы, они обеспечивают устойчивость и стабильность экосистемы водохранилища. В многоводные годы (2013–2014), напротив, отмечено массовое развитие эвтрофных видов, характерных для озёрных экосистем со стабильным уровнем воды (*Ceratophyllum demersum*, *Hydrilla verticillata* (L. fil.) Royle, *Potamogeton perfoliatus* и *P. pectinatus*).

Анализ зависимости величины образуемой макрофитами биомассы от сроков наполнения водохранилища и продолжительности второй фазы уровня режима (летней стабилизации уровня на отметке НПУ), показали, что чем выше интенсивность наполнения водохранилища и, соответственно, раньше дата достижения НПУ, тем выше величина биомассы макрофитов. И наоборот, чем продолжительнее период наполнения водохранилища, тем ниже биомасса макрофитов.

Так, наибольшие значения биомассы рогоза узколистного, тростника, роголистника и рдеста отмечены в 2007, 2011 и 2012 гг., когда сроки наполнения водохранилища до НПУ составляли от 28 до 50 дней, и, несмотря на маловодность, способствовали более ранней вегетации и высокой продуктивности макрофитов. Величина биомассы тростника, рогоза и камыша озёрного в эти годы соответствовала высоко эвтрофным водоёмам (табл. 1).

Нетипично длинный период наполнения водохранилища в 2013–2014 гг. (более 80 дней) и, соответственно, низкий уровень воды в начале вегетации явились причиной невысокой продуктивности сообществ воздушно-водных растений (рогоза узколистного и тростника) и, напротив, высокой – погруженных растений (гидриллы, рдеста пронзеннолистного).

Таблица 1. Биомасса доминирующих видов макрофитов Новосибирского водохранилища, г/м²

Доминирующие виды	1971–1972*гг.	2007 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Гидрофиты						
<i>Potamogeton lucens</i>	275	184	<u>168–1184</u> 370	<u>104–368</u> 193	–	–
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	<u>max 830</u> 256	<u>40–152</u> 96	<u>64–440</u> 226	480	<u>176–456</u> 316	<u>144–200</u> 172
<i>Ceratophyllum demersum</i>	920	992	<u>208–1192</u> 568	–	–	416
<i>Hydrilla + Ceratophyllum</i>	–	–	<u>188–904</u> 456	<u>416–612</u> 514	<u>656–1104</u> 880	<u>144–416</u> 256
Плейстофиты						
<i>Nymphoides peltata</i>	167	<u>120–400</u> 210	<u>48–152</u> 86	<u>68–248</u> 150	<u>72–184</u> 132	<u>64–264</u> 131
Гелофиты						
<i>Typha angustifolia</i>	924	1368	<u>704–1208</u> 842	<u>313,2–1224</u> 907	<u>480–1920</u> 936	<u>264–952</u> 559
<i>Phragmites australis</i>	<u>693–1610</u> 1258	840	<u>624–3920</u> 2103	<u>1209,6–1662</u> 1341	<u>696–1192</u> 909	<u>440–1464</u> 881

Примечание. В числителе min-max значение, в знаменателе – среднее по водохранилищу; *(по: Березина, 1976).

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между биомассой макрофитов и сроками наполнения Новосибирского водохранилища за 2007–2008 и 2011–2014 гг.

	Продолжительность наполнения, сут.	Интенсивность наполнения, см/сут.	Общая продолжительность стояния и превышения уровня НПУ, сут.
Крутихинское мелководье			
<i>Butomus umbellatus</i>	–0,45	0,56	0,84
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	–0,95	0,99	0,69
<i>Nymphoides peltata</i>	0,34	–0,49	–0,20
<i>Typha angustifolia</i>	–0,98	0,94	0,75
<i>Phragmites australis</i>	–0,98	0,94	0,75
Ирменское мелководье			
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	0,50	–0,37	0,01
<i>Nymphoides peltata</i>	–0,29	–0,07	–0,84
<i>Typha angustifolia</i>	–0,95	0,84	–0,99
<i>Phragmites australis</i>	–0,98	0,89	0,07
Бердский залив			
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	–0,75	0,47	–0,47
<i>Hydrilla + Ceratophyllum</i>	0,28	–0,35	–0,38
<i>Nymphoides peltata</i>	0,77	–0,83	–0,32
<i>Typha angustifolia</i>	0,22	0,22	0,20
<i>Phragmites australis</i>	–0,79	0,93	0,63

Полученные данные подтверждаются корреляционным анализом (табл. 2). Для основной акватории водохранилища характерна отрицательная корреляция биомассы воздушно-водных и погруженных растений с продолжительностью наполнения водохранилища (K_k –0,95 и –0,98) и положительная – с интенсивностью наполнения (K_k 0,84 и 0,94). Кроме того, высокие коэффициенты корреляции

ляции обнаружены между биомассой воздушно-водных растений в верхней части водохранилища и продолжительностью стояния уровня на НПУ (K_k 0,84 и 0,75). Для Бердского залива коэффициенты корреляции значительно ниже, что, вероятно, связано с меньшей амплитудой колебания уровня воды на этом участке водохранилища.

Таким образом, гидрологический режим оказывает существенное влияние на формирование доминантного комплекса и динамику биомассы макрофитов Новосибирского водохранилища: чем выше интенсивность наполнения водохранилища и, соответственно, раньше дата достижения НПУ, тем больше биомасса макрофитов, и, наоборот, чем продолжительнее период наполнения водохранилища, тем биомасса меньше.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 13-05-00937.

Список литературы

- Авакян А. Б., Ривьер И. К. Уровненный режим как фактор становления и функционирования экосистем водохранилищ // Водные ресурсы. 2000. Т. 27. № 4. С. 389–399.
- Березина Л. В. Высшая водная растительность // Биологический режим и хозяйственное использование Новосибирского водохранилища. Новосибирск, 1976. С. 36–50.
- Зарубина Е. Ю. Влияние гидрологического режима на динамику фитоценозов Новосибирского водохранилища // Современное состояние водных биоресурсов: материалы 3-й междунар. конф. Новосибирск, 2014. С. 53–55.
- Зарубина Е. Ю., Соколова М. И., Киприянова Л. М. Продукция высшей водной растительности Новосибирского водохранилища // Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища. Барнаул, 2014. С. 159–166.
- Левадная Г. Д. К характеристике фитопланктона мелководной зоны Новосибирской ГЭС // Водоросли и грибы Западной Сибири [Тр. ЦСБС. 1964. Вып. 8. Ч. 1.]. С. 35–42.
- Павлова Г. Г. Краткая характеристика растительности района Новосибирского водохранилища // Материалы по изучению природы Новосибирского водохранилища. Новосибирск, 1961. С. 141–161.
- Савкин В. М., Двуреченская С. Я. Ресурсные и водно-экологические проблемы комплексного использования Новосибирского водохранилища // Водные ресурсы. 2014. № 4. С. 456–465.
- Савкин В. М., Кондакова О. В. Уровненный режим водохранилища // Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища. Барнаул, 2014. С. 33–39.

О. А. Капитонова

Флора макрофитов Вятско-Камского Предуралья

ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»,
426011, г. Ижевск, ул. Университетская, 1,
ФГБУН «Тобольская комплексная научная станция УрО РАН»,
626152, Тюменская область, г. Тобольск, ул. имени Академика Юрия Осипова, 15.
E-mail: kapoa@udsu.ru

Флора макрофитов Вятско-Камского Предуралья (ВКП) насчитывает 376 видов водных и прибрежно-водных растений из 147 родов и 70 семейств. По числу видов доминирует отдел Magnoliophyta, в котором класс Magnoliopsida имеет небольшое численное преимущество над классом Liliopsida (табл.).

«Водное ядро» (ВЯ) рассматриваемой флоры, включающее 94 вида, составлено преимущественно покрытосеменными растениями. Среди цветковых явное лидерство принадлежит однодольным, охватывающим более 52% видового состава ВЯ, тогда как двудольным принадлежит лишь 29,79%. Иная ситуация наблюдается в прибрежно-водном (ПВ) компоненте, включающем 282 вида, из которых относятся к печёночникам, 26 – ко мхам, 3 – к хвощам, ещё 1 вид – к папоротникам, остальные – к покрытосеменным, причём к однодольным относится 37,23% видового состава, а Magnoliopsida содержит ровно половину состава ПВ растений.

Виды ВЯ флоры водоёмов ВКП объединяются в 30 родов и 21 семейство. Закономерно в этом списке лидирует семейство *Potamogetonaceae*, насчитывающее 38 таксонов видового ранга, включая 16 гибридов. Это же семейство является наиболее крупным по количеству видов в целом во всей рассматриваемой флоре. Следующие за ним семейства из состава ВЯ – *Nymphaeaceae* и *Ranunculaceae* –

Таблица. Систематический состав флоры водных макрофитов ВКП

Отделы, классы	Вся флора		«Водное ядро» флоры		Прибрежно-водный ком- понент флоры	
	число ви- дов	в %	число ви- дов	в %	число видов	в %
Algae:	11	2,93	11	11,70	0	0
- Chlorophyta	5	1,33	5	5,32	0	0
- Charophyta	6	1,60	6	6,38	0	0
Marchantiophyta	8	2,13	2	2,13	6	2,13
- Marchantiopsida	5	1,33	2	2,13	3	1,06
- Jungermanniopsida	3	0,80	0	0	3	1,06
Bryophyta:	29	7,71	3	3,19	26	9,22
- Sphagnopsida	3	0,80	1	1,06	2	0,71
- Bryopsida	26	6,91	2	2,13	24	8,51
Equisetophyta	3	0,80	0	0	3	1,06
Polypodiophyta	2	0,53	1	1,06	1	0,36
- Polypodiopsida	1	0,27	0	0,0	1	0,36
- Salviniopsida	1	0,27	1	1,06	0	0
Magnoliophyta	323	85,90	77	81,92	246	87,23
- Magnoliopsida	169	44,95	28	29,79	141	50,00
- Liliopsida	154	40,96	49	52,13	105	37,23
Всего:	376	100,0	94	100,0	282	100,0

более чем в 6 раз отстают от лидирующего семейства по числу видов (содержат по 6 видов). Тем не менее, определённый уровень видового богатства названных семейств обусловлен включением в их состав видов гибридного происхождения (*Batrachium* × *felixii* Соó, *Nuphar* × *spenneriana* Gaudin и *Nymphaea* × *borealis* E. Camus), а также эндемичных видов (*Batrachium algidum* Капитонова) и видов, популяции которых находятся в регионе близ южной (*Nuphar pumila* (Timm.) DC., *Nymphaea tetragona* Georgi) или северной (*Ranunculus polyphyllus* Walds et Kit. ex Willd.) границы области своего распространения, что, несомненно, обогащает рассматриваемую флору.

Насыщенность родов ВЯ видами составляет 3,13, что является довольно высоким значением для этого показателя и может свидетельствовать о происходящих на территории флоры процессах видообразования в пределах рассматриваемой группы растений (Толмачёв, 1974). В то же время невысокое значение соотношения видов и семейств (4,48) указывает на большую долю в составе флоры монотипных и маловидовых (2–3 вида) семейств, составляющих 61,9% от всего количества семейств ВЯ и охватывающих около четверти (24,47%) его видового состава. Показатель семейственно-родового соотношения составляет 1,43, что говорит о невысокой скорости насыщения ВЯ рассматриваемой флоры новыми родами, как за счёт автохтонных процессов, так и пополнения флоры адвентивными монотипными родами. Указанные характеристики свидетельствуют, с одной стороны, о наличии в составе водной флоры ВКП семейств, в пределах которых в настоящее время происходят активные процессы формообразования. К ним, прежде всего, следует отнести *Potamogetonaceae* – относительно молодое семейство, многие виды которого, входящие в состав рассматриваемой флоры, сформировались лишь в плейстоцене и в послеледниковое время. С другой стороны, значительного пополнения водной флоры ВКП новыми родами не происходит в силу известной «консервативности» водной среды, а также обширных ареалов многих видов гидрофильных растений (Кокин, 1982), хотя этот процесс все же наблюдается за счёт вхождения во флору макротермных видов. Так, за исторически короткий период времени гидрофильный компонент рассматриваемой флоры пополнился 4 адвентивными родами (*Elodea*, *Najas*, *Vallisneria*, *Zannichellia*), каждый из которых представлен на рассматриваемой территории 1 видом.

ПВ компонент флоры макрофитов ВКП включает 282 вида, объединённых в 121 род и 53 семейства. Наиболее представительным семейством является *Cyperaceae*, содержащее 35 видов из 7 родов. Как и в ВЯ флоры, в ПВ компоненте более половины всех семейств (58,49%) являются маловидовыми, однако на их долю приходится менее пятой части (17,45%) ПВ видов.

В семейственно-родовом спектре характерно лидирующее положение семейств *Poaceae*, объединяющего 17 родов, и *Asteraceae*, включающего 12 родов. Насыщенность семейств родами составляет 2,3. Это значение несколько выше аналогичного показателя в ВЯ флоры, что свидетельствует о

более активных процессах насыщения флоры родами, происходящими в прибрежных условиях по сравнению с водной средой жизни. Из 121 рода ПВ компонента флоры 92 (76%) являются маловидовыми, объединяя 41,99% (118 видов) всех ПВ видов макрофитов ВКП. В ПВ компоненте флоры насыщенность родов видами составляет 2,33, что показывает значительно менее интенсивные процессы видообразования в составе родов этого компонента по сравнению с ВЯ флоры. Тем не менее, процессы формообразования наблюдаются в наиболее прогрессивных родах, к которым следует отнести, прежде всего, *Carex*, *Salix*, *Juncus*, *Typha*, а также *Eleocharis*, *Epilobium*, *Ranunculus*, *Rorippa* и ряд других родов, содержащих относительно молодые виды, вошедшие в состав флоры лишь в последние геологические эпохи, а также таксоны гибридного происхождения.

Флора водных макрофитов ВКП включает 26 видов гибридного происхождения (6,92% от всего видового состава). Это не столь высокий показатель, если сравнивать его, к примеру, с флорой водоёмов и водотоков Среднего Поволжья, где гибридная составляющая равна 10,8% и представлена 51 гибридом из 473 видов, встречающихся в условиях водной среды на водоёмах и водотоках Среднего Поволжья (Папченков, 2001), или водным компонентом флоры Восточной Европы, в котором на долю гибридов приходится 15,6%, что соответствует 47 видам гибридного происхождения из 302 видов водных (гидрофитов) и прибрежно-водных (гелофитов и гигрогелофитов) видов (Папченков, 2005). Тем не менее, наличие гибридогенных видов в рассматриваемой нами флоре свидетельствует о процессах формообразования, протекающих под влиянием как природных, так и весьма разнообразных антропогенных факторов. Во флоре макрофитов ВКП наиболее многочисленны рдестовые гибриды (*Potamogeton* × *salicifolius* Wolfg., *P.* × *nerviger* Wolfg., *P.* × *acutus* (Fisch.) Papch., *P.* × *angustifolius* J. Presl., *P.* × *fluitans* Roth, *P.* × *nitens* Web., *P.* × *babingtonii* A. Benn., *P.* × *cognatus* Aschers. et Graebn., *P.* × *franconicus* Fisch., *P.* × *griffithii* A. Benn., *P.* × *prussicus* Hagstr., *P.* × *pseudolongifolius* Papch., *P.* × *sparganiifolius* Laest. ex Fr., *P.* × *undulatus* Wolfg., *Stuckenia* × *fennica* (Hagstr.) Holub, *S.* × *suecica* (R. Richt.) Holub). Из других гибридов во флоре отмечены: *Nuphar* × *spenneriana* Gaudin, *Nymphaea* × *borealis* E. Camus, *Batrachium* × *felixii* Soó, *Salix* × *rubens* Schrank, *Typha* × *argoviensis* Haussknecht ex Ascherson et Graebner, *T.* × *glauca* Godron, *T.* × *smirnovii* E. Mavrodiev. К гибридогенным видам относятся также *Eleocharis vulgaris* (Walters) A. et D. Löve, *Rorippa anceps* (Wahlenb.) Reichenb., *R. armoracioides* (Tausch) Fuss.

В экологической структуре (Папченков, 2001) флоры заметно преобладание ПВ (102 вида, или 27,1%) и околоводного (180 видов, или 47,9%) компонентов, в сумме составляющих 282 вида, или ровно три четверти (75,0%) видового состава флоры. Гидрофиты составляют лишь четверть видового состава (25,0%). Если рассматривать водную флору в широком смысле, включая в это понятие ВЯ и ПВ растения (гелофиты и гигрогелофиты), то в структуре рассматриваемой флоры водная и околоводная составляющие будут показывать примерно равное участие с небольшим численным перевесом первых, что свидетельствует о наличии на территории флоры широкого спектра местообитаний, в равной степени благоприятных для произрастания как видов ВЯ, так и видов береговых и прибрежных местообитаний. Более того, среди гидрофильных видов настоящие водные растения лишь немного численно уступают ПВ видам, что указывает на процессы видообразования, происходящие в водной среде, и позволяет рассматривать последнюю как гетерогенную среду жизни, в пределах которой разнообразные экотопы заселяются адаптированными к ним видами гидрофитов.

В состав флоры макрофитов ВКП входит 31 вид (8,25%) из числа адвентивных растений, причём адвентивная фракция рассматриваемой флоры включает исключительно виды цветковых растений. 18 адвентивных видов макрофитов мы относим к инвазионным, внедрившимся или продолжающим активно осваивать антропогенно трансформированные или естественные местообитания. Они преодолели не только географический, но и репродуктивный барьер, и представляют реальную и потенциальную угрозу структурной и функциональной самобытности водных и прибрежно-водных экосистем рассматриваемого региона. Из них 3 вида являются «трансформерами» (Richardson et al., 2000; Крылов, Решетникова, 2009) (*Eloдея canadensis* Michx., *Impatiens glandulifera* Royle, *Najas major* All.), 7 видов представляют собой инвазионные виды, расселяющиеся и натурализующиеся по нарушенным и естественным местообитаниям (*Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium glaucum* L., *C. rubrum* L., *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., *Epilobium adenocaulon* Hausskn., *E. tetragonum* L., *Inula helenium* L.), ещё 8 видов (*Bidens frondosa* L., *Epilobium pseudorubescens* A. Skvorts., *Juncus gerardii* Loisel., *J. tenuis* Willd., *Lemna gibba* L., *Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie, *Typha laxmannii* Lepeschin, *T. austro-orientalis* Mavrodiev) в настоящее время активно расселяются и натурализуются по нарушенным местообитаниям. Кроме того, в синантропный элемент флоры макрофитов ВКП входит фракция апофитов, включающая 93 вида из 51 рода и 31 семейства.

Список литературы

- Кокин К. А. Экология высших водных растений. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. 160 с.
- Крылов А. В., Решетникова Н. М. Адвентивный компонент флоры Калужской области: натурализация видов // Бот. журн. 2009. Т. 94, № 8. С. 1126–1148.
- Папченков В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Средней Волги. Ярославль: Изд-во ЦМП МУБиНТ, 2001. 213 с.
- Папченков В. Г. Водный компонент флоры Восточной Европы // Изучение флоры Восточной Европы: достижения и перспективы: Тез. докл. междунар. конф. М.-СПб.: Тов-во науч. изд. КМК, 2005. С. 63–64.
- Толмачёв А. И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. 244 с.
- Richardson D. M., Pysek P., Rejmanek M., Barbour M. G., Panetta F. D., West C. J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // Diversity and Distributions. 2000. Vol. 6. 93–107.

О. А. Капитонова

Сравнительный анализ гидрофильного компонента урбанофлор Вятско-Камского Предуралья

ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»,
426011, г. Ижевск, ул. Университетская, 1,
ФГБУН «Тобольская комплексная научная станция УрО РАН»,
626152, Тюменская область, г. Тобольск, ул. имени Академика Юрия Осипова, 15.
E-mail: kapoa@udsu.ru

Цель наших исследований – выявить и проанализировать флору макрофитов городов Вятско-Камского Предуралья (ВКП) на примере 6 городов в пределах Удмуртской Республики (УР) – Ижевска, Глазова, Сарапула, Воткинска, Можги и Камбарки. Под флорой макрофитов города мы понимаем исторически обусловленную совокупность видов водных и заходящих в воду крупных, видимых невооружённым глазом растений, вне зависимости от их систематического положения (Лапинов, 2002; Папченков и др., 2003), закономерно встречающихся на водных и прибрежно-водных экотопах урбанизированного ландшафта в пределах административных границ города. Флора макрофитов включает в свой состав «водное ядро» (ВЯ) флоры (Щербаков, 1994) – совокупность истинно-водных (гидрофитов) и земноводных видов, прибрежно-водные (ПВ) растения – гелофиты и гигрогелофиты, и группу заходящих в воду береговых растений – гигрофитов, гигромезофитов и мезофитов.

Рассматриваемые города расположены в лесной зоне, причем территория Глазова входит в подзону южной тайги, территории остальных городов – в подзону смешанных хвойно-широколиственных лесов. Ижевск является столицей УР, представляет собой крупный промышленный и административный центр, относится к категории крупных городов с населением на начало 2015 г. свыше 642 тыс. человек. Глазов, Сарапул и Воткинск являются большими городами с населением около 100 тыс. человек, Можга – город средней величины (около 50 тыс. человек), а Камбарка – малый город районного подчинения, в котором проживает около 10,5 тыс. человек.

В результате проведенных исследований выявлено, что флора водоемов рассматриваемых городов составлена 302 видами из 135 родов и 64 семейств. Это составляет около 80% видового богатства флоры макрофитов ВКП, что свидетельствует об общих путях развития флоры водоемов и водотоков урбанизированных ландшафтов и региона в целом. По числу видов доминирует отдел Magnoliophyta, в котором класс Magnoliopsida имеет небольшое численное преимущество над классом Liliopsida (табл. 1).

Дифференцированный подход к анализу флоры указывает на существенные различия в таксономическом составе двух групп, выделенных на основе классификации жизненных форм макрофитов – ВЯ и ПВ компонента флоры, из которых последний более чем в 4 раза превосходит ВЯ по числу видов, тогда как, по нашим данным, во флоре макрофитов ВКП в целом это соотношение не превышает 3. В изученной флоре наиболее богаты видами следующие семейства: *Cyperaceae* (33 таксона видового ранга), *Poaceae* (27), *Potamogetonaceae* (25), *Asteraceae* (17), *Salicaceae* (15), *Ranunculaceae* и *Typhaceae* (по 10), *Juncaceae* и *Polygonaceae* (по 9), *Amblystegiaceae* и *Brassicaceae* (по 8), *Caryophyllaceae* и *Onagraceae* (по 7), *Lamiaceae* и *Scrophulariaceae* (по 6).

Выявлено, что Ижевск имеет наиболее богатую флору макрофитов, Можга – наименее (табл. 2), причем это не может быть объяснено исключительно различиями в размерной категории городов, поскольку наименьший из них – Камбарка – имеет вторую по числу видов флору, уступая лишь Ижевску.

Таблица 1. Систематический состав флоры макрофитов городов ВКП

Отделы, классы	Вся флора		ВЯ флоры		ПВ компонент флоры	
	число видов	в %	число видов	в %	число видов	в %
Chlorophyta	3	0,99	3	5,00	0	0,0
Charophyta	1	0,33	1	1,67	0	0,0
Marchantiophyta	6	1,99	2	3,33	4	1,65
- <i>Marchantiopsida</i>	4	1,33	2	3,33	2	0,83
- <i>Jungermanniopsida</i>	2	0,66	0	0,0	2	0,83
Bryophyta:	23	7,62	2	3,33	21	8,68
- <i>Sphagnopsida</i>	1	0,33	0	0,0	1	0,41
- <i>Bryopsida</i>	22	7,29	2	3,33	20	8,26
Equisetophyta	3	0,99	0	0,0	3	1,24
Polypodiophyta	1	0,33	0	0,0	1	0,41
Magnoliophyta	265	87,75	52	86,67	213	88,02
- <i>Magnoliopsida</i>	139	46,03	19	31,67	120	49,59
- <i>Liliopsida</i>	126	41,72	33	55,00	93	38,43
Всего:	302	100,0	60	100,0	242	100,0

Таблица 2. Таксономическое и экологическое разнообразие флоры макрофитов городов ВКП (абсолютные значения, в скобках – в % от числа таксонов в городах ВКП)

Города ВКП	Видов	Родов	Семейств	Число видов ВЯ	Число ПВ видов
Города ВКП в целом	302 (100,0)	135 (100,0)	64 (100,0)	60 (100,0)	242 (100,0)
Ижевск	257 (85,10)	124 (91,85)	62 (96,88)	49 (81,67)	208 (85,95)
Глазов	197 (65,23)	103 (76,30)	57 (89,06)	38 (63,33)	159 (65,70)
Сарапул	152 (50,33)	79 (58,52)	40 (62,50)	29 (48,33)	123 (50,83)
Воткинск	186 (61,59)	95 (70,37)	50 (78,13)	33 (55,00)	153 (63,22)
Можга	122 (40,40)	73 (54,07)	42 (65,63)	17 (28,33)	105 (43,39)
Камбарка	199 (65,89)	88 (85,19)	43 (67,19)	40 (66,67)	159 (65,70)

Таблица 3. Значения коэффициента Жаккара (K_j) флор макрофитов городов ВКП

Города ВКП	Ижевск	Глазов	Сарапул	Воткинск	Можга	Камбарка
Ижевск	–	0,64	0,39	0,61	0,35	0,65
Глазов	0,66	–	0,60	0,65	0,45	0,70
Сарапул	0,48	0,55	–	0,41	0,44	0,47
Воткинск	0,67	0,66	0,49	–	0,43	0,74
Можга	0,45	0,48	0,51	0,50	–	0,39
Камбарка	0,63	0,62	0,55	0,67	0,47	–

Примечание: в левой нижней части таблицы приведены значения K_j для полных флор макрофитов соответствующих городов, в правой верхней части – только для ВЯ этих флор. Полу жирным выделены значения K_j , имеющие более высокий уровень для ВЯ по сравнению с полными флорами макрофитов городов.

Сравнение видового состава изученных флор с использованием коэффициента общности Жаккара (табл. 3) показало высокий уровень сходства гидрофильных компонентов урбанофлор Ижевска, Воткинска, Глазова и Камбарки ($K_j = 0,63–0,67$), а также Глазова и Воткинска ($K_j = 0,66$) и Воткинска и Камбарки ($K_j = 0,67$), что, несмотря на существенные различия в структуре городских поселений (крупный город – большой – малый город), указывает на общие закономерности развития флоры макрофитов этих городов.

Выявленное сходство видового состава обусловлено, прежде всего, наличием на территории этих городов (кроме Глазова) крупных искусственных водоемов – заводских прудов-водохранилищ, значительно увеличивающих спектр водных и прибрежно-водных экотопов, осваиваемых макрофитами. Гидрофильная флора Глазова по своим показателям приближается к флорам Ижевска, Воткинска и Камбарки в связи с наличием крупной, но относительно мелководной реки Чепцы, имеющей в пределах города значительную степень зарастания, достигающую на отдельных участках 50 % и более, а также многочисленных водоемов, расположенных в пойме этой реки, как естественных, так и искусственных, существенно обогащающих разнообразие свойственных макрофитам местообитаний.

Флора макрофитов Сарапула оказалась более близка к аналогичной флоре Глазова ($K_j = 0,55$), в чем проявляется некоторое сходство этих городов не только по размеру, но и расположению их на берегах крупных рек. Однако более северное положение Глазова по сравнению с остальными городами, включая и Сарапул, обуславливает скорее различие их флор, нежели сходство, благодаря наличию в составе флоры Глазова северных географических элементов (*Calamagrostis purpurea*, *Petasites frigidus*), отсутствующих в Сарапуле, и, наоборот, произрастанию в пределах Сарапула видов южного распространения (*Bolboschoenus laticarpus*, *B. planiculmis*, *Cyperus fuscus*, *Leersia oryzoides*, *Lycopus exaltatus*, *Rumex hydrolapathum*), не характерных для широты г. Глазова, что сближает флору макрофитов Сарапула и Камбарки ($K_j = 0,55$) – самого южного из рассматриваемых городов. На составе флоры макрофитов Сарапула сказывается, по-видимому, и неполнота спектра заболоченных местообитаний и заболачивающихся мелководий водоемов, обильно представленных на территории Глазова с характерными для данных экотопов видами (*Cardamine pratensis*, *Glyceria lithuanica*, *Ligularia sibirica*, *Menyanthes trifoliata* и др.).

Гидрофильная флора Можги показывает наименьшее сходство с флорой Ижевска ($K_j = 0,45$), наибольшее – с флорой Сарапула ($K_j = 0,51$), значения коэффициента сходства с флорами других городов изменяются в пределах 0,47–0,50, что также демонстрирует зависимость таксономического богатства изученных флор не столько от размеров городских территорий, сколько от наличия и разнообразия местообитаний, заселяемых макрофитами.

Интересно, что значения коэффициента K_j , рассчитанные только для «водного ядра» изученных флор городов, в основном оказались ниже, чем значения, рассчитанные для полных флор макрофитов (табл. 3), что свидетельствует о непостоянстве состава гидрофитов территорий разных городов и относительном консерватизме состава прибрежно-водного компонента. Иными словами, гидрофитная составляющая («водное ядро») флоры макрофитов в большей степени зависит от представленности на территории города определенных экотопов и обуславливается их конкретными свойствами (глубина, проточность, особенности гидрорежима, характер дна, изрезанность береговой линии и т.д.), тогда как прибрежно-водные виды не демонстрируют подобной зависимости и способны произрастать в широком диапазоне влажных, сырых и обводненных экотопов.

Проведенные исследования показывают достаточно высокий уровень флористического богатства гидрофильного компонента изученных городов. Этот показатель связан не только с тем, что многие виды, входящие в состав изученной флоры, являются широко распространенными и достаточно обычными на всей территории ВКП, но также и с наличием в урбанизированном ландшафте подходящих для водных, прибрежно-водных и околородных растений экотопов, как естественных, так и искусственных. Многие виды встречаются на территории городов достаточно редко в силу предпочтения ими специфических местообитаний, расположенных, как правило, вдали от городской застройки, относительно хорошо сохранившихся к настоящему времени и потому рассматриваемых нами в качестве своеобразных «рефугиумов», сохранение которых будет способствовать устойчивому развитию городских аквальных экосистем, важнейшими структурными и функциональными компонентами которых являются сообщества макрофитов.

Список литературы

- Лапиров А. Г. Основные понятия и термины гидробиологии // Бот. журн. 2002. Т. 87, № 2. С. 113–117.
- Папченко В. Г., Щербаков А. В., Лапиров А. Г. Основные гидробиологические понятия и сопутствующие им термины // Гидробиология: методология, методы: Материалы Школы по гидробиологии. Рыбинск, 2003. С. 27–38.
- Щербаков А. В. Классификации жизненных форм и анализ информации по региональным флорам водоемов // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1994. Т. 99, вып. 2. С. 70–75.

Е. А. Курашов^{1,3}, Е. В. Фёдорова², Ю. В. Крылова³, Г. Г. Митрукова¹, А. М. Чернова⁴
Оценка потенциальной биологической активности низкомолекулярных
метаболитов высшей водной растительности методом QSAR

¹Институт озераводства РАН

196105 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Севастьянова, 9. E-mail: evgeny_kurashov@mail.ru

²Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия
197022 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 14

³Кафедра экологической безопасности и устойчивого развития регионов Института наук о Земле Санкт-Петербургского университета

199034 Россия, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, 7-9

⁴Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок. E-mail: nuphar@mail.ru

Высшие водные растения являются одним из ключевых компонентов внутренних водоёмов, выполняя важнейшую средообразующую функцию. Вместе с тем они продолжают оставаться недооценённым биологическим ресурсом. В частности эта недооценка связана с крайне недостаточной информацией о летучих низкомолекулярных органических соединениях (ЛНОС) большинства видов водных макрофитов. Многие из этих соединений являются биологически активными, выполняя в водоёмах разнообразные функции, фактически структурируя среду обитания (Fink, 2007).

К настоящему времени установлен компонентный состав эфирных масел, выделенных из ряда видов водных макрофитов, произрастающих на территории России, а также выявлены определённые закономерности, связанные с биосинтезом ЛНОС в пресноводных экосистемах (Kurashov et al., 2014).

Выявленные вторичные метаболиты водных макрофитов могут характеризоваться множественностью биологических эффектов, экспериментально открыть и проверить которые весьма затруднительно. В то же время выявление их биологических активностей с помощью метода QSAR (*Quantitative Structure-Activity Relationship*), т.е. прогнозирование характеристик биологической активности по структурам химических соединений) (Filimonov et al., 2014), даёт возможность дальнейшего целенаправленного экспериментального исследования веществ, выявленных в натуральном сырье для целей медицинского, фармакологического, биологического или экологического применения.

К настоящему времени число выявленных ЛНОС у водных макрофитов превышает несколько сот соединений. Все они заслуживают внимания с точки зрения оценки их биологической активности. Однако, на первом этапе целесообразно сосредоточиться на выявлении типов биологической активности у мажорных компонентов (> 0,5% по содержанию в эфирном масле) всего спектра ЛНОС.

В связи с этим, целью настоящего исследования было: для идентифицированных мажорных компонентов эфирного масла кубышки жёлтой (*Nuphar lutea* (L.) Sm.), роголистника тёмно-зелёного (*Ceratophyllum demersum* L.) и рдеста туполистного (*Potamogeton obtusifolius* Mert. et Koch) спрогнозировать спектр биологических активностей при помощи процедур QSAR и выявить соединения перспективные для дальнейших экспериментальных исследований для целей медицинского, фармакологического, косметологического и экологического характера.

Из всего оценённого спектра биологических активностей (>250) в данной статье приводятся результаты прогнозирования вероятности проявления для метаболитов изученных видов растений противовоспалительной, противогрибковой, антибактериальной активностей, что позволяет оценить перспективность использования выявленных ЛНОС, в частности, для отраслей медицины, фармакологии, экологической биотехнологии.

Материал и методы

Информация о составе мажорных ЛНОС обсуждаемых видов водных макрофитов (*N. lutea*, *C. demersum*, *P. obtusifolius*) была получена из результатов наших исследований данных видов из различных водоёмов Северо-Запада России, частично опубликованных (Курашов и др., 2012; Курашов и др., 2013; Kurashov et al., 2014 и др.). Из растений ЛНОС выделяли в составе эфирного масла стандартным методом гидропародистилляции Клевенджера путём перегонки высушенного и предварительно измельчённого растительного материала (ГОСТ..., 1980) с последующим переводом их в гексан.

Состав ЛНОС эфирных масел выявляли в полученных гексановых экстрактах на хромато-масс-спектрометрическом комплексе TRACE DSQ II (Thermo Electron Corporation) с квадрупольным масс-анализатором. Использовали колонку модели «TRACE TR-5MS GC Column, 15m, 0,25mmID, 0,25µm Film». Масс-спектры снимали в режиме сканирования по полному диапазону масс (30–580 m/z) в программированном режиме температур (35° – 3 мин, 2°/мин до 60° – 3 мин, 2°/мин до 80° – 3 мин, 4°/мин до 120° – 3 мин, 5°/мин до 150° – 3 мин, 15°/мин до 240° – 10 мин) с последующей пошаговой

обработкой хроматограмм. Идентификацию обнаруженных веществ проводили с использованием библиотек масс-спектров «NIST-2005» и «Wiley». Количественный анализ выполняли с использованием декафторбензофенона и бензофенона в качестве внутренних стандартов.

Для оценки биологических активностей ЛНОС использовалась компьютерная система PASS {Prediction of Activity Spectra for Substances – прогноз спектров биологической активности органических соединений} (Филимонов и др., 1985; Поройков и др., 1996; Филимонов, Поройков, 2006) в её современной коммерческой версии PASS 2014 Refined, позволяющей предсказывать с точностью выше 95% около 7000 видов биологической активности органических соединений (Filimonov et al., 2014). Полученный спектр биологической активности PASS отражает результат взаимодействия химического соединения с различными биологическими объектами. Результаты предсказания основаны на информации о структуре химического соединения, описываемой в виде MNA дескрипторов (Multi-level Neighborhoods of Atoms – множественные атомные окрестности), и прогнозируемых для него видах биологической активности с оценками вероятности проявления активности: P_a – соединение активно; P_i – неактивно.

Результаты и обсуждение

Всего для *N. lutea*, *C. demersum*, *P. obtusifolius* было выявлено 72 ЛНОС, отнесённых к мажорным компонентам эфирного масла (>0,5%) всего спектра ЛНОС.

В таблице приведены оценки вероятности проявления биологической активности выявленных мажорных компонентов эфирного масла изученных растений. В таблицу включены те соединения, для которых значения вероятности проявления любой из активностей превышала 0,4.

Результаты PASS-прогнозирования обычно интерпретируются следующим образом: 1) если $P_a > 0,7$, то вероятность экспериментального подтверждения данного вида активности высока; 2) если $0,5 < P_a < 0,7$, то шанс получить экспериментальное подтверждение для данной активности меньше, но данное соединение не очень сходно с фармацевтическими агентами с данным типом активности; 3) если $P_a < 0,5$, вероятность экспериментального подтверждения активности ещё меньше, но если прогноз подтвердится, то соединение может быть родоначальником нового химического класса для данного типа биологической активности. В этом смысле, полученные результаты указывают на значимые перспективы экспериментальных исследований выявленных ЛНОС водных макрофитов. Двадцать девять соединений продемонстрировали прогноз проявления одной из трёх учтённых в работе видов биологической активности выше 0,7 (Таблица).

Таблица. Оценка вероятности (P_a) проявления биологической активности (противовоспалительной (ПВ), противогрибковой (ПГ), антибактериальной (АБ)) выявленных мажорных компонентов (>0,5%) эфирного масла кубышки (*N. lutea*, NL), роголистника тёмно-зелёного (*C. demersum*, CD) и рдеста туполистного (*P. obtusifolius*, PO)

№	Мажорные компоненты	ПВ	ПГ	АБ	Растение
1	2-гексанон	0,697	0,421	0,317	NL
2	гексаналь	0,271	0,524	0,436	NL, PO, CD
3	(E)-гекс-2-ен-1-ол	0,659	0,545	0,435	PO
4	гексан-1-ол	0,659	0,447	0,33	NL, CD
5	гептан-2-он	0,697	0,421	0,317	CD
6	(E)-гепт-4-еналь	0,706	0,591	0,487	CD
7	гептаналь	0,271	0,524	0,436	CD
8	(2Z,4Z)-гепта-2,4-диеналь	0,801	0,523	0,412	CD
9	окт-1-ен-3-ол	0,783	0,656	0,413	CD
10	6-метилгепт-5-ен-2-он	0,785	0,531	0,478	CD
11	4,7,7-триметил-8-оксабицикло[2.2.2]октан; [1,8-цинеол, эвкалиптол]	0,327	0,216	0,412	CD
12	2-фенилацетальдегид	0,811	0,228	0,297	CD
13	(3E,5E)-окта-3,5-диен-2-он	0,881	0,584	0,445	CD
14	2,6-диметилциклогексан-1-ол	0,655	0,571	0,513	CD
15	2,6,6-триметилцикло-гекса-1,3-диен-1-карбальдегид; [дегидро-β-циклоцитраль; [сафраналь]	0,444	0,266	0,282	CD
16	2,6,6-триметилцикло-гексен-1-карбальдегид; [β-циклоцитраль]	0,438	0,31	0,303	CD
17	6-гидрокси-4,4-диметил-3H-хромен-2-он	0,684	0,319	0,299	CD
18	6,10-диметилундекан-2-он	0,657	0,512	0,372	CD
19	(3E)-4-(2,6,6-триметилциклогекс-2-ен-1-ил)бут-3-ен-2-он; [α-ионон]	0,565	0,588	0,495	CD

№	Мажорные компоненты	ПВ	ПГ	АБ	Растение
20	(5Z)-6,10-диметилундека-5,9-диен-2-он; [геранилацетон]	0,817	0,594	0,47	CD
21	4,7-диметил-1-пропан-2-ил-1,2,4а5,6,8а-гексагидронафтален; [муурулен]	0,751	0,511	0,532	CD
22	(E)-4-(2,6,6-триметилциклогексен-1-ил)бут-3-ен-2-он; [β-ионон]	0,752	0,376	0,335	CD
23	4-(2-метил-3-оксоциклогексил)бутаналь	0,444	0,589	0,495	CD
24	8а-метил-3,4,4а,5,6,7-гексагидро-2Н-нафтален-1,8-дион	0,457	0,28	0,262	CD
25	2-[(2R,4Ar,8aR)4а,8-диметил-2,3,4,5,6,8а-тетрагидро-1Н-нафтален-2-ил]пропан-2-ол	0,69	0,462	0,449	CD
26	2-(6,10-диметилспиро[4.5]дец-9-ен-3-ил)пропан-2-ол; [агароспирол]	0,598	0,282	0,467	CD
27	[2,4,4-триметил-3-(2-метилпропаноилокси)пентил] 2-метилпропаноат	0,334	0,459	0,203	CD
28	2-[(3S,5R,8S)-3,8-диметил-1,2,3,4,5,6,7,8-октагидроазулен-5-ил]пропан-2-ол; [гуайол]	0,672	0,31	0,379	CD
29	2-[(2R,4aS)-4а,8-диметил-2,3,4,5,6,7-гексагидро-1Н-нафтален-2-ил]пропан-2-ол; [γ-зудесмол]	0,738	0,331	0,42	CD
30	2-[(2R,4aR,8aS)-4а-метил-8-метилен-1,2,3,4,5,6,7,8а-октагидронафтален-2-ил]пропан-2-ол; [β-зудесмол]	0,869	0,524	0,52	CD
31	2-[(2R,4aR,8aR)-4а,8-диметил-2,3,4,5,6,8а-гексагидро-1Н-нафтален-2-ил]пропан-2-ол; [α-зудесмол]	0,818	0,479	0,487	CD
32	2-(4а,8-диметил-2,3,4,5,6,7,8а-октагидро-1Н-нафтален-2-ил)пропан-2-ол; [дигидро-β-зудесмол]	0,794	0,505	0,465	CD
33	2-(3,8-диметил-1,2,3,3а,4,5,6,7-октагидроазулен-5-ил)пропан-2-ол; [булнесол]	0,676	0,431	0,426	CD
34	гептадекан	0,583	0,378	0,31	CD
35	пентадеканаль	0,271	0,524	0,436	NL, PO, CD
36	5,5-диметил-2-пропан-2-ил-циклогексан-1-карбоновая кислота	0,553	0,483	0,338	CD
37	тетрадекановая кислота	0,709	0,48	0,384	NL, PO, CD
38	октадекан	0,583	0,378	0,31	CD
39	(3S,5S,8S,9S,10S,13S,14S)-10,13-диметил-2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,14,15,16,17-тетрадекагидро-1Н-циклопента[а]фе-нантрен-3-ол; [андростанол]	0,794	0,587	0,455	NL
40	6,10,14-триметилпентадекан-2-он; [фитон]	0,657	0,512	0,372	NL, PO
41	пентадекановая кислота	0,709	0,347	0,384	NL
42	(4aS,4bS,7S,10aS)-7-этилен-1,1,4а,7-тетраметил-3,4,4b,5,6,9,10,10а-октагидро-2Н-фенантрен; [сандараконимарадиен; пимарадиен]	0,82	0,411	0,362	NL
43	4b,8,8-триметил-5,6,7,8а,9,10-гексагидрофенантрен-3-ол	0,749	0,483	0,357	PO
44	нонадекан	0,583	0,378	0,31	CD
45	4,4,8а-триметил-7-метилен-8-[(2E)-3-метилпента-2,4-диенил]-2,3,4а,5,6,8-гексагидро-1Н-нафталин; [биформен]	0,822	0,707	0,623	PO, CD
46	5а-андростан-16-он	0,786	0,437	0,339	PO
47	дибутилбензол-1,2-дикарбоксилат; [дибутилфталат]	0,525	0,365	0,256	NL, PO, CD
48	(E)-6-метил-8-(2,6,6-триметилциклогексен-1-ил)окт-5-ен-2-он	0,796	0,497	0,457	PO
49	цис-11-гексадеценная кислота	0,769	0,565	0,434	CD
50	гексадекановая кислота	0,709	0,48	0,384	NL, PO, CD
51	(2S,4aS)-2-этилен-2,4а,8,8-тетраметил-	0,878	0,52	0,361	PO

№	Мажорные компоненты	ПВ	ПГ	АБ	Растение
	<i>3,4,4b,5,6,7,10, 10a-октагидро-1H-фенантрен; [римунен]</i>				
52	<i>каур-16-ен; [каурен]</i>	0,873	0,508	0,571	PO, CD
53	<i>5-[(1S,4aS,8aS)-5,5,8a-триметил-2-метилен-3,4,4a,6,7,8-гексагидро-1H-нафтален-1-ил]-3-метилпент-1-ен-3-ол; [маноол]</i>	0,846	0,748	0,621	NL, PO, CD
54	<i>метил (5E,8E,11E)-гептадека-5,8,11-триеноат</i>	0,786	0,556	0,382	NL
55	генэйкозан	0,583	0,378	0,31	PO, CD
56	<i>(9Z,12Z)-октадека-9,12-диеновая кислота</i>	0,829	0,574	0,443	NL
57	2-этилгексил (E)-3-(4-метоксифенил)проп-2-еноат	0,659	0,509	0,292	NL
58	(E,7R,11R)-3,7,11,15-тетраметилгексадец-2-ен-1-ол; [фитол]	0,696	0,66	0,527	PO, CD
59	трикозан	0,583	0,378	0,31	PO
60	<i>3α-гидрокси-5β-прегнан-20-он; [прегнаноолон]</i>	0,736	0,568	0,431	PO
61	<i>8-(2,5,58A-тетраметил-1,4,4A,5,6,7,8,8A-октагидро-1-нафталинил)-6-метил-5-октен-2-ол</i>	0,798	0,778	0,651	PO
62	<i>5-[2-(3-фурил)этил]-1,4A-диметил-6-метилен-декагидро-1-нафталинкарбоновая кислота</i>	0,741	0,601	0,559	PO
63	<i>(22E)-3α-эргоста-14,22-диен-5β-ол ацетат</i>	0,742	0,418	0,281	PO

Примечание: полужирным курсивом выделены вещества, для которых вероятность проявления какой-либо активности выше 0,7. Для некоторых веществ в квадратных скобках указаны тривиальные или наиболее часто употребляемые наименования.

Для двенадцати соединений, а именно: (2Z,4Z)-гепта-2,4-диеналь; 2-фенилацетальдегид; (3E,5E)-Окта-3,5-диен-2-он; геранилацетон; β-эудесмол; α-эудесмол; сандаракопимарадиен; биформен; римунен; каурен; маноол; (9Z,12Z)-октадека-9,12-диеновая кислота, были получены прогнозные оценки проявления противовоспалительной активности с вероятностью выше 0,8. Для этих же соединений были характерны также высокие показатели вероятности проявления противогрибковой и антибактериальной активности (Таблица), что указывает на потенциально высокую значимость данных ЛНОС в процессе эколого-биохимических взаимодействий высших водных растений с микробными и грибковыми популяциями в водных экосистемах. Полученные данные относительно экологической значимости мажорных ЛНОС согласуются с имеющимися в литературе сведениями (Kurashov et al., 2014).

Шесть ЛНОС, а именно: гексаналь, пентадеканаль, тетрадекановая кислота, дибутилфталат, гексадекановая кислота, маноол, входили в состав мажорных компонентов всех трёх изученных нами растений, что указывает на их высокую экологическую значимость и определённый универсализм в их использовании различными видами водных растений для осуществления эколого-биохимических функций.

Наибольшее число мажорных компонентов ЛНОС с вероятностью проявления трёх изученных типов биологических активностей выше 0,4 обнаружено у *C. demersum* (45 из 66), тогда как для *N. lutea* и *P. obtusifolius* таких соединений 15 и 21 соответственно. Это в определённой степени может свидетельствовать о большей экологической пластичности роголистника тёмно-зелёного и его большей активности, например, в процессе аллелопатических взаимодействий в водных экосистемах. Данный факт также выделяет это растение как более перспективное для поиска эффективных соединений-аллелохемиков при разработке биотехнологий регулирования и подавления развития цианобактерий с использованием природных альгицидов.

Заключение

В ходе проведённых исследований были получены прогнозные оценки проявления биологической активности (противовоспалительной, противогрибковой, антибактериальной) для 72 мажорных компонентов водных макрофитов *C. demersum*, *P. obtusifolius* и *N. lutea*.

Данные результаты являются основой для дальнейшего целенаправленного экспериментального исследования наиболее перспективных натуральных продуктов из состава ЛНОС водных макрофитов для целей медицинского, фармакологического, биологического или экологического характера. Другие типы биологических активностей выявленных мажорных ЛНОС, имеющие приоритетный характер, например, для экологических или фармакологических целей также должны быть оценены, а экспериментальная оценка биологических активностей индивидуальных соединений водной расти-

тельности требует проведения специальных работ в соответствии с результатами, полученными в ходе исследований методом QSAR.

Список литературы

ГОСТ 24027.2-80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. М.: Изд-во стандартов, 1980. 31 с.

Курашов Е. А., Крылова Ю. В., Митрукова Г. Г. Компонентный состав летучих низкомолекулярных органических веществ *Ceratophyllum demersum* L. во время плодоношения // Вода: химия и экология. 2012. № 6. С. 107–116.

Курашов Е. А., Крылова Ю. В., Чернова А. М., Митрукова Г. Г. Компонентный состав летучих низкомолекулярных органических веществ *Niphar lutea* (*Nymphaeaceae*) в начале вегетационного сезона // Вода: химия и экология. 2013. № 5. С. 67–80.

Поройков В. В., Филимонов Д. А., Степанчикова А. В., Рудницких А. В., Будунова А. П., Шилова Е. В., Селезнева Т. М., Гончаренко Л. В. Оптимизация синтеза и фармакологического исследования веществ на основе компьютерного прогнозирования их спектров биологической активности // Хим.-фарм. журн. 1996. Т. 30. № 9. С. 20–23

Филимонов Д. А., Поройков В. В. Прогноз спектра биологической активности органических соединений // Российский хим. журн. 2006. Т. L. № 2. С. 66–75.

Филимонов Д. А., Поройков В. В., Караичева Е. И. Компьютерное прогнозирование спектра биологической активности химических соединений по их структурной формуле: система PASS // Экспериментальная и клиническая фармакология. 1985. Т. 58. № 2. С. 56–62.

Filimonov D. A., Lagunin A. A., Glorizova T. A., Rudik A. V., Druzhilovskii D. S., Pogodin P. V., Poroikov V. V. Prediction of the biological activity spectra of organic compounds using the PASS online web resource // Chemistry of Heterocyclic Compounds. 2014. Vol.50. № 3. P.444–457.

Fink P. Ecological functions of volatile organic compounds in aquatic systems // Mar. Freshwater Behav. Physiol. 2007. Vol. 40. № 3. P. 155–168.

Kurashov E. A., Krylova J. V., Mitrukova G. G., Chernova A. M. Low-molecular-weight metabolites of aquatic macrophytes growing on the territory of Russia and their role in hydroecosystems // Contemporary Problems of Ecology. 2014. Vol. 7. № 4. P. 433–448.

Е. В. Мойсейчик

Фиторазнообразие растительных сообществ малых трансформированных водотоков

Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси
220072 Беларусь, г. Минск, ул. Академическая, 27. E-mail: mojsejchik@mail.ru

С целью изучения водной растительности малых трансформированных (полностью или частично) водотоков проведены полевые и камеральные исследования 5 рек: Нача (Клецкого района Минской области), Комаринка и Зарудечка (Глусский район Могилевской области), Неславка и Нератовка (Октябрьский район Гомельской области). Бассейны исследованных рек находятся между 52°30' и 53°03' с. ш. и 26°24' и 29°06' в. д. Геоботанические описания (n=130) закладывали в июле–августе 2014 г. При описании водных фитоценозов количество и размер пробных площадей зависел от площади растительного сообщества: если размер сообщества менее 50 м², то его описание выполняли в естественных контурах, если более – на площади 50 м². При классификации растительности применялись методические подходы эколого-флористического направления Ж. Браун-Бланке.

С позиции флористической классификации изученная водная растительность трансформированных водотоков отнесена нами к 2 классам (*classis*), 2 порядкам (*ordo*), 3 союзам (*alliancia*), 5 ассоциациям (*associatio*) и 1 безранговому фитоценозу.

Все порядки, союзы и ассоциации, выделенные нами для малых водотоков бассейна реки Припять, уже были ранее установлены для тех или иных регионов, и описания их можно найти в научной литературе. Далее приведен продромус и характеристика синтаксонов растительности малых рек бассейна реки Припять, выделенных на основе эколого-флористического подхода.

ПРОДРОМУС ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ

Cl. *LEMNETEA* de Bolós et Masclans 1955

Ord. *Lemnetalia* de Bolós et Masclans 1955

All. *Lemnion minoris* de Bolós et Masclans 1955

Ass. *Lemnetum minoris* von Soó 1927
Ass. *Lemno-Spirodeletum polyrhizae* Koch 1954
Cl. **POTAMETEA** Klika in Klika et Novák 1941
Ord. **Potametalia** Koch 1926
All. **Nymphaeion albae** Oberdorfer 1957
Ass. *Nymphaeo albae-Nupharetum lutea* Nowiński 1927
Com. *Sparganium emersum*
All. **Potamion** Miljan 1933
Ass. *Elodeetum canadensis* Nedelcu 1967
Ass. *Potametum natantis* Soó 1927

Класс **LEMNETEA** de Bolós et Masclans 1955

Объединяет космополитные сообщества свободноплавающих на поверхности воды неукореняющихся растений (плейстофитов), приуроченных к участкам водотоков с медленнотекущей водой или к заводям. Сообщества данного класса опознаются по четко выраженному плавающему надводному ярусу, флористическое ядро которых выявляется даже на площади близкой к 1 дм². Поскольку виды, слагающие сообщества этого класса не прикреплены ко дну, то при наличии даже незначительного течения они сносятся к береговым зарослям: в этих случаях они образуют синузию свободноплавающих растений в составе сообществ класса Phragmito–Magnocaricetea.

Ассоциация *Lemnetum minoris* von Soó 1927

Сообщества сформированы плавающими на поверхности воды растениями ряски малой (*Lemna minor*), которая выступает как в качестве диагностического вида, так и доминанта. Проективное покрытие вида изменяется от 65 до 95%. При наибольших значениях обилия формируются моно- или олиговидовые ценозы. Всего в геоботанических описаниях ассоциации отмечено 27 видов сосудистых растений. Видовой состав, как правило, не высокий – от 1 до 8 видов в описании (в среднем 5 видов). Суммарное количество видов для ассоциации – 27. Ценотическая значимость (проективное покрытие) сопутствующих видов не превышает 25% и обусловлена разреженным покровом ряски малой, что может быть вызвано, на наш взгляд, антропогенными (рыбаки, отдыхающие) или зоогенными (выход скота на водопой, водоплавающие птицы) факторами.

Крайне редко и с небольшим проективным покрытием (1–5%) среди плавающих на поверхности воды растений отмечены экземпляры *Hydrocharis morsus-ranae*, *Sparganium emersum*, *Veronica anagalis-aquatica*. В подводном ярусе отмечаются виды, выдерживающие затенение, например *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton berchtoldii* и другие виды. Их проективное не превышает 10%, однако при снижении ценообразующей роли *Lemna minor* проективное покрытие таких видов может достигать 25%.

Иногда в фитоценозы с доминированием *Lemna minor* проникают виды макрофитов из прибрежной сообществ (*Alisma plantago-aquatica*, *Phragmites australis*, *Scirpus sylvaticus* и др.), что обусловлено размещением сообществ вдоль береговой линии. Они представлены небольшими куртинами или отдельными растениями.

Приурочены сообщества, в основном, к береговой линии и к мелководьям, где преобладают илистые грунты.

Ассоциация *Lemno-Spirodeletum polyrhizae* Koch 1954

Сообщества сформированы плавающими на поверхности воды растениями ряски малой (*Lemna minor*) и многокоренника обыкновенного (*Spirodela polyrhiza*), которые выступают диагностическими видами сообществ ассоциации. Ряска малая всегда выступает в роли доминирующего вида (п. п. – 50–80%), а многокоренник может не играть значимой ценотической роли (п. п. от 20% и ниже), но обязательно присутствовать в фитоценозах.

Очень часто общее проективное покрытие доминирующих видов достигает 90–100%, что снижает распространение других макрофитов в пределах ценозов данной ассоциации. В описаниях фитоценозов ассоциации зарегистрировано 12 видов. Видовой состав, как правило, не высокий – от 3 до 5 видов в описании (в среднем 3,5 вида на ценоз).

Погруженных видов не зарегистрировано. Среди видов с плавающими на поверхности воды листьями отмечены *Potamogeton natans*, *Nuphar lutea*, *Sagittaria sagittifolia* и *Veronica beccabunga*, достигающие обилия 5–15%, только при условии наличия «окон» в покрове ряски и многокоренника. Как и для ассоциации *Lemnetum minoris* характерно наличие видов прибрежной зоны в виде отдельных экземпляров (например, *Cicuta virosa*) или группами (например, *Sparganium erectum*, *Typha latifolia*).

Приурочены сообщества, как и ценозы *Lemnetum minoris*, в основном к береговой линии и к мелководьям, где преобладают илистые грунты.

Класс **POTAMETEA** Klika in Klika et Novák 1941

Представлены сообщества прикрепленных ко дну растений с плавающими на поверхности или погруженными в толщу воды листьями (гидатофитов).

Ассоциация **Nymphaeo albae-Nupharetum lutea** Nowiński 1927

Внешний вид сообществ, как правило, определяется плавающими на поверхности листьями кубышки желтой (*Nuphar lutea*), которая является диагностическим и доминантным видом. Видовой состав сообществ ассоциации малочисленный – всего отмечено 10 видов. Видовая насыщенность в среднем составляет 4 вида (от 2 до 5) в описании.

Постоянными видами, как правило, выступают ряска малая и многокоренник обыкновенный: их обилие сильно колеблется (от 2 до 50%) и обусловлено, на наш взгляд, скоростью течения. Среди погруженных видов встречаются *Ceratophyllum demersum* (единично) и *Sparganium emersum* f. *fluitans* (обилие достигает 15%). Макрофиты с плавающими на поверхности воды листьями представлены *Sagittaria sagittifolia* (п.п. до 20%) и *Hydrocharis morsus-ranae* (п. п. не превышает 10%). Ограниченное распространение и участие в сложении сообществ погруженных видов растений и с плавающими на поверхности листьями обусловлено отсутствием необходимого для этих целей освещения, что вызвано высокой сомкнутостью листьев кубышки на поверхности воды.

Как и для сообществ класса *Lemnetea* характерно незначительное присутствие видов-ассектаторов из прибрежных фитоценозов (*Glyceria fluitans*, *Gl. maxima* и *Galium palustre*).

Сообщества приурочены к глубинам в 1,5–2 (иногда 3,5 м) с песчаными грунтами и могут занимать как центральную часть русла, так и участки вдоль береговой линии, если они имеют достаточную глубину.

Сообщество **Sparganium emersum**

Доминирующим видом является водная форма ежеголовника простого (*Sparganium emersum* f. *fluitans*), проективное покрытие которого изменяется от 40 до 95%. Видовой состав сообществ представлен 17 видами сосудистых растений и зелёной нитчатой водорослью *Spirogyra* spp. Среднее количество видов в описании равно 3 (от 1 до 7). Вертикальная структура сообществ проста: ярусность не выражена. Виды погруженных макрофитов (*Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*) или с плавающими на поверхности воды листьями (*Nuphar lutea*, *Hydrocharis morsus-ranae*) отмечены единично и с малым покрытием (п.п. достигает 15%, редко доходит до 30%). Постоянными видами являются *Lemna minor* (п.п. до 15%), *Spirodella polyrhiza* (покрытие вида не превышает 10%).

Сообщества предпочитают прибрежные мелководья со спокойным течением и песчаным, иногда каменисто-песчаными грунтом.

Ассоциация **Elodeetum canadensis** Nedelcu 1967

Внешний вид сообществ ассоциации определяет доминант и диагностический вид – элодея канадская (*Elodea canadensis*). Контуры сообществ разнообразны и зависят от наличия и скорости течения: от округлых (при отсутствии или наименьшей скорости течения) до лентообразных (на участках русла с высокой скоростью течения). Видовой состав сообществ представлен 14 видами сосудистых растений. Количество видов в описании изменяется от 1 до 7 видов (в среднем 4). Другие виды под- и надводных макрофитов встречаются единично и не имеют высоких показателей проективного покрытия (до 10%): *Lemna minor*, *Potamogeton alpinus*, *Sparganium emersum* и другие.

Сообщества ассоциации тяготеют к песчаным и/или каменисто-песчаным грунтам.

Ассоциация **Potametum natantis** Soó 1927

Структуру сообществ определяет доминирующий (и диагностический) вид – рдест плавающий (*Potamogeton natans*). Видовой состав сообществ крайне беден и описывается 6 видами; количество видов в описании варьирует от 2 до 4 (в среднем 3). Листья рдеста плавающего образуют на поверхности воды сплошной ковёр (п.п. вида достигает 80%), что ограничивает развитие как над-, так и подводных макрофитов, в связи с недостаточным уровнем освещения биотопов. Единично отмечены *Nuphar lutea*, *Hydrocharis morsus-ranae* и другие виды. Их проективное покрытие может достигать 15%, но только при уменьшении обилия доминирующего вида.

Сообщества приурочены к различным глубинам (1,5–2–4 м), грунты песчаные, иногда с небольшим наилком. Ценозы занимают центральные участки русла, а также отмечены вдоль береговой линии, если глубина достаточная для формирования сообществ.

Таким образом, на основе 130 геоботанических описаний выявлено синтаксономическое разнообразие водной растительности малых водотоков бассейна реки Припять: 5 ассоциаций и 1 безранговый фитоценоз. Сообщества водных растений приурочены к центральной части русел рек (сообществ-

ва имеют округлую форму при условии отсутствия сильного течения или более вытянутую, если скорость течения довольно высокая) и/или приурочены к береговой линии (контуры ценозов повторяют изрезанность береговой линии).

А. А. Нотов

Гидрофильная фракция как элемент сопряжённого анализа разных компонентов флоры

Тверской государственной университет
170100 Россия г. Тверь, ул. Желябова, 33. E-mail: anotov@mail.ru

Флора является сложной, многокомпонентной природной системой (Юрцев, 1982; Камелин, 1983). В условиях происходящей трансформации растительного покрова системный подход к её изучению приобретает особую актуальность. Однако в рамках биогеографического направления изучение сосудистых растений, мхов, печёночников, водорослей, лишайников до настоящего времени проводят, как правило, независимо. Их сопряжённый анализ необходим потому, что эти группы являются составными частями целостных природных комплексов. Пространственное распределение компонентов таких комплексов формировалось в ходе единого флорогенетического процесса и отражает особенности биологии и синэкологии каждой из групп. Сопряжённое изучение разных компонентов биоты может вывести флористические исследования на качественно новый уровень понимания природных явлений и процессов, механизмов флорогенеза. В этой связи актуальна дальнейшая разработка концепции сопряжённого анализа и выяснение основных направлений исследований (Нотов, 2009, 2012а, б, в; Notov, 2010). В контексте данного подхода специальный интерес представляет не только синтез общих основ флористики сосудистых растений, альгологических, бриологических, лишайниковых разделов биогеографии, но и разработка проблемы системного понимания разных фракций биоты, в том числе и гидрофильной.

Изучение гидрофитов и гидрофильной фракции уже давно осуществляется в рамках самостоятельного научного направления, которое представляет в настоящее время хорошо развитую область научного знания. Разработан её теоретический базис, проанализирован понятийный аппарат, осуществляются масштабные разноплановые исследования (Лапиров, 2003; Папченков, 2003; Папченков и др., 2003; Кузьмичёв, 2006; Кузьмичёв, Славгородский, 2006 и др.). Однако основным объектом исследования гидробиологов на континентальных водоёмах являются преимущественно или исключительно сосудистые растения. По другим компонентам флоры сведения, как правило, фрагментарные и анализируются они независимо от материалов по сосудистым растениям. Безусловно, целостность криптогамной флористической фракции в биотах континентальных водоёмов существенно ниже, а структурную основу их растительности образуют цветковые растения. Тем не менее, криптогамная фракция является уникальным и достаточно значимым элементом прибрежно-водных экосистем. Сопряжённый анализ всех компонентов флоры крайне важен для понимания разных аспектов организации и генезиса таких экосистем. Представляет специальный интерес выяснение путей формирования и основных направлений развития этого подхода применительно к определённым флористическим фракциям, в том числе и гидрофильной.

При очевидной актуальности таких комплексных исследований существенное препятствие их реализации и развитию создаёт недостаточная таксономическая изученность некоторых систематических групп, представители которых встречаются в водных и прибрежно-водных экосистемах. Прежде всего, необходим специальный анализ разных таксонов лишайников, включающих виды, растущие на подводных или омываемых водой камнях. Проблема эта обсуждалась неоднократно ещё в первой половине прошлого века (Савич, 1925, 1950). В. П. Савич (1950) многое сделал для систематизации данных о подводных лишайниках. Однако критическая таксономическая ревизия многих групп до сих пор не завершена. Особенно актуально дальнейшее изучение омываемых водой эпилитных представителей семейства *Verrucariaceae*, которое является одной из наиболее сложных для таксономического анализа групп (Gueidan et al., 2007, 2009 и др.). Сложившаяся ситуация отчасти обуславливает отсутствие или фрагментарность данных о видовом составе подводных микролишайников во многих регионах. К тому же процесс их выявления и сбора материала сопряжён также с определёнными объективными трудностями. Актуально также изучение изменчивости видов мхов, растущих в воде. Не всегда материал из подобных экотопов можно точно идентифицировать. Все это определяет необходимость реализации комплексной исследовательской программы, которая подготовит необходимую

методическую и фактологическую базу для сопряжённого анализа разных компонентов гидрофильной фракции.

Возможности и форма сопряжённого анализа определяются масштабом исследований. Основным условием независимо от выбранного масштабного уровня является полное выявление видового состава по каждому компоненту флоры. Сделанные выше комментарии свидетельствуют о том, что выполнение этого условия предполагает тесное взаимодействие не только флористов, изучающих определённый криптогамный компонент флоры, но и специалистов по конкретным сложным с таксономической точки зрения систематическим группам.

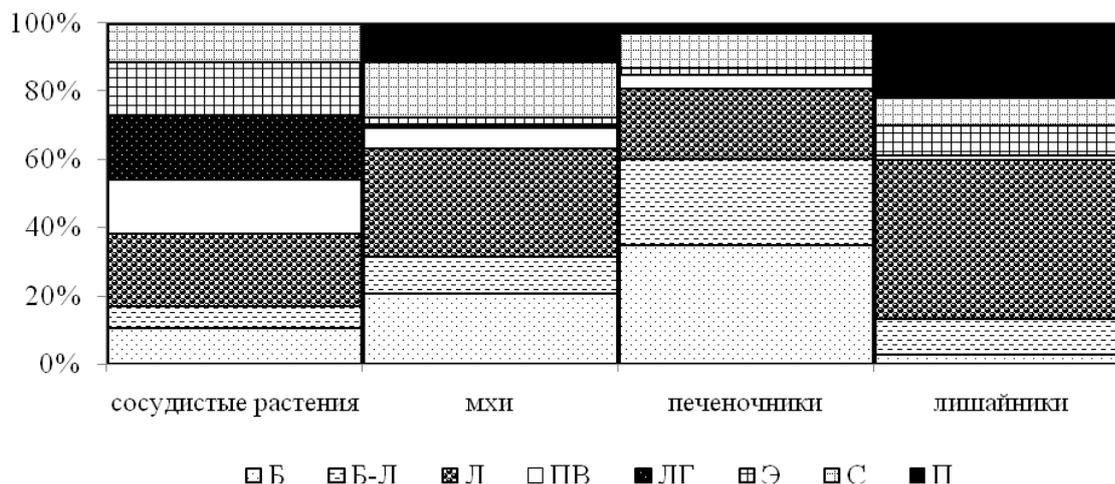


Рисунок. Эколого-фитоценотический спектр флоры Тверской области (Б – болотные; Б-Л – болотно-лесные; Л – лесные; ПВ – водные и прибрежно-водные; ЛГ – луговые; Э – эвритопные; С – виды сообществ с несомкнутым покровом, синантропных местообитаний и сорные; П – виды петрофитных сообществ)

Таблица. Эколого-фитоценотическая характеристика компонентов флоры Тверской области

Группы	Сосудистые растения		Мхи		Печёночники		Лишайники	
	Число	Доля (%)	Число	Доля (%)	Число	Доля (%)	Число	Доля (%)
Б	95	10,6	58	20,6	34	34,7	15	2,8
Б-Л	56	6,3	31	11,0	25	25,5	55	10,4
Л	192	21,5	89	31,6	20	20,4	246	46,7
ЛГ	166	18,6	3	1,1	–	–	–	–
Э	141	15,8	6	2,1	2	2,0	47	8,9
П	3	0,3	32	11,3	3	3,1	116	22,0
ПВ	142 (84, 0)	15,9	17 (10,1)	6,0	4 (2,3)	4,1	6 (3,6)	1,1
С	99	11,1	46	16,3	10	10,2	42	8,0
Всего	894	100	282	100	98	100	527	100

Примечание. Названия групп даны на рис. 1. В скобках указано долевое участие компонента в составе прибрежно-водной группы (всего 169 видов), в %.

В рамках исследований регионального масштаба актуальна оценка дифференцирующего значения гидрофильной фракции. Необходимо выявление факторов, определяющих разные позиции гидрофильной группы в составе каждого компонента флоры, а также оценка роли этих компонентов в формировании гидрофильной фракции региональной флоры.

Выделение гидрофильной фракции у сосудистых растений проводится не всегда однозначно (см., например, Кузьмичёв, 1992, 2006). Ограничение гидрофильной группы и построение эколого-фитоценотических спектров применительно к криптогамным компонентам флоры сопряжено ещё с большими трудностями. Многие виды мохообразных и лишайников характеризуются меньшей по сравнению с сосудистыми растениями экологической и фитоценотической определённостью. Нередко приуроченность к конкретному типу субстрата выражена более чётко, чем связь с типами растительных сообществ. При выделении групп и построении спектров необходимо учитывать частоту

встречаемости видов в составе каждой из групп и типов фитоценозов. Для мохообразных и лишайников не всегда легко разделить петрофитно-ключевые и прибрежно-водные виды.

В равнинных районах Центральной России выявляется определённое дифференцирующее значение гидрофильной фракции. На примере Тверской области показано, что относительная доля водных и прибрежно-водных видов в эколого-фитоценологических спектрах разных компонентов флоры находится в интервале 1,1–15,9% (рис., табл.). Максимальное разнообразие этой группы характерно для сосудистых растений. У мхов она включает 6% видового состава. Самое низкое её долевое участие отмечено у лишайников. Водную группу у них представляют только некоторые виды родов *Verrucaria*, *Dermatocarpon*, *Bacidina* (Нотов, 2012б, 2012в). Относительный вклад в состав гидрофильной фракции также различен (табл.). Сосудистые растения объединяют 84,0% её видового состава (142 вида), мхи – 10,1% (17 видов), печёночники – 2,3% (4 вида), лишайники – 3,6% (6 видов). Существенное преобладание в составе гидрофильной фракции видов сосудистых растений сопряжено с их доминированием и основной ценозообразующей ролью в структуре водной и прибрежно-водной растительности. В перспективе необходим специальный анализ гидрофильных элементов в пределах петрофитно-ключевой группы криптогамного компонента. Особенно важны такие исследования в регионах, расположенных на стыке равнинных и горных физико-географических стран. Они позволят более полно охарактеризовать роль мохообразных и лишайников в генезисе гидрофильной фракции в континентальных районах. При более детальном анализе целесообразна оценка видов разных компонентов по степени стеноитности или эвритопности.

Другие направления развития сопряжённого анализа связаны с выявлением закономерностей организации гидрофильной фракции на территориях значительного масштаба, соответствующего уровню материков и континентов. В рамках этой области исследований актуально соотнесение общих трендов пространственного распределения разных компонентов флоры и структурно-функциональной роли каждого из них в пределах гидрофильной фракции. Особый интерес представляет выяснение характера обусловленности этих взаимосвязей.

К настоящему времени выявлены общие биогеографические закономерности пространственной организации биоты и её элементов. В качестве признаков, определяющих специфику пространственного распределения разных компонентов флоры, можно рассматривать некоторые особенности биологии и синэкологии. Среди них: 1) уровень стабилизации водного обмена (пойкилогидричность или гомойогидричность); 2) размеры и тип экологических ниш (с учётом характера их приуроченности к конкретному виду субстрата, элементам ландшафта разного уровня); 3) степень ценотической определённости (важна соотносительная значимость характеристик экотопа и фитоценоза) (Пчелкин, 1991; Ignatov, 1993, 2001; Урбанавичюс, 2001, 2009, 2011; Lücking, 2003; Нотов, 2009, 2012а, 2012в; Notov, 2010; и др.). С учётом этих характеристик выявлены общие закономерности пространственного распределения разных компонентов флоры на территориях большого масштаба, установлены ключевые факторы, обуславливающие направленность и структуру основных биогеографических трендов. Для сосудистых растений в качестве лимитирующего фактора во многих случаях выступает температурный режим, а распространение многих мохообразных и лишайников, являющихся пойкилогидрическими организмами, в значительной степени зависит от режима влагообеспеченности (Малышев, 1992; Ignatov, 1993, 2001; Урбанавичюс, 2001, 2009, 2011). Температурный фактор имеет для криптогамных групп косвенное значение и определяет доступность тех или иных субстратов (например, наличие и разнообразие древесных пород, растительных сообществ, весьма значимое для эпифитов) (Урбанавичюс, 2011). У сосудистых растений более чётко проявляется тенденция увеличения уровня видового богатства флор в широтном направлении с севера на юг, а наибольшее разнообразие мохообразных и лишайников сосредоточено в приокеанических и горных районах. У криптогамных групп более явно выражены долготные тренды (Нотов, 2009; Notov, 2010). Самые бедные бриофлоры и лишайнофлоры приурочены к равнинным территориям с резко континентальным климатом (Ignatov, 1993, 2001; Урбанавичюс, 2011). Максимальный уровень флористического богатства выявлен в регионах с субокеаническим и муссонным климатом и в горных районах. У криптогамного компонента характер проявления секторальных и зональных трендов более существенно зависит от геоморфологии и топографии территории. Динамику изменения соотносительного богатства региональных флор сосудистых растений и лишайников в широтном и долготном направлениях в некоторой степени отражают данные о лишайниковых коэффициентах разных регионов Земли и России (Урбанавичюс, 2009).

Для элементов гидрофильной фракции интенсивность действия отмеченных выше ключевых факторов существенно ослабевает благодаря специфическим особенностям водных и прибрежно-водных экотопов. Очевидно, что выявить отмеченные выше общие тренды пространственного распределения компонентов флоры при анализе гидрофильных фракций либо не удастся, либо они ока-

жуются сильно трансформированными. В этой связи подобные масштабные исследования приобретают особое значение. Они связаны с проблемой генезиса гидрофильной биоты в целом. Сопряжение данных по сосудистым и криптогамным элементам гидрофильной фракции позволит на ином качественном уровне рассмотреть вопросы формирования флоры гидрологических объектов на равнинных и горных территориях.

Самостоятельным направлением сопряжённого анализа элементов гидрофильной биоты может быть комплексная оценка флористического богатства водной и прибрежно-водной растительности на территориях значительного масштаба. Методические основы подобных исследований разработаны Н. В. Матвеевой (Чернов, Матвеева, 2002; Матвеева, 1998, 2009 и др.). Она проанализировала ассоциации растительного покрова Арктики, характер их распределения и состава вдоль температурного градиента с учётом сосудистых растений, мохообразных, лишайников. Подобный синтез геоботанического и флористического подходов с использованием сопряжённого анализа различных групп позволил выявить синэкологическую специфику разных компонентов флоры (Матвеева, 1998, 2009). Она проявляется в особенностях состава конкретных флор и в структуре растительного покрова. Оценено изменение соотносительной роли сосудистых растений, мохообразных, лишайников в растительном покрове и конкретных флорах (Чернов, Матвеева, 2002; Матвеева, 1998, 2009). Выявлены тенденции снижения уровня специфичности и возрастания степени типизации в широтном направлении, характер распределения зональных и интразональных элементов. Выявлены закономерности проявления зональных трендов в разных секторах модельной территории.

Таким образом, изучение гидрофильной биоты с позиции концепции сопряжённого анализа разных компонентов флоры будет способствовать не только развитию биогеографии, но и специальных таксономических, фитоценологических, системных исследований. Реализация необходимых комплексных программ, посвящённых гидрофильной фракции флоры, будет способствовать координации различных научных направлений и деятельности специалистов разного профиля.

Список литературы

- Камелин Р. В.* Процесс эволюции растений в природе и некоторые проблемы флористики // Теоретические и методические проблемы современной флористики: Материалы второго рабочего совещания по сравнительной флористики, Неринга, 1983. Л., 1987. С. 36–42.
- Кузьмичёв А. И.* Гидрофильная флора юго-запада Русской равнины и её генезис. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 215 с.
- Кузьмичёв А. И.* О понятии «гидрофильная флора» и сопряжённых с ним терминах // Гидрофильный компонент в сравнительной флористике фитобиоты России. Рыбинск, 2006. С. 192–194.
- Кузьмичёв А. И., Славгородский А. В.* Современная наука о гидрофитах: теоретический аспект // Гидрофильный компонент в сравнительной флористике фитобиоты России. Рыбинск, 2006. С. 13–50.
- Мальшев Л. И.* Биологическое разнообразие в пространственной перспективе // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. СПб., 1992. С. 41–52.
- Матвеева Н. В.* Зональность в растительном покрове Арктики. СПб., 1998. 220 с. (Труды БИН, вып. 21).
- Матвеева Н. В.* Видовое разнообразие растительных сообществ в Арктике // Виды и сообщества в экстремальных условиях. М., 2009. С. 190–208.
- Нотов А. А.* О проблеме сопряжённого биогеографического анализа разных компонентов биоты // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2009. Вып. 14. № 18. С. 195–220.
- Нотов А. А.* Основные направления развития концепции сопряжённого анализа компонентов флоры // Биоразнообразие: проблемы изучения и сохранения: Материалы Междунар. науч. конф. (г. Тверь, 21–24 нояб. 2012 г.). Тверь, 2012а. С. 54–57.
- Нотов А. А.* Сопряжённый анализ компонентов флоры как метод выявления флористической специфики природных комплексов разного уровня // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2012б. Вып. 28. № 25. С. 80–101.
- Нотов А. А.* Сопряжённый анализ компонентов флоры Тверской области: Дис. ... докт. биол. наук. М., 2012в. 453 с.
- Лапцров А. Г.* О терминологии экологических групп растений водоёмов // Гидрботаника: методология, методы: Материалы Школы по гидрботанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск, 2003. С. 5–22.
- Папченков В. Г.* О классификации растений водоёмов и водотоков // Гидрботаника: методология, методы: Материалы Шк. по гидрботанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск, 2003. С. 23–26.
- Папченков В. Г., Щербаков А. В., Лапцров А. Г.* Основные гидрботанические понятия и сопутствующие им термины. Проект. Рязань: Сервис, 2003. 20 с.
- Пчелкин А. В.* Использование принципа сопряжённости флоры сосудистых растений и лишайников для флористического районирования // Проблемы экологического мониторинга экосистем. Л., 1991. Т. 13. С. 176–188.
- Савич В. П.* Подводные лишайники // Тр. Первого Всерос. гидрол. съезда в Ленинграде, 7–14 мая 1924 г. Л., 1925. С. 532–533.
- Савич В. П.* Подводные лишайники // Споры растения. М.-Л., 1950. С. 148–170.

- Урбанавичюс Г. П. Как определить географический элемент лишайников // Тр. I рос. лихенол. школы (Апатиты, 6–12 авг. 2000 г.). Петрозаводск, 2001. С. 223–237.
- Урбанавичюс Г. П. Лишайниковый коэффициент и его значение в региональных лихенофлористических исследованиях // Новости систематики низших растений. Т. 43. М., 2009. С. 246–260.
- Урбанавичюс Г. П. Особенности разнообразия лихенофлоры России // Изв. РАН. Сер. геогр. 2011. № 1. С. 66–78.
- Чернов Ю. И., Матвеева Н. В. Ландшафтно-зональное распределение видов арктической биоты // Успехи совр. биологии. 2002. Т. 122. № 1. С. 26–45.
- Юрцев Б. А. Флора как природная система // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1982. Т. 87. Вып. 4. С. 3–22.
- Gueidan C., Roux C., Lutzoni F. Using a multigene phylogenetic analysis to assess generic delineation and character evolution in Verrucariaceae (Verrucariales, Ascomycota) // Mycol. Res. 2007. Vol. 111. P. 1147–1170.
- Gueidan C., Savi S., Thüs H., Roux C., Keller C., Tibell L., Prieto M., Heiðmarsson S., Breuss O., Orange A., Fröberg L., Wynns A. A., Navarro-Rosinés P., Krzewicka B., Pykälä J., Grube M., Lutzon F. Generic classification of the Verrucariaceae (Ascomycota) based on molecular and morphological evidence: recent progress and remaining challenges // Taxon. 2009. Vol. 58. № 1. P. 184–208.
- Ignatov M. S. Moss diversity patterns on the territory of the former USSR // Arctoa. 1993. Vol. 2. P. 13–47.
- Ignatov M. S. Moss diversity in the Western and Northern Palearctic // Arctoa. 2001. Vol. 10. P. 219–236.
- Lücking R. Takhtadjan's floristic regions and foliicolous lichen biogeography: a compatibility analysis // Lichenologist. 2003. Vol. 35. № 1. P. 33–54.
- Notov A. A. Concerning the problem of integrated biogeographic analysis of different component of biota // Wulfenia. 2010. Vol. 17. P. 1–23.

А. В. Празукин

К вопросу об иерархии обитаемых пространств многоклеточных водорослей

Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского
299011 Россия, Республика Крым, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2. E-mail: prazukin@mail.ru

Обитать – это находиться в определённых границах пространства и осуществлять в нем множественность функций, свойственных живому (Био). Другими словами, обитать – это функционировать в определённых естественных или искусственно создаваемых границах. Функционирование предполагает постоянную «подпитку», в виде вещественных, энергетических, а, соответственно, и информационных ресурсов извне.

По отношению к любым надтелесным (экологическим) объектам, обитание – это экологический процесс, организуемый обитателем или их группой в надтелесном пространстве (Хайлов и др., 2014). С позиций биогеохимии любые телесные объекты «обитают» в своих границах, например, в границах тела растения (Празукин, 2015).

Таким образом, обитаемое пространство – это пространство с определёнными границами, в пределах которых размещается и функционирует обитатель или группа обитателей. Предлагается различать телесные и надтелесные (экологические) обитаемые пространства (Хайлов и др., 2009; Празукин, 2015; Prazukin, 2014). Первые – в границах тела организма, вторые – в границах любых объектов экологического ранга. В последнем случае границы могут задаваться либо естественным, либо искусственным путём.

Ниже, на примере двух видов цистозир (*Cystoseira crinita* (Desf.) Bory, *C. barbata* (Good. et Wood.) в рамках выше высказанных утверждений рассмотрим пространственную иерархию многоклеточных водорослей и параметрически её опишем.

В иерархии обитаемых пространств цистозир выделим три уровня организации (Празукин, 2015; Prazukin, 2014), что не исключает других вариантов иерархии.

Первый уровень пространственной организации (организменный). Телесное пространство слоевища отдельно взятого макрофита – это пространство (объём тела, V_n), ограниченное его физической поверхностью (S_n , рис. 1 а), в котором находится некоторая живая масса (W) с удельным весом (ρ).

Величина V имеет в биологии название *biovolume* и его численное значение равно: $V_n = W/\rho$. Подстрочным символом n будем обозначать параметры объектов телесного (организменного) уровня организации, а подстрочным символом $n+k$ – надтелесные (экологические) уровни организации.

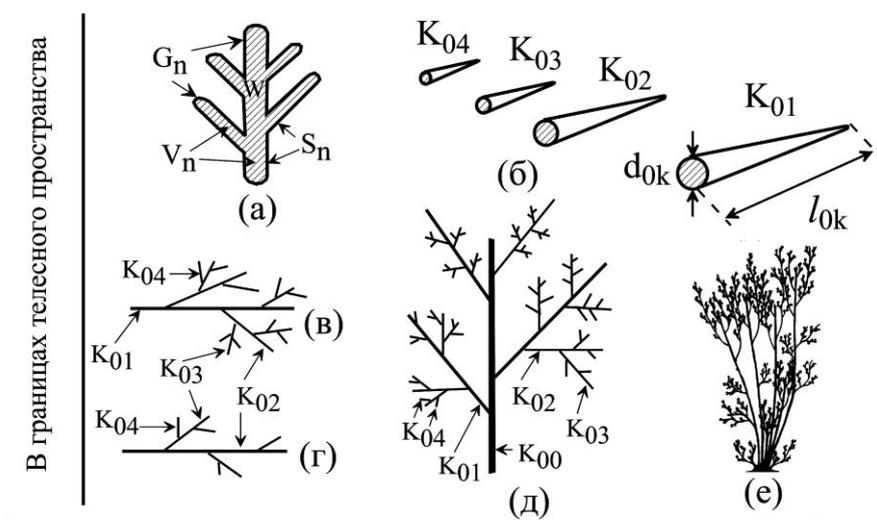
У цистозир объёмный талломный тип структуры, основной метамер – неветвистые участки объёмных талломов, в нашей терминологии – осевые структуры (рис. 1 б), которые морфологически

объединяются в ветви разного порядка (рис. 1 в, г) и в структуру целого растения (рис. 1 д, е). Ветвь рассматривается нами как сложно разветвлённый структурный элемент слоевища (иерархически организованный ансамбль осевых структур), обладающий собственной морфофункциональной структурой, закономерно меняющейся во времени.

В таком случае можно говорить об обитаемом пространстве в границах отдельной оси k – порядка (рис. 1 б), в границах разветвлённых объектов: ветвей разных порядков (рис. 1 в, г), вертикальных «побегов» (рис. 1 д) и целого растения (рис. 1 е). Каждая группа структур характеризуется характерными для них значениями длины (l_n), диаметра сечения (d_n), объёма занимаемого (обитаемого) пространства (V_n), площади поверхности (S_n), массы (W_n), и др. структурными и функциональными параметрами.

Важной характеристикой любого растительного объекта является показатель объёмной концентрации биоорганического вещества в его границах (C_{Wn}). Он рассчитывается как отношение сухой массы растения ($W_{\text{сух}}$) к геометрическому объёму растения (V_n). Здесь биоорганическое вещество растения – это вещество, созданное растением (созданное жизнью), оно включает в себя органические вещества и зольные элементы. На практике это абсолютно сухая масса растения.

Телесные системы



Надтелесные (экологические) системы

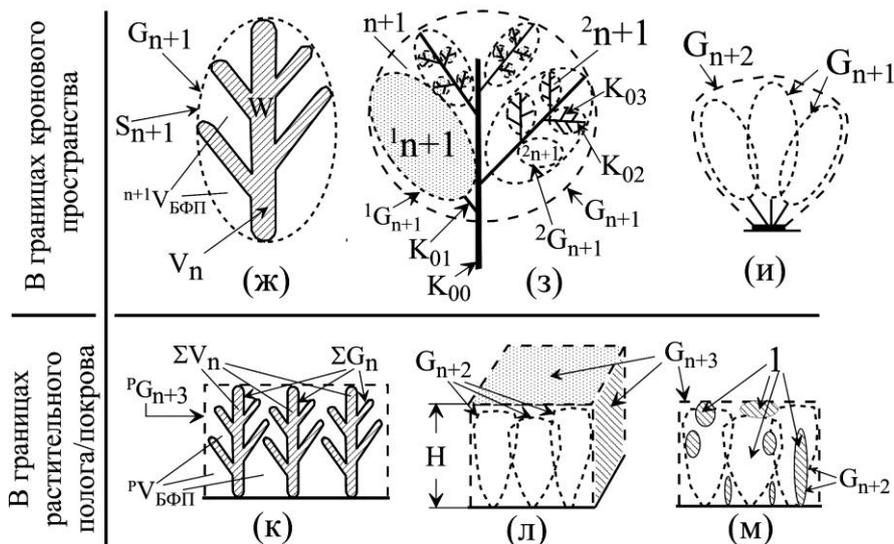


Рис. 1. Иерархия обитаемых пространств многоклеточных водорослей.

Модели фитосистем в границах телесного (а) и надтелесного (ж, к) пространства. Обитаемое пространство в границах осевых структур первого – четвёртого порядка, K_{01} – K_{04} (б), в границах ветви первого (в) и второго (г) порядка, в границах вертикального «побега» (д) и целого растения (когорты вертикальных «побегов») (е) *S. crinita*. з – кроновое пространство вертикального «побега» *S. crinita*

(n+1) с субкороновыми пространствами ветвей первого ($^1n+1$) и второго ($^2n+1$) порядка; л – надтелесное обитаемое пространство целого растения; полог популяции вида растения (л) и фитоценоза (м).

G_n – граница телесного пространства; G_{n+1} , $^1G_{n+1}$, $^2G_{n+1}$, G_{n+2} – геометрические границы кронового пространства целого растения и субкороновых пространств ветвей первого и второго порядка, и обитаемого пространства когорты растений соответственно; $^PG_{n+3}$ – геометрические границы полога популяции вида растения или фитоценоза; S_n , S_{n+1} – площадь поверхности телесных (n) и надтелесных (n+1) систем; $^PV_{БФП}$ – объём ближайшего функционального пространства в границах ($^PG_{n+3}$) полога популяции вида растения; Н – высота растительного полога; 1 – обитаемые пространства разных видов водорослей, входящие в состав фитоценоза. Остальные обозначения в тексте.

Данные по $C_{W,n}$ в осевых структурах *C. crinita*, представленные на рис. 2, основанные на большой выборке разновозрастных слоевищ цистозир, произрастающих на глубинах 1,5 – 4 м в условиях разной подвижности воды и освещённости, дают представление о пределах варьирования (200–500 мг (сухой массы) / см³) этой характеристики в границах телесного пространства цистозир.

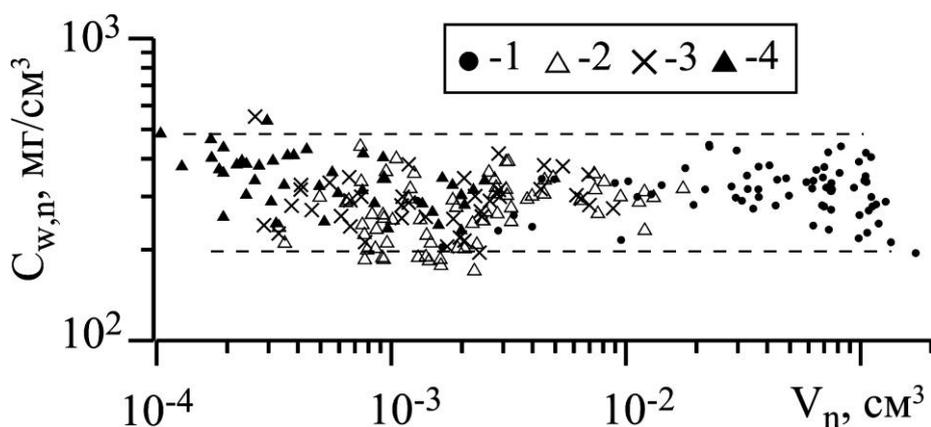


Рис. 2. Соотношение объёма телесного пространства (V_n), с одной стороны а, с другой, объёмной концентрации сухого вещества ($C_{W,n}$) в осевых структурах *C. crinita* (1–4 – осевые структуры первого – четвёртого порядка ветвления).

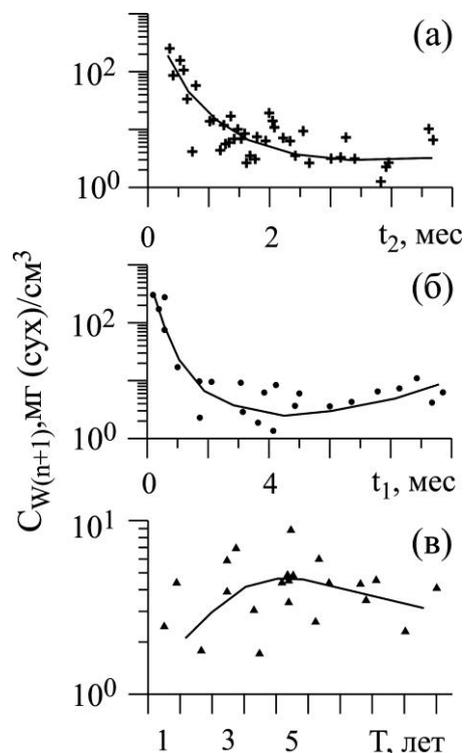


Рис. 3. Изменение концентрации сухого вещества ($C_{W(n+1)}$) в надтелесном пространстве ветвей второго (а), первого (б) порядка и кроновом пространстве вертикальных побегов (в) *C. crinita* в их онтогенезе (t_2 , t_1 , T).

Второй уровень пространственной организации (экологический). «Кроновые и субкороновые» пространства. Тело растения своим расположением «захватывает» часть внешнего пространства, внешняя граница (G_{n+k}) которого проходит по контуру окончаний структурных элементов растения (рис. 1 ж). Сложно-разветвлённые растения формируют кроновые и субкороновые пространства (рис. 1 з). В отличие от ботанического, корпорального образа кроны (*biovolume*) её экологический образ включает в себя, прежде всего, занимаемый ею объём (V_{n+1} , *ecovolume*) с индивидуальной массой растения, W_n . Другими словами, в границах кронового пространства (V_{n+1}), например, водного растения размещается его телесная масса (W_n), занимающая соответствующий объём (V_n) и вода с растворёнными и взвешенными в ней веществами, заполняющая весь объём ближайшего функционального пространства, БФП ($V_{БФП}$): $V_{n+1} = V_n + V_{БФП}$ (рис. 1 ж). Объёмная концентрация биоорганического вещества в границах кронового пространства рассчитывается по уравнению: $C_{W_{n+1}} = W_{сух} / V_{n+1}$

Для *C. crinita* надтелесное обитаемое пространство всего растения – это пространство, определяемое группой (когортой) разновозрастных вертикальных «побегов», растущих от общей подошвы (n+2, рис. 1 и). У *C. barbata* от подошвы отходит, как правило, один вертикальный ствол (Калугина-Гутник, 1975, рис. д) и поэтому для этого вида надтелесное обитаемое пространство всего расте-

ния совпадает с кроновым пространством отдельного вертикального «побега» ($n+1$, рис. 1 з). Названные пространства не имеют физических границ. На рисунках (рис. 1 ж–и) границы показаны пунктирной линией.

Границами G_{n+2} , G_{n+1} , ${}^1G_{n+1}$, ${}^2G_{n+1}$, соответственно, выделяются надтелесные пространства разного масштаба: когорты вертикальных побегов (V_{n+2}), отдельного вертикального «побега» (V_{n+1}), ветвей первого (${}^1V_{n+1}$) и второго (${}^2V_{n+1}$) порядков ветвления, в которых с разной плотностью размещается масса таллома.

Форма и размер вышеназванных обитаемых пространств и, соответственно, концентрация биоорганического вещества в них ($C_{W_{n+k}}$) закономерно меняются в онтогенезе (рис. 3) и в разной степени зависят от условий подвижности воды.

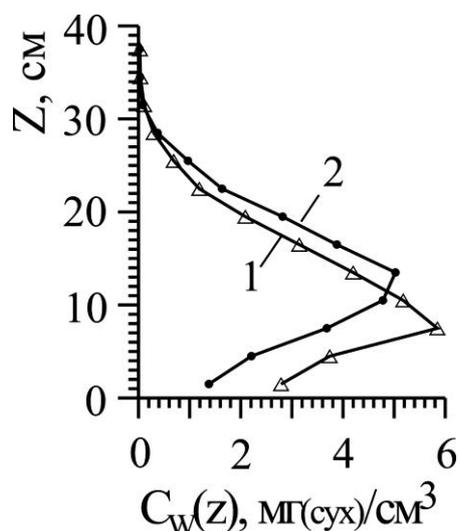


Рис. 4. Вертикальное распределение объемной концентрации сухой массы ($C_{w(n+3)}$) по высоте (Z) растительного покрова популяции *C. crinita* на глубине 1 (1) и 4 (2) м.

ная с объектов телесного уровня организации и заканчивая растительным пологом ($V_n \subset V_{n+1} \subset V_{n+2} \subset V_{n+3}$), в каждом из которых поддерживаются характерные диапазоны концентраций биоорганического вещества и уровни обмена веществ (Празукин, 2015).

Представленный в статье формализованный подход описания фитосистем через понятие «обитаемое пространство» позволяет однотипно описывать и, соответственно, сравнивать фитосистемы разного уровня организации, организменного и экологического.

Список литературы

- Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Чёрного моря. Киев: Наук. думка, 1975. 248 с.
 Празукин А. В. Экологическая фитосистемология. М.:Перо, 2015. 375 с.
 Хайлов К. М., Празукин А. В., Смолев Д. М. Ключевые слова о жизни для начала XXI века (общенаучный взгляд). М.:Перо, 2014. 177 с.
 Хайлов К. М., Празукин А. В., Смолев Д. М., Юрченко Ю. Ю. Школа биогеоэкологии. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. 325 с.
 Prazuikin A. V. Hierarchy and parametric representation of bio-inert phytosystems // Ecology and Noospherology. 2014. Vol. 25, № 1–2. P. 5–18.

Н. П. Савиных
Структурно-морфологические особенности цветковых растений
в условиях переменного увлажнения

Вятский государственный гуманитарный университет, Институт естественных наук
 610002 Россия, г. Киров, ул. Красноармейская, 26. E-mail: savva_09@mail.ru

Изучение биоморфологии растений в последние десятилетия показали их основные адаптации к существованию в водных и прибрежно-водных условиях. Известно, что эти биотопы для цветковых растений вторичны. Согласно представлениям о преадаптациях, отдельные признаки, обеспечивающие существование организмов в современных условиях, формируются в ценозах, предшествующих им в ходе трансформации растительности. Цель данного исследования: на примере модельных видов установить особенности структурной организации и биологии растений в условиях переменного увлажнения. Это – территории: 1) временно заливаемые в течение вегетационного сезона: с закреплённым (по берегам водоёмов) и незакреплённым (пляжи и зона мелководий) субстратом; 2) не всегда заливаемые водой, но с меняющимся уровнем влажности (удаленные от русла участки на месте бывших небольших водоёмов в поймах рек); 3) болотистые местообитания в поймах рек. Во всех этих сообществах растения в течение некоторого времени существуют в условиях избыточного увлажнения. Позднее, после спада воды условия становятся вполне мезофитными.

Как модельные виды избраны: зюзник европейский – *Lycopus europaeus* L., мята полевая – *Mentha arvensis* L., валериана лекарственная – *Valeriana officinalis* L., норичник шишковатый – *Scrophularia nodosa* L., василисник простой – *Thalictrum simplex* L., белокопытник ложный – *Petasites spurius* (Retz.) Reichenb., проломник нитевидный – *Androsace filiformis* Retz., дербенник иволистный – *Lythrum Salicaria* L., чистец болотный – *Stachys palustris* L., таволга вязолистная – *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.

В основу методологии исследования положены представления о растении как особой природной (биологической) системе – морфологически непрерывном организме, все части которого пространственно и физиологически связаны между собой и обособлены от других организмов (Шафранова, 1990). Экологические предпочтения модельных видов определены по шкалам Д. Н. Цыганова (1983). Охарактеризованы факторы среды по шкалам: термоклиматической, континентальности климата, аридности/гумидности, криоклиматической, увлажнения почв, солевого режима почв, кислотности почв, богатству почв азотом, освещённости / затенения, переменности увлажнения. Основное внимание в данной работе обращено на шкалы, характеризующие увлажнение почв и переменность увлажнения. К сожалению, показатели по последнему фактору приведены не у всех видов.

Модульная организация описана по Н. П. Савиных (2008 и др.), структурно-функциональная зональность побегов – согласно представлениям И. В. Борисовой, Г. А. Поповой (1990) с дополнениями.

Экологические предпочтения. По отношению к степени увлажнения все модельные виды характеризуются, за исключением *Petasites spurius*, как эврибионтные: способны существовать в условиях широкого диапазона ступеней по шкале увлажнения почв (табл.).

Таблица. Экологические предпочтения модельных видов по шкалам увлажнения почв и переменности увлажнения (по шкалам Д. Н. Цыганова, 1983).

№	Название растения	Значения по шкалам		№	Название растения	Значения по шкалам	
		Увлажнения почв (из 23 ступеней)	Переменности увлажнения (из 11 ступеней)			Увлажнения почв (из 23 ступеней)	Переменности увлажнения (из 11 ступеней)
1	<i>Lycopus europaeus</i>	11–21	3–7	6	<i>Valeriana officinalis</i>	11–19	Нет значений
2	<i>Mentha arvensis</i>	9–19	Нет значений	7	<i>Scrophularia nodosa</i>	9–19	Нет значений
3	<i>Petasites spurius</i>	11–15	Нет значений	8	<i>Thalictrum simplex</i>	7–17	5–8
4	<i>Androsace filiformis</i>	7–19	Нет значений	9	<i>Lythrum salicaria</i>	9–21	3–9
5	<i>Stachys palustris</i>	11–19	5–10	10	<i>Filipendula ulmaria</i>	9–20	1–11

Модульная организация. Модульная организация и особенности биологии модельных видов описаны ранее¹. В настоящем сообщении предпринята первая попытка обобщения данных об особенностях структурной организации растений в условиях переменного увлажнения, обеспечивающих существование их при значительном уровне увлажнения при переменности его в течение вегетационного периода. Наиболее значительными из них считаем следующие:

1. **Изменение объёма и состава промежуточных почек при сохранении многолетности, общего плана строения и особенностей развития монокарпических побегов, свойственных травам-мезофитам** у ряда видов средних и высоких пойм. Так, у *Thalictrum simplex* в промежуточных почках на верхушках геофильных побегов в промежуточной фазе их развития к концу вегетационного сезона содержится не только вегетативный участок монокарпического побега, но и всё или часть соцветия. Это компенсирует сокращение вегетационного периода у этих растений из-за весеннего половодья (Савиных и др., 2014).

2. **Формирование особых запасающих структур** в базальных участках побегов свойственно *Scrophularia nodosa*, *Valeriana officinalis*, *Filipendula ulmaria*. Это – моноцентрические растения. Надземный участок монокарпического побега у них соответствует таковому у трав-мезофитов. Специфична структура их базальных геофильных участков. У *S. nodosa* осенью он образован двумя типами модулей. В основании короткое междоузлие, узел, чешуевидные листья и почки возобновления и такие же метамеры с более мелкими почками и придаточными корнями; иногда встречаются метамеры с длинными междоузлиями и отмершими листьями. Стебель этого участка и оси большей части боковых почек значительно утолщены к концу вегетационного периода, отчего структура геофильного побега в промежуточную фазу развития побега имеет шишковидную форму. На верхушке располагается промежуточная вегетативная почка из нескольких листовых зачатков и конуса нарастания (Савиных и др., 2014).

Почка возобновления *V. officinalis* окончательно формируется во второй вегетационный сезон. К осени они округлые из-за медуллярного утолщения оси, длиной от 1,7 до 0,5 см, шириной от 0,1 до 0,8 см с ёмкостью до 8 листовых зачатков (Савиных, Белоглазова, Копысов, 2014).

Запасание питательных веществ путём медуллярного утолщения оси свойственно и *F. ulmaria* (Савиных, Михайлова, 2013). Это обеспечивает особям всех видов быстрое развитие побегов после периода покоя и существование на затопляемых территориях в течение менее короткого периода вегетации, особенно на пойменных лугах. После использования всех веществ оси стебля на их месте формируется полость, как и в выше расположенной части побега. Таким образом, растение обеспечивается ещё и газами при существовании на затопляемых участках.

3. **Морфологическая поливариантность** определяет у некоторых растений значительную экологическую пластичность. Так, *Mentha arvensis* встречается в виде трёх эковиоморф: водной, прибрежной и наземной. Структурным элементом побеговой системы *M. arvensis* является монокарпический побег со всеми типичными структурно-функциональными зонами (Савиных и др., 2014). Они различаются по наличию подземных участков, их ветвлению к концу вегетационного сезона, сохранению листьев в средней зоне торможения. Особое значение имеет наличие геофильных участков. У всех растений нет резидов прошлых лет. По-видимому, у этого растения морфологическая дезинтеграция ранняя и полная, участки прошлогодних побегов отмирают по мере развития геофильных побегов следующего порядка. К осени практически из всех пазушных почек подземного участка исходного побега развиваются боковые побеги, они ветвятся. В результате на основе исходного монокарпического побега формируется недолго живущая система побегов нескольких порядков ветвления – система зрелого моноподиального побега (терм.: Савиных, 1978), которая является основным модулем в побеговой системе *M. arvensis*. В составе этой сложной системы имеется множество растущих участков – геофильных побегов с терминальными вегетативными промежуточными почками. Это – тенденция к формированию однолетников-поликарпиков вегетативного происхождения – одна из тех, которые обеспечивают растению при минимальных затратах высокую энергию вегетативного расселения, размножения и воспроизведения, что достаточно часто встречается у настоящих гигро- и гидрофитов. Эти же особенности характеризуют и *Lycopus europaeus*. Дополнительно у побегов этого растения реализуются все почки и надземной части побега (Чазова, Шабалкина, 2014). В результате формируется значительная ассимилирующая поверхность растения, которая обеспечивает развитие и ветвление базальных участков с большим числом ростовых окончаний и высокую семенную репродукцию.

¹ Конкретные работы указаны при описании отдельных видов.

4. **Морфологическая дезинтеграция** обеспечивает этим растениям существование отдельной особи как однолетника монокарпика вегетативного происхождения (монокарпичность рамет) с поликарпичностью растения в целом. Эта тенденция в развитии особей преобладает у многих водных и прибрежно-водных растений.

Морфологическая поливариантность свойственна и однолетникам-монокарпикам, как *A. filiformis*. Для оценки её у этого вида использованы признаки: интенсивность ветвления (по числу боковых побегов), диаметр базальной розетки, число листьев; длину оси и число цветков в соцветии главного и боковых побегов, общее число цветков. Оказалось, что в значительной степени варьируют все признаки: диаметр розетки от 4,2 до 7,7 см; число листьев от 6 до 39; длина главного цветоноса от 9,4 до 16,5 см; число цветков в главном соцветии – от 11 до 57; длина боковых побегов от 2 до 11,9 см; число цветков на боковых побегах от 1 до 30 (Савиных и др., 2014).

Особо значимо отличаются число листьев и цветков в соцветиях. Эти признаки свидетельствуют об активности органообразовательной деятельности апикальных меристем главного и боковых побегов по числу формируемых ею элементарных модулей. Варибельность этих признаков обеспечивает максимально высокую в конкретных условиях семенную репродукцию. Именно этот тип репродукции обеспечивает самоподдержание ценопопуляции этих видов. Вышесказанное подтверждает тенденцию участия однолетников-монокарпиков в составе растений, существующих в условиях и переменного увлажнения, и прибрежий.

5. У поликарпиков малолетников вегетативного происхождения на незакреплённых субстратах (*Petasites spurius*), как и у некоторых вегетативно-подвижных гигрофитов типа *Rorippa amphibia* (Шабалкина, 2013; Шабалкина, Савиных, 2012 и др.), **меняется структурно-функциональная зональность монокарпических побегов** по мере их формирования, а развитие их зависит от положения почек относительно уровня субстрата.

Монокарпический побег *P. spurius* олигоциклический монокарпический, способен неоднократно возобновляться после засыпания песком с образованием нескольких геофильных участков (мы назвали их геофильный побег I и II) и развивается в зависимости от производных его почек и состояния субстрата с разной последовательностью фаз (Савиных и др., 2014):

1. Из почек геофильного участка I побега на подвижном субстрате: почка – ортотропный удлинённый геофильный побег I – вегетативный ассимилирующий побег – анизотропный удлинённый с горизонтальным участком геофильный побег II – анизотропный с ортотропным вегетативно-генеративным участком в азе бутонизации – цветения – плодоношения.

2. Из почек в пазухах листьев срединной формации на подвижном субстрате: почка – вегетативный ассимилирующий побег – анизотропный удлинённый с горизонтальным участком геофильный побег II – анизотропный с ортотропным вегетативно-генеративным участком в фазе бутонизации – цветения – плодоношения.

3. Из почек в пазухах листьев срединной формации на неподвижном субстрате: почка – вегетативный ассимилирующий побег – анизотропный с ортотропным вегетативно-генеративным участком в фазе бутонизации – цветения – плодоношения.

Цветёт *P. spurius* не часто. Наиболее обычны побеги с неполным циклом развития, которые обеспечивают вегетативное разрастание и размножение этого растения с образованием крупных клонов.

У монокарпического побега белокопытника ложного не выражены типичные для таких побегов трав-мезофитов структурно-функциональные зоны. Побеги возобновления способны формироваться из разных по положению на побеге почек. Структурно удлинённый геофильный участок I соответствует нижней зоне торможения, розеточный с листьями срединной формации – зоне возобновления, удлинённый геофильный участок II – средней зоне торможения, первые метамеры ортотропного розеточного вегетативно-генеративного участка – зоне обогащения. Условия переменного увлажнения и достаточная влажность под почти полным перекрытием поверхности крупными листьями позволяют расширение функций особенно зон обогащения и нижней торможения у этого растения, что без сомнения является важнейшей адаптацией к существованию в условиях подвижного субстрата и переменного увлажнения. Это явление мы склонны обозначить как структурно-функциональную дедифференциацию: своего рода разбалансировку деления монокарпического побега на отдельные участки согласно их функциям.

6. **Сочетание признаков** свойственно *Stachys palustris* – вегетативно подвижному столонно-клубневому однолетнику вегетативного происхождения с ранней морфологической дезинтеграцией, растущему в воде, по берегам водоёмов и вдали от уреза воды. Во всех случаях ко времени цветения все базальные участки монокарпического побега отмирают, морфологически сохраняются лишь от-

мершие покровы стебля stolона и клубней. В них после использования питательных веществ образуются воздушные полости, что особенно важно в условиях затопления и в воде.

Развитие монокарпического побега *S. palustris* определяется чередованием следующих фаз (по И. Г. Серебрякову, 1959): почка – промежуточные фазы (столон 1 – клубень – столон 2) – вегетативный ассимилирующий побег – фаза бутонизации, цветения, плодоношения (Савиных, Сивков, 2015). Из всех почек надземной и надводной частей к осени формируются побеги с разным числом междоузлий и степенью ветвления вегетативных и репродуктивных структур, числом соцветий и степенью сформированности последних. У побегов этого растения средняя зона торможения не принимает на себя новые функции, как у побегов типичных гигрогелофитов. Но значительно усиливает воздушное питание растения, что при отсутствии многолетних частей с запасом питательных веществ, имеет существенное значение для обеспечения успешной репродукции, особенно – вегетативной. Длительная вегетация монокарпических побегов у *S. palustris* поздним летом и в начале осени, по-видимому, компенсирует редукцию фазы вторичной деятельности в его развитии и обеспечивает поликарпичность растению в целом при монокарпичности его рамет.

7. Способ закрепления особи в пространстве. Особое место среди изученных растений и известных гигрогелофитов умеренной зоны занимает *Lythrum salicaria* – поликарпик; многолетнее травянистое вегетативно неподвижное моноцентрическое летне-зелёное растение с монокарпическими побегами (Савиных, Белоглазова, 2015). Участок нижней зоны торможения у *L. salicaria* имеет значительные отличия от такового у трав-мезофитов. Здесь выделяется два участка: с толстыми (в диаметре более 5 мм из-за разрастания древесины, в длину до 15 см) придаточными корнями, которые располагаются на покрытой водой территории, закоривают растение в грунте, содержат запас питательных веществ и с тонкими (в ярусе травяной ветоши), видимо, питающими придаточными корнями. Оба эти участка в отличие от такового у монокарпических трав мезофитов являются частями ортотропного в целом побега.

Выводы

1. У цветковых растений в условиях переменного увлажнения наблюдаются следующие тенденции морфологических адаптаций обеспечивающие их существование условиях более высокой влажности:

1.1. Монокарпичность рамет с максимально возможной площадью ассимилирующей поверхности и захвата территории.

1.2. Структурная дедифференциация в отдельных участках монокарпического побега с последующим расширением спектра их функций.

1.3. Пролонгация фазы промежуточной почки в онтогенезе монокарпического побега в виде полной сформированности его в почке с сохранением структурно-функциональной организации побегов трав-мезофитов.

1.4. Полная реализация всего спектра почек и монокарпичность генет.

2. Следствия реализации этих тенденций:

2.1. Снимаются запреты в развитии побегов.

2.2. Расширяются возможности формирования более сложных по степени ветвления побеговых систем.

2.3. Обеспечивается автономность МК.

2.4. Становится возможной ранняя морфологическая дезинтеграция растений.

2.5. Появление особой биоморфы – поликарпик однолетник вегетативного происхождения

Список литературы

Борисова И. В., Попова Г. А. Разнообразие функционально-зональной структуры побегов многолетних трав // Бот. журн. 1990. Т. 75, № 10. С. 1420–1426.

Савиных Н. П. Побегообразование и большой жизненный цикл *Veronica officinalis* L. // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1978. Т. 83, вып. 4. С. 123–133.

Савиных Н. П., Безмельцева О. М., Васильевых П. В. Экология и побегообразование василистника простого // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (2–3 декабря 2014 г). Кн. 1. (г. Киров, 2–3 декабря 2014 г.) Киров: Изд-во ООО "Веси", 2014. С. 79–83

Савиных Н. П., Белоглазова Е. А. Побегообразование дербенника иволистного с позиции модульной организации // Механизмы устойчивости и адаптации биологических систем к природным и техногенным факторам: Сб. материалов Всерос. науч. конф. (22–25 апреля 2015 г.). Киров: Изд-во ООО «ВЕСИ», 2015. С. 152–155.

Савиных Н. П., Белоглазова Е. А., Копысов А. А. Экология и структура побеговых систем валерианы лекарственной // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XII Всерос.

науч.-практ. конф. с междунар. участием (2–3 декабря 2014 г.). Кн. 1. (г. Киров, 2–3 декабря 2014 г.) Киров: Изд-во ООО "Веси", 2014. С. 70–74.

Савиных Н. П., Мальцева Т. А. Модуль у растений как структура и категория // Вестн. ТвГУ. Сер. «Биология и экология». 2009. Вып. 9. С. 227–234.

Савиных Н. П., Михайлова Е. А. Побегообразование таволги вязолистной (*Filiperndula ulmaria* (L.) Maxim.) // Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностики живых систем: материалы XI всерос. науч.-практ. конф.-выставки инновационных экол. проектов с междунар. участием, 26–28 ноября 2013 г. Киров: Веси, 2013. С. 259–262.

Савиных Н. П., Михайлова Е. А., Шарова А. Н. Экология и побегообразование норичника шишковатого // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (2–3 декабря 2014 г.). Кн. 1. (г. Киров, 2–3 декабря 2014 г.) Киров: Изд-во ООО "Веси", 2014. С. 83–87.

Савиных Н. П., Мищян А. И., Чазова И. В. Экология и побегообразование мяты полевой // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (2–3 декабря 2014 г.). Кн. 1. (г. Киров, 2–3 декабря 2014 г.) Киров: Изд-во ООО "Веси", 2014. С. 74–79.

Савиных Н. П., Шабалкина С. В., Шаклеина М. Н. Побегообразование белокопытника ложного // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (2–3 декабря 2014 г.). Кн. 1. (г. Киров, 2–3 декабря 2014 г.) Киров: Изд-во ООО "Веси", 2014. С. 66–70.

Савиных Н. П., Шабалкина С. В., Дьякова С. А., Филимонова М. С. Биоморфология и экология проломника нитевидного 2014 // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: Материалы XII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (2–3 декабря 2014 г.). Кн. 1. (г. Киров, 2–3 декабря 2014 г.) Киров: Изд-во ООО "Веси", 2014. С. 59–63.

Савиных Н. П., Сивков А. А. Побегообразование чистеца болотного // Механизмы устойчивости и адаптации биологических систем к природным и техногенным факторам: Сб. материалов Всерос. науч. конф. (22–25 апреля 2015 г.). Киров: Изд-во ООО «ВЕСИ», 2015. С. 148–151.

Серебряков И. Г. Типы развития побегов у травянистых многолетников и факторы их формирования // Учён. записки МГПИ им. Потёмкина. М., 1959. Т. 100 (каф. ботаники). Вып. 5. С. 3–37.

Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 197 с.

Чазова И. В., Шабалкина С. В. Побегообразование зюзника европейского с позиций модульной организации // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: материалы XII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Книга 1. (г. Киров, 2–3 декабря 2014 г.). Киров: Изд-во ООО «Веси», 2014. С. 63–66.

Шабалкина С. В. Биоморфология некоторых видов рода *Rorippa* Scopoli (сем. *Cruciferae*): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2013. 22 с.

Шабалкина С. В., Савиных Н. П. Биоморфология *Rorippa amphibia* (*Brassicaceae*) // Раст. ресурсы. 2012. Т. 48, вып. 3. С. 315–325.

Шафранова Л. М. Растение как жизненная форма (к вопросу о содержании понятия «растение») // Журн. общей биологии. 1990. Т. 51. № 1. С. 72–88.

Б. Ф. Свириденко¹, Т. В. Свириденко¹, А. Н. Ефремов², О. Е. Токарь³, К. С. Евженко⁴

Редкие виды макроскопических водорослей Западно-Сибирской равнины

¹Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
628412 Россия, ХМАО – Югра, Тюменская обл., г. Сургут, ул. Энергетиков, 22.

E-mail: bosviri@mail.ru, tatyanasv29@yandex.ru

²Проектный институт реконструкции и строительства объектов нефти и газа
644033 Россия г. Омск, ул. Красный путь, 153/2. E-mail: stratiotes@yandex.ru

³Филиал Тюменского государственного университета в г. Ишиме
627750 Россия, Тюменская обл., г. Ишим, ул. Ленина, 81.

⁴Омский государственный педагогический университет
644000 Россия, г. Омск, ул. Интернациональная, 6

Макроскопические водоросли Западно-Сибирской равнины в таксономическом отношении изучены относительно слабо, в связи с чем актуальной задачей является получение новой информации о видовом составе, распространении, экологии, фитоценологических связях представителей этой габитуальной группы низших растений. Макроскопические водоросли входят в состав растительных группировок разнотипных водных объектов совместно с высшими гидрофитами и нередко выполня-

ют функции доминантов и содоминантов, ведущих продуцентов первичного органического вещества и средообразователей. Все активнее используются макроскопические водоросли в системах фитоиндикации качественного состояния водной среды. Перспективно применение этих растений в технологиях рекультивации и ремедиации поверхностных вод при антропогенных загрязнениях. Выявление редких видов даёт основание для включения их в списки региональных изданий Красных книг. Важный аспект представляет флорогенетическое направление исследований, обеспечивающее объективным материалом теоретическую реконструкцию истории развития водных парциальных флор регионов.

К редким на Западно-Сибирской равнине можно отнести до 20 видов, известных только в 1–5 пунктах, в том числе: *Chara aculeolata*, *C. baueri*, *C. kirghisorum*, *Nitella confervacea*, *Percursaria percursa*, *Spirogyra daedalea*, *S. hungarica*, *S. mirabilis*, *S. subcolligata*, *Vaucheria aversa*, *V. schleicheri*. Малое число местонахождений не всегда связано с реальной редкостью видов, но также и с недостаточной изученностью некоторых из них. Приводим местонахождения редких и слабо изученных видов с указанием условий обитания, проективного покрытия доминантов, даты сбора.

Отдел *Charophyta*, порядок *Charales*.

1. *Chara aculeolata* Kützing (= *C. intermedia* A. Br.) считается широко распространённым в Европе (Голлербах, Красавина, 1983). На Западно-Сибирской равнине известно 5 местонахождений, в том числе нами вид отмечен в Тюменской обл.: Викуловский р-н, 1 км сев.-вост. пос. Озёрное (56°48' с. ш., 71°16' в. д.), оз. Среднее, глубина 1,8 м, грунт – опесчаненный ил, ценоз *Chara aculeolata* (ПП 80%) + *Potamogeton lucens* (ПП 5%), 15.08.2009 (Свириденко и др., 2009, 2012; Токарь, 2011).

2. *Chara baueri* A. Br. (= *C. scoparia* Bauer ex Reich.) известен в Европе (Германия, Австрия, Италия, Швеция, Литва), где считался исчезнувшим с конца 19 в., а также в Австралии (Krause, 1997; Raabe, 2009). Впервые в Азии вид найден в водном пункте на Западно-Сибирской равнине: Казахстан, Северо-Казахстанская обл., окр. г. Петропавловска (54°51' с. ш., 69°22' в. д.), временный водоём, глубина 0,1–0,3 м, почвогрунт, проценоз *Potamogeton pusillus* (ПП 5–20%) + *Chara baueri* (ПП 10–15%) + *Nitella confervacea* (ПП 5%) + *Lemna trisulca* (ПП 50–80%) + *Limosella aquatica* (ПП 5%), 02.10.1994 (Свириденко, Свириденко, 1995; Langangen, Sviridenko, 1995; Свириденко, Свириденко, 2009).

3. *Chara kirghisorum* Lessing emend. Hollerb. (= *C. tatarica* Lessing; *C. contraria* f. *jubataeformis* Vilh.) известен в Казахстане и Средней Азии, в европейской части России, в Западной Сибири (Доброхотова, 1953; Голлербах, Красавина, 1983). На Западно-Сибирской равнине отмечен в 1 пункте: Казахстан, Павлодарская обл., Экибастузский р-н (52°00' с. ш., 75°25' в. д.), водохранилище-охладитель Экибастузской ГРЭС-2, глубина 1,0–3,0 м, грунты – чистый и заиленный песок, тёмно-серый, чёрный ил, фитоценозы: *Chara kirghisorum* (ПП 5–20%); *Myriophyllum spicatum* (ПП 70%) + *Chara kirghisorum* (ПП до 5%); *Ceratophyllum demersum* (ПП 50%) + *Chara kirghisorum* (ПП до 5%), 17.09.2012 (Свириденко, Убаськин, Свириденко, 2012).

4. *Nitella confervacea* A. Br. (= *Chara batrachosperma* Reich.; *Nitella batrachosperma* (Reich.) A. Br.; *N. nordstediana* Gr.; *N. gracilis* var. *confervacea* Brebisson) известен из Европы, включая европейскую часть России (Голлербах, Красавина, 1983; Krause, 1997) На Западно-Сибирской равнине отмечен в 2 пунктах: Казахстан, Северо-Казахстанская обл., Джамбульский р-н (54°13' с. ш., 66°48' в. д.), оз. Загонное, глубина 0,3 м, грунт – тёмно-серый ил, фитоценоз *Nitella confervacea* (ПП 20–30%) + *Chara fragilis* (ПП 10%) + *Potamogeton pusillus* (ПП 5–10%) + *Cladophora glomerata* (ПП 5%) + *Lemna trisulca* (ПП 5%), 27.06.1991, 08.08.1991; там же, окр. г. Петропавловска (54°51' с. ш., 69°22' в. д.), временный водоём, глубина 0,1–0,3 м, почвогрунт, *Potamogeton pusillus* (ПП 5–20%) + *Chara baueri* (ПП 10–15%) + *Nitella confervacea* (ПП 5%) + *Lemna trisulca* (ПП 50–80%) + *Limosella aquatica* (ПП 5%), 02.10.1994 (Свириденко, Свириденко, 2009).

Отдел *Chlorophyta*, порядок *Ulvales*.

1. *Percursaria percursa* (Ag.) Bory (= *Enteromorpha percursa* Ag.; *Diplonema percursa* (Ag.) Kjellm.; *D. confervoideum* Lyngb.) считается морским видом. В России известен в Чёрном, Балтийском, Белом, Беринговом, Японском морях (Мошкова, Голлербах, 1986), недавно обнаружен в Центральной Сибири (Судакова, Егорова, 2009). В континентальных регионах *P. percursa* отмечали в единичных пунктах Евразии (Воронихин, 1951; Попова, 1980; Lederer et al., 2000) и Северной Америки (Londry, Badiou, Grasby, 2005). Этот редкий для Западно-Сибирской равнины вид известен в 2 пунктах: в Новосибирской обл. в оз. Чаны (Попова, 1980) и в Омской обл.: Черлакский р-н (54°33' с. ш., 74°18' в. д.), оз. Горки, глубина 0,1–1,1 м, грунты – чёрный и тёмно-серый ил, песок, ценоз *Cladophora glomerata* (ПП 5–100%) + *Percursaria percursa* (ПП 5%), 06.07.2014.

Отдел *Chlorophyta*, порядок *Zygnematales*.

1. *Spirogyra daedalea* Lagerh. известен как редкий вид на юге России, Украине, в Западной Европе, Северной Индии, Северной Америке (Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). Это новый для За-

падно-Сибирской равнины вид найден в 1 пункте: Омская обл., Саргатский р-н, окр. пос. Урусово (54°55' с. ш., 74°42' в. д.), канава, глубина 0,5 м, грунты – заиленная глина, серый ил, проценоз *Potamogeton lucens* (ПП 10%) + *Utricularia vulgaris* (ПП 40%) + *Drepanocladus aduncus* (ПП 10%) – *Lemna trisulca* (ПП 10%) + синузия *Spirogyra neglecta*, *S. daedalea*, *S. weberi* (ПП 5–10%), 11.07.2014.

2. *Spirogyra hungarica* Langer известен из Европы (Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). На Западно-Сибирской равнине отмечен в 1 пункте: Омская обл., Большереченский р-н, окр. пос. Шуево (56°31' с. ш., 74°39' в. д.), оз. Кольтюбаевка, глубина до 1,0 м, грунт – глинистый ил, ценоз *Cicuta virosa* (ПП 40%) + *Alopecurus aequalis* (ПП 30%) + синузия *Mougeotia laetevirens*, *Spirogyra hungarica* (ПП 10%), 23.07.2013 (Свириденко и др., 2014).

3. *Spirogyra mirabilis* (Hass.) Kütz. известен из Европы, Восточной Сибири, Киргизии (Kadlubowska, 1984; Рундина, 1998). На Западно-Сибирской равнине вид отмечен в 3 пунктах: Омская обл., Знаменский р-н, окр. пос. Семёновка, пойма р. Оша (57°08' с. ш., 73°43' в. д.), оз. без названия, глубина до 1,0 м, грунт – растительный детрит, ценоз *Phragmites australis* (ПП 10%) – *Carex acuta* (ПП 30%) + *Scirpus* sp. – *Spirogyra mirabilis* (ПП 20%), 18.06.2013; там же, окр. пос. Слобода (57°07' с. ш., 73°31' в. д.), временный водоём, глубина 0,1 м, почвогрунт, ценоз *Spirogyra mirabilis* (ПП 10%), 18.06.2013 (Свириденко и др., 2014); Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ, Сургутский р-н, окр. станции Островной, 61°09' с. ш., 73°05' в. д., временный водоём, ценоз *Phragmites australis* (ПП 20%) – синузия *Spirogyra tenuissima*, *S. mirabilis*, *S. varians* (ПП 5%), 26.06.2014.

4. *Spirogyra subcolligata* Bi впервые описан в Китае (Bi, 1979). Виды из секции *Colligata* рода *Spirogyra* (*Spirogyraceae*) не были известны в азиатской части России. Секция *Colligata* включает 4 трудно различаемых вида, в том числе 3 известны в северном полушарии: *Spirogyra colligata* Hodgetts – в Европе (Англия, Дания, Нидерланды, Польша) и в Северной Америке (Hodgetts, 1920; Kadlubowska, 1984), *S. silesiaca* Kadl. – в Польше (Kadlubowska, 1967, 1969), *S. subcolligata* Bi – в Китае (Bi, 1979). В южном полушарии описан коллигатный вид *S. yuin* S. Skinner et Entwisle из Австралии (Skinner, Entwisle, 2005). Возможно, что эти таксоны являются формами единого вида – *S. colligata*. Таксон *S. subcolligata* на Западно-Сибирской равнине отмечен в 3 пунктах: Омская обл., Тарский р-н (56°57' с. ш., 74°12' в. д.), устье р. Петровка, глубина 0,1 м, грунт – растительный детрит, фитоценоз *Glyceria maxima* (ПП 20%) – синузия *Spirogyra subcolligata*, *S. decimina*, *S. tenuissima*, *S. varians*, *S. insignis*, *Spirogyra* sp. ster., *Mougeotia scalaris* (ПП 10%), 15.07.2013; Большереченский р-н, окр. пос. Гушино (56°05' с. ш., 74°38' в. д.), р. Поперечная, глубина 0,1–1,0 м, грунт – глинистый ил, фитоценоз *Cicuta virosa* (ПП 20%) + *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 10%) – синузия *Spirogyra subcolligata*, *S. weberi*, *S. maxima*, *Mougeotia laetevirens* (ПП 10%), 24.07.2013 (Свириденко и др., 2014); Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ, Сургутский р-н, окр. пос. Юган (60°53' с. ш., 73°42' в. д.), временный водоём, глубина 0,2 м, грунт – заиленная почва, ценоз *Equisetum fluviatile* (ПП 10%) + *Carex acuta* (ПП 20%) + *Comarum palustre* (ПП 25%), 03.07.2014 (коллекторы Н. М. Гулакова, Е. А. Моисеева).

Отдел *Xanthophyta*, порядок *Vaucheriales*.

1. *Vaucheria aversa* Hass. имеет широкий ареал, охватывающий Европу, Азию (Индия, Китай, Япония), Южную и Северную Америку (включая Аляску), Новую Зеландию (Rieth, 2009). В России этот вид известен из Карелии (р. Кемь) (Зауер, 1980). На Западно-Сибирской равнине отмечен в 1 пункте: Омская обл., Тарский р-н, окр. пос. Чекрышево, правобережье долины р. Уй (56°57' с. ш., 75°54' в. д.), временный водоём, глубина 0,3 м, почвогрунт, ценоз *Caltha palustris* (ПП 30%) + *Eleocharis palustris* (ПП 20%) – *Callitriche palustris* (ПП 10%) + синузия *Vaucheria sessilis*, *V. aversa*, *Spirogyra hassallii* (ПП 10%); там же, глубина до 0,3 м, грунт – растительный детрит, ценоз *Caltha palustris* (ПП 30%) + *Eleocharis palustris* (ПП 20%) – *Callitriche palustris* (ПП 10%) + синузия *Vaucheria sessilis*, *V. aversa* (ПП 20%), 18.06.2013 (Свириденко и др., 2013).

2. *Vaucheria schleicheri* de Wildeman (*Vaucheria decumbens* Wislouch) известен на западе и севере Европы, в Северной Америке и Японии (Rieth, 2009). В России найден на северо-западе (р. Нарова), охраняется в Ленинградской обл. (Зауер, 1980; Рундина, 2000). На Западно-Сибирской равнине отмечен в 3 пунктах: Тюменская обл., Ямало-Ненецкий автономный округ, Пуровский р-н, долина р. Пур, окр. пос. Коротчаево (65°58' с. ш., 78°19' в. д.), старица, глубина 0,1–0,5 м, грунт – заиленный песок, проценоз *Ranunculus gmelini* (ПП 20%) + *Callitriche palustris* (ПП 10%) – *Vaucheria geminata*, *Spirogyra pellucida* (ПП 15%), 22.08.2009; там же, р. Ямсовей (65°42' с. ш., 77°59' в. д.), глубина 0,1–0,5 м, грунт – заиленный песок, фитоценоз *Sparganium angustifolium* (ПП 30–50%) – *Vaucheria schleicheri* (ПП 10–20%), там же, проценоз *Vaucheria schleicheri* (ПП 50–100%), 27.07.2009 (Свириденко и др., 2013); Тюменская обл., г. Ишим (56°07' с. ш., 69°30' в. д.), р. Мергенька, глубина 0,05 м, грунт – щебень, проценоз *Vaucheria schleicheri* (ПП 5–10%), 04.08.2013.

Полученные данные о местонахождениях редких видов водорослей позволяют сделать вывод об активных миграционных процессах, протекающих в пределах Западно-Сибирской равнины в настоящее время. Согласно литературным данным, в четвертичном периоде водные объекты внеледниковой части равнины отличались нестабильным экологическим режимом. Трансгрессивные фазы сильного обводнения территории сменялись регрессивными фазами опустынивания, усыхания и осолонения озёрных водоёмов, замирания речных потоков с атмосферным питанием (Величко, Темирова, 2005). Это имело катастрофическое значение для гидрофильного элемента флоры, ограничивая возможность сохранения реликтов и прерывая видообразование в группе водных растений. В итоге к настоящему времени водные экотопы Западно-Сибирской равнины оказались заселёнными широкоареальными видами, что определило аллохтонный, или миграционный по Р. В. Камелину (1987) тип водной флоры региона. Эффективное расселение растений водными потоками и мигрирующими птицами было обосновано более 150 лет назад Ч. Дарвином (1991). С учётом этих представлений возможно рассматривать редкие виды макроскопических водорослей Западно-Сибирской равнины как прогрессивные аллохтонные элементы, мигрировавшие на эту территорию нередко из удалённых районов и натурализовавшиеся в экологически пригодных местных водных объектах.

Список литературы

- Величко А. А., Темирёва С. Н. Западная Сибирь – великая позднечетвертичная пустыня // Природа. 2005. № 5. С. 54–62.
- Воронихин Н. Н. О некоторых водорослях Боровского заповедника в связи с вопросами о виде у водорослей континентальных водоёмов // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1951. Т. 3. С. 217–220.
- Голлербах М. М., Красавина Л. К. Определитель пресноводных водорослей СССР. Харовые водоросли – *Charophyta*. Вып. 14. Л., 1983. 190 с.
- Дарвин Ч. Происхождение видов путём естественного отбора или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь. СПб., 1991. 539 с.
- Доброхотова К. В. Харовые водоросли в ценозах гидромacroфитов // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1953. Т. 5. С. 258–263.
- Зауер Л. М. Зелёные водоросли: Сифоновые // определитель пресноводных водорослей СССР. Л., 1980. Т. 13. С. 90–152.
- Камелин Р. В. Процесс эволюции растений в природе и некоторые проблемы флористики // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л., 1987. С. 36–42.
- Мошкова Н. А., Голлербах М. М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 10 (1). Зелёные водоросли. Класс улотриксые (1). Л., 1986. 360 с.
- Попова Т. Г. Основные черты распределения и состава водорослевого населения озёр Чаны и Яркуль в период многоводья 1947–1948 гг. // Водоросли, грибы и лишайники юга Сибири. М.: Наука, 1980. С. 3–45.
- Рундина Л. А. Зигнемовые водоросли России (*Chlorophyta: Zygnematomyceae, Zygnematales*). СПб., 1998. 351 с.
- Рундина Л. А. Спирогира связанная *Spirogyra colligata* Hodgetts (*Chlorophyta, Spirogyraceae*) // Красная книга природы Ленинградской области. СПб., 2000. С. 410–411.
- Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В. Новые находки харовых водорослей (*Charophyta*) в Северном Казахстане // Бот. журн. 1995. Т. 80. № 9. С. 111–116.
- Свириденко Б. Ф., Убаськин А. В., Свириденко Т. В. Водная макрофитная растительность водохранилища-охладителя Экибастузской ГРЭС-2 // Сб. тр. биол. фак-та. Сургут, 2012. Вып. 9. С. 17–36.
- Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В., Евженко К. С., Ефремов А. Н., Токарь О. Е., Окуловская А. Г. Род *Vaucheria* (*Xanthophyta*) на Западно-Сибирской равнине // Бот. журн. 2013. Т. 98, № 12. С. 1488–1498.
- Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В., Евженко К. С., Ефремов А. Н. Видовой состав и распространение зигнемовых водорослей (*Zygnematales*) на Западно-Сибирской равнине // Бот. журн. 2014. Т. 99, № 11. С. 1224–1237.
- Свириденко Т. В., Свириденко Б. Ф. Гербарные материалы харовых водорослей (*Charophyta*) лаборатории гидроморфных экосистем НИИ природопользования и экологии Севера Сургутского государственного университета // Биологические ресурсы и природопользование. Сб. науч. тр. Вып. 11. Сургут, 2009. С. 64–100.
- Свириденко Т. В., Токарь О. Е., Евженко К. С., Ефремов А. Н., Свириденко Б. Ф. Новые местонахождения харовых водорослей (*Charophyta*) на Западно-Сибирской равнине // Экология и природопользование в Югре. Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию каф. экологии СурГУ. Сургут, 2009. С. 99–100.
- Свириденко Т. В., Свириденко Б. Ф., Токарь О. Е., Евженко К. С., Ефремов А. Н. Харовые водоросли (*Charophyta*) в растительных группировках водных объектов Западно-Сибирской равнины // Природные ресурсы, биоразнообразие и перспективы естественнонаучного образования: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти И. В. Бекишевой – учёного и педагога. Омск, 2012. С. 81–87.
- Судакова Е. А., Егорова И. Н. О нахождении морской водоросли *Percursaria percursa* (Ag.) Vory в минеральных источниках Центральной Сибири // Бот. журн. 2009. Т. 94, № 11. С. 1697–1699.
- Токарь О. Е. Состав и сложение водной макрофитной растительности озёр бассейна реки Барсука (Викуловский район, Тюменская область) // Вестн. Томск. гос. ун-та. Биология. 2011. № 352 (11). С. 215–221.

- Bi L. New Zygnemataceous algae from Henan Province // *Oceanologica Limnologica Sinica*. 1979. № 10. P. 354–361.
- Hodgetts W. J. A new species of *Spirogyra* // *Annals of Botany*. 1920. № 34. P. 519–524.
- Kadlubowska J. Z. Süßwasserflora von Mitteleuropa. *Chlorophyta VIII Conjugatophyceae I: Zygnemales*. 16. Stuttgart – New-York, 1984. 532 p.
- Kadlubowska J. Z. *Spirogyra silesiaca* sp. n. // *Fragmenta Floristica Geobotanica*. 1967. № 13. P. 163–164.
- Kadlubowska J. Z. Budowa sciany komórkowej *Spirogyra colligata* Hodgetts (1920) oraz zmiana diagnozy tego gatunku // *Fragmenta Floristica Geobotanica*. 1969. № 15. P. 255–257.
- Krause W. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Charales (Charophyceae). Jena; Stuttgart; Lübek; Ulm, 1997. Bd. 18. 202 s.
- Langangen A., Sviridenko B. F. *Chara baueri* A. Br., a charophyte with a disjunct distribution // *Cryptogamie, Algologie*. Parish, 1995. № 16 (2). P. 125–132.
- Lederer F. et al. Algal flora of mineral spring and peat bogs in the National Reserve Soos in the vicinity of Frantischkovy Lazne (Chebska panev basin, West Bohemia, Czech Republic) // *Algae and extreme environments: Ecology and Physiology*. 2000. P. 73.
- Londry K. L., Badiou P. H., Grasby S. E. Identification of a marine green alga *Percursaria percursa* from hypersaline springs in the middle of the North American continent // *The Canadian Field-Naturalist*. 2005. Vol. 119. № 1. P. 82–88.
- Raabe U. *Chara baueri* rediscovered in Germany – plus additional notes on Gustav Heinrich Bauer (1794–1888) and his herbarium // *International Research Group on Charophytes News*. 2009. №20. P. 13–16.
- Rieth A. Süßwasserflora von Mitteleuropa. *Xanthophyceae*. Bd. 4. P. 2. Stuttgart, New York, 2009. 147 s.
- Skinner S., Entwisle T. J. A colligate *Spirogyra* (Zygnemataceae, Zygnematophyceae) in Australia // *Telopea*. 2005. № 11(1). P. 87–89.

О. В. Созинов¹, Е. В. Мойсейчик²

Эколого-ценотическая характеристика сплавинных сообществ озёр Гродненской Пущи

¹Гродненский государственный университет им. Я. Купалы

230012 Беларусь, г. Гродно, ул. Доватора, 3/1. E-mail: ledum@list.ru

²Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси

220072 Беларусь, г. Минск, ул. Академическая, 27. E-mail: mojsejchik@mail.ru

Крупный лесной массив Гродненская пуца является белорусской частью Августовской пуши, которая располагается на озёрской водно-ледниковой низине на территории Беларуси, Литвы и Польши. В геоморфологическом отношении Гродненская Пуца находится в границах территории максимального распространения последнего позерского оледенения, которое сформировало молодой озерно-ледниковый и водно-ледниковый рельеф с большим количеством озёр около 12 тысяч лет назад, на долю которых приходится более 80% озёр (более 40 единиц) из всего озерного фонда Гродненской области Беларуси (Новик и др., 2014). Для сохранения уникального биоразнообразия региона созданы два республиканских ландшафтных заказника – «Озёры» и «Гродненская пуца».

Исследования сплавинных растительных сообществ озёр Гродненской пуши нами проведены в мае 2013 г. Геоботанические описания выполняли в 1 мот уреза воды (выполнено 40 геоботанических описаний). Для классификации фитоценозов использовали доминантно-детерминатный принцип (Папченков, 2003). Показатели фиторазнообразия исследованных растительных сообществ оценены по (Мэрраган, 1992). Гербарные образцы хранятся в Гербарии ГрГУ (GRSU) и ИЭБ НАН Беларуси (MSK). Котловины озёр относятся к ледниковому типу и возникли в результате эрозионной деятельности ледника, талых потоков и процессов гляциокарста. Все изученные озёра относятся к гидрокарбонатному классу: Ca^{2+} 1,6–14,4 мг/дм³ (Новик и др., 2014).

Исследованные озёра заказника «Озёры» (Долгое, Глинец, Щучье) расположены в его восточной части и относятся к бассейну реки Бервенка (Блакитны скарб Беларусі ..., 2007) в границах болотного массива «Святое болото», которое занимает обширный долинный зандр поозёрского возраста. Поверхность территории плоско-вогнутая, заторфованная с незначительным колебанием относительных высот. Озёрные котловины по происхождению относятся к остаточному типу, к кальциевой группе с минерализацией от 53 до 114 мг/дм³ (рН 6–7). Озёра слабопроточные, со сплавинными берегами. Надводные склоны озёрных котловин слабо выражены, заболочены. В питании озёр значительная роль принадлежит водам, поступающим с болотного массива, то есть за счёт горизонтальной фильтрации верхнего активного слоя торфа. Расходная часть водного баланса связана со стоком через активные слои торфа. Площадь водосбора озёр от 1,6 до 4,5 км². Водоёмы болота «Святое» характе-

ризуются различной степенью трансформации в результате влияния осушительной мелиорации и добычи торфа в окрестностях болота (Новик и др., 2014).

Изученные озера заказника «Гродненская пуца» (Савек, Чарне, Ендреня, Кавеня) расположены в его западной части и относятся к бассейну реки Чёрная Ганча (Блакітны скарб Беларусі ..., 2007). Для озёр характерны песчаные берега, преимущественно возвышенные до 5–7 метров, поросшие лесом и кустарником. Озера Гродненской пуцы относятся к мелководным низко минерализованным (15–27 мг/дм³) водоёмам дистрофного типа с кислотностью pH 5–5,9 и с повышенным содержанием хлоридов (Новик и др., 2014). В питании значительная роль принадлежит атмосферным осадкам, выпадающим на зеркало водоёма, в меньшей степени грунтовому питанию. Расходная часть водного баланса связана с испарением с водного зеркала. Площадь водосбора озёр от 0,25 до 1,7 км². Озера расположены на слабо трансформированной территории и находятся в естественном состоянии (Новик и др., 2014).

Для сплавинных растительных сообществ в заказнике «Озёры» выявлено 12 ассоциаций. Описано 8 фитоценозов, относящихся к ассоциации *Carex rostrata*, которые объединены в 2 группы: сообщества с несомкнутым древесно-кустарниковым ярусом и полностью открытые. Древесно-кустарниковый ярус сформирован (проективное покрытие не превышает 10%) *Salix cinerea*, *S. aurita* и *Betula pubescens*; в моховом ярусе доминируют (70–98%) *Sphagnum angustifolium* и *Sph. fallax*. Открытые ценозы представлены двумя вариантами: 1 – с доминированием *Sphagnum angustifolium* и 2 – со *Shp. cuspidatum*. Суммарное количество видов – 56, в изученных фитоценозах варьирует от 15 до 29. Индекс Шеннона для сообществ с доминированием *Carex rostrata* изменяется в пределах 1,6–2,4 (среднее значение 2,2); индекс видового богатства Маргалефа равен 4,7; индекс Симпсона (1-D) = 0,8.

Фитоценозы, относящиеся к ассоциации с доминированием *Eriophorum vaginatum*, представлены в 3 геоботанических описаниях. Все изученные сообщества характеризуются наличием несомкнутого древесного яруса (обилие древостоя сформированного *Pinus sylvestris* достигает 10%); в моховом ярусе (обилие 65–90%) доминируют *Sphagnum angustifolium* и *Sph. fallax*. Фиторазнообразие для синтаксона составило 31 вид, при ценологических колебаниях от 10 до 21 вида. Величина индекса Шеннона для синтаксона варьирует от 1,4 до 1,8 (среднее значение 1,7); индекс видового богатства Маргалефа = 2,2; индекс Симпсона (1-D) составляет 0,7.

Описано по одному фитоценозу, относящемуся к ассоциации *Carex lasiocarpa*+*Carex rostrata*–*Sphagnum angustifolium*+*Sphagnum fallax*: 26 видов, индекс Шеннона 2,2; индекс Маргалефа = 5,5; индекс Симпсона (1-D) = 0,8; ассоциации *Pinus sylvestris*–*Oxycoccus palustris*–*Eriophorum vaginatum*–*Sphagnum magellanicum* количество видов 10, индекс Шеннона 1,6; индекс Маргалефа = 1,8; индекс Симпсона (1-D) = 0,7 и ассоциации *Oxycoccus palustris*–*Polytrichum strictum*: 13 видов, индекс Шеннона 1,6; индекс Маргалефа = 2,4; индекс Симпсона (1-D) = 0,8.

Структура растительного покрова сплавинных сообществ озёр заказника «Гродненская пуца» более разнообразная в синтаксономическом отношении: 25 ассоциаций. Самая многочисленная и часто встречаемая ассоциация с доминированием *Oxycoccus palustris*: зарегистрированы ценозы с выраженным древесным ярусом и без него. Древесный ярус представлен *Pinus sylvestris* (обилие 10–15%); в моховом покрове доминируют *Sphagnum angustifolium*, *Sph. fallax*, *Sph. papillosum*. Травянистый ярус с высоким обилием *Eriophorum polystachion*, *Carex rostrata*, *Phragmites australis* и *Rhynchospora alba*.

Фитоценозы, описанные на открытых участках, представлены двумя вариантами: 1 – со сформированным моховым покровом без доминирования травянистых видов растений (обилие *Sphagnum angustifolium* и *Sph. cuspidatum* составляет 40–45%); 2 – с выраженным травянистым (преобладают *Rhynchospora alba*, *Carex rostrata*, *Eriophorum polystachion*) и моховым (доминируют *Sphagnum angustifolium*, *Sph. papillosum*, *Sph. magellanicum*) ярусами.

Суммарное количество видов – 40, в изученных фитоценозах варьирует от 11 до 23. Индекс Шеннона для сообществ с доминированием *Oxycoccus palustris* изменяется в пределах 1,7–2,2 (среднее значение 2,0); индекс видового богатства Маргалефа равен 2,9; индекс Симпсона (1-D) = 0,8.

Высокая доля участия в сложении растительного покрова заказника принадлежит также осочникам. Среди сообществ только для ассоциации *Carex acutiformis* характерно отсутствие мохового покрова. Отмечен один вариант ассоциации с участием зелёных мхов: *Carex cinerea*–*Dicranum scorarium* и 4 синтаксона с доминированием сфагновых мхов: *Carex cinerea*–*Sphagnum fallax*, *Carex rostrata*–*Sphagnum angustifolium*+*Sphagnum fallax*, *Carex rostrata*–*Sphagnum fallax* и *Carex lasiocarpa*–*Sphagnum cuspidatum*. Видовое разнообразие этой группы синтаксонов составило 44 вида, при ценологических колебаниях от 7 до 21 вида. Величина индекса Шеннона варьирует от 1,1 до 2,5 (среднее значение 1,7); индекс видового богатства Маргалефа = 2,4; индекс Симпсона (1-D) составляет 0,7.

Фитоценозы с доминированием *Phragmites australis* представлены моновидовыми сообществами тростника обыкновенного либо ценозами с участием сфагновых мхов (обилие до 60%). Индекс Шеннона 1,2; индекс Маргалефа = 1,6; индекс Симпсона (1-D) = 0,5.

По одному фитоценозу описано для ассоциаций *Calla palustris*–*Sphagnum fallax*: 13 видов, индекс Шеннона 1,2; индекс Маргалефа = 2,5; индекс Симпсона (1-D) = 0,5; *Eriophorum polystachion*–*Sphagnum angustifolium*: 16 видов, индекс Шеннона 2,0; индекс Маргалефа = 2,7; индекс Симпсона (1-D) = 0,8; *Menyanthes trifoliata*–*Sphagnum fallax*: количество видов 18, индекс Шеннона 1,8; индекс Маргалефа = 3,5; индекс Симпсона (1-D) = 0,7.

Суммарное видовое разнообразие высших растений для сплавинных сообществ озер двух заказников составило 95 видов при 46 общ. Отмечено, что значения индекса Шеннона («Гродненская пуца» = $1,8 \pm 0,09$ и «Озеры» = $1,9 \pm 0,08$) и индекса Симпсона («Гродненская пуца» = $0,74 \pm 0,03$ и «Озеры» = $0,75 \pm 0,02$) для сообществ заказников сходны при повышенном уровне вариабельности (на 10%) для сплавинных сообществ Пуци. При этом индекс видового богатства Маргалефа в целом выше для сплавинных фитоценозов заказника «Озеры» ($3,5 \pm 0,3$), чем для озёр «Гродненской Пуци» ($2,8 \pm 0,2$) при сходном значении меры доминирования – индекса Бергера-Паркера ($0,4 \pm 0,02$).

Выявлена достоверная невысокая корреляционная связь ($r = \pm 0,3 - 0,4$) гидрохимических показателей изученных водоёмов с показателями фиторазнообразия сплавинных сообществ, в первую очередь по аммонийному азоту и прозрачности водоёмов, которые являются антиподами между собой по вектору связи с уровнем разнообразия: при повышении содержания NH_4^+ растёт значение показателей видового разнообразия, а при увеличении прозрачности отмечена обратная тенденция. Зафиксированы сходная направленность корреляционных связей по нитритному, нитратному азоту и общему содержанию Fe, Mg^{2+} , цветности с показателем выравненности E: $r_{\text{NO}_2^-, \text{NO}_3^- - \text{E}} = +0,35$, $r_{\text{Fe, Mg}^{2+} - \text{E}} = -0,38$, $r_{\text{цветность} - \text{E}} = -0,33$ ($p < 0,05$)

Анализ фитоценотического разнообразия сплавинных сообществ гидрокарбонатных озёр заказника «Озеры» и заказника «Гродненская Пуца» выявил их абсолютное различие по набору ассоциаций, что, на наш взгляд, связано со значимой дифференциацией озёр двух сравниваемых территорий по гидрохимическому режиму, характеру питания, водосборной территории и морфометрическим показателям котловины, а также степени антропогенного нарушения ландшафта.

Таким образом, в гидрокарбонатных озёрах с различным генезисом, типом минерального питания, гидрохимическим и гидрологическим режимами формируются различные сплавинные растительные сообщества при сходном флористическом составе.

Работа выполнена в рамках совместной научно-исследовательской работы Гродненского государственного университета и Белорусского государственного университета (БГУ) «Оценить природно-ресурсный потенциал Гродненского Понеманья для оптимизации рационального природопользования и устойчивого развития региона».

Выражаем благодарность за помощь в совместных исследованиях старшему научному сотруднику географического факультета БГУ Рудаковскому И. А. и доценту географического факультета БГУ, к.г.н. Новику А. А., а также за содействие директору государственного природоохранного учреждения «Республиканский ландшафтный заказник «Озеры» Морозику Д. А.

Список литературы

Блакiтны скарб Беларусi: Рэкі, азёры, вадасховiшчы, турыскі патэнцыял водных аб'ектаў / Маст.: Ю. А. Гарэеў, У. І. Цярэнцьеў. Мн., 2007. 480 с.

Мэрраган Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М., 1992. 181 с.

Новик А. А., Власов Б. П., Рудаковский И. А. Геоэкологические особенности озёр Средненеманской низменности // *Acta Geographica Silesiana*. 2014. № 17. S. 63–78.

Папченков В. Г. Доминантно-детерминантная классификация водной растительности // *Гидробиотаника: методология, методы: Материалы Школы по гидробиотанике* (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск, 2003. С. 126–131.

В. В. Соловьёва

Фитомониторинг малых водохранилищ Среднего Поволжья

Поволжская государственная социально-гуманитарная академия
443099 Россия, г. Самара, ул. Максима Горького, 65/67. E-mail: solversam@mail.ru

Изучение фиторазнообразия водоёмов в разные годы является основой экологического мониторинга (Соловьёва, Саксонов, 2007). Ниже приведём анализ результатов мониторинга растительного покрова малых искусственных водоёмов на примере Кондрчинского и Чубовского водохранилищ, расположенных на территории Самарской области.

Кондрчинское водохранилище создано в 1981 г. на базе р. Кондурчи, правобережном притоке реки Сок. Расположено оно в 2 км западнее села Славкино Сергиевского района. Длина водоёма 7 км. Максимальная ширина 2,5 км, минимальная – 0,9 км. Наибольшая глубина 11,5 м, средняя – 3,81 м. Площадь водного зеркала при НПУ равна 6,93 км². Площадь мелководий с глубиной до 2 м составляет 2,0 км². При создании водохранилища зарегулирован водоток рек Сок и Кондурчи. Площадь водосборного бассейна 388 км². Водоохранилище имеет мелиоративное значение.

Рассмотрим динамику флоры и растительности Кондрчинского водохранилища в период с 1990 по 2005 гг. В 1990 г. водную и прибрежно-водную флору водохранилища слагали 88 видов. В 1992 г. было отмечено 95 макрофитов, в том числе, *Chara fragilis* Desv. и *Fontinalis antipyretica* Hedv. В 2005 г. на Кондрчинском водохранилище зарегистрировано 112 видов. В целом, флору образуют обычные, широко распространенные растения. Из водных заслуживают внимания *Myriophyllum verticillatum* L. и *Utricularia vulgaris* L., сравнительно редко встречающиеся в малых искусственных водоёмах Самарской области и изредка – в прудах Среднего Поволжья.

За последние годы произошло увеличение видового состава растений всех экологических типов (рис. 1). В первые годы исследований было отмечено только 7 видов гидрофитов – *Ceratophyllum demersum* L., *Fontinalis antipyretica* Hedw., *Lemna minor* L., *Persicaria amphibia* (L.) S. F. Grey, *Potamogeton crispus* L., *P. pectinatus* L., *P. perfoliatus* L.

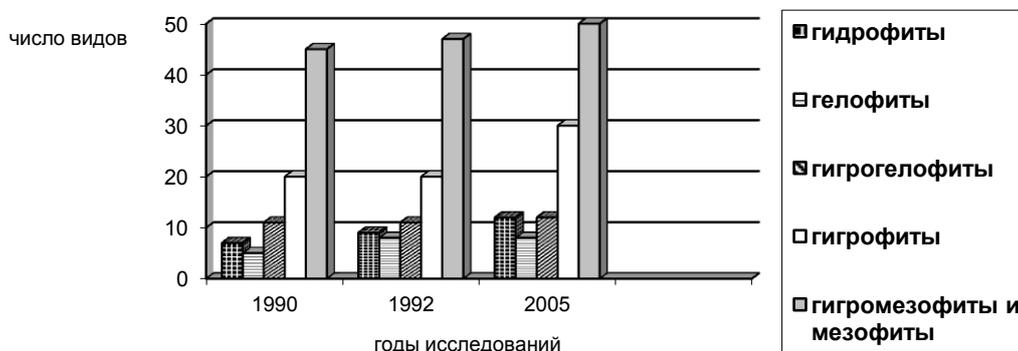


Рисунок 1. Динамика флоры Кондрчинского водохранилища.

В 1992 г. среди выше названных, были отмечены *Potamogeton lucens* L. и *Lemna trisulca* L. В последнее время в приплотинном районе акватории появились *Myriophyllum verticillatum* L., *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. и *Utricularia vulgaris* L. Ранее эти растения отмечались в русле Кондурчи, расположенном ниже плотины. Состав гелофитов изменился в первые годы наблюдений с 5 до 8 видов за счёт появления таких растений как *Alisma gramineum* Lej., *Equisetum fluviatile* L. и *Scirpus lacustris* L. За период с 1992 по 2005 гг. состав гелофитов и гигрогелофитов остался почти неизменным. Увеличение гигрофитов произошло с 20 до 30 видов. Ранее не отмечались *Bidens cernua* L., *Alopecurus aequalis* Sobol., *Equisetum palustre* L., *Epilobium roseum* Schreb., *Lycopus exaltatus* Fil., *Myosoton aquaticum* (L.) Moench, *Salix alba* L., *S. cinerea* L., *S. fragilis* L. и *Veronica anagallis-aquatica* L. Среди мезофитов появились *Melilotus dentatus* Waldst. et Kit.) Pers., *Rumex stenophyllus* Ledeb. и *Tussilago farfara* L.

По результатам мониторинга флоры в 2005 г. экологический спектр образуют 12 видов гидрофитов (11%), 8 гелофитов (7%), 12 гигрогелофитов (11%), 30 гигрофитов (27%) и 50 (45%) гигромезофитов и мезофитов.

Растительность представлена 14 формациями и 29 ассоциациями, из них 8 водных типов фитоценозов. В разные годы в водохранилище было сформировано 31 растительное сообщество. Растительность на водоёме развита не равномерно. В верховье водоёма растительность имеет массивно за-

рослевый и бордюрный характер. В приплотинном районе водохранилища нет сомкнутой растительности, отмечены лишь пятнистые заросли формаций рогоза узколистного, сусака зонтичного и рдеста гребенчатого.

Растительные сообщества верховья Кондурчинского водохранилища отличается от других водоёмов большим разнообразием (14 формаций) при относительно малом количестве эдификаторов водных сообществ (4 вида). Фитоценозы в верховье водоёма содержат от 15 до 29 видов. В настоящее время Кондурчинское водохранилище имеет степень зарастания 17%, является умеренно заросшим водоёмом. Чистая продукция водохранилища по абсолютно-сырому веществу равна 5766 ц/год, что в энергетическом выражении составляет 1907 МДж/год.

Чубовское водохранилище создано в 1980 г. на базе оврага и притока р. Самары, реке Падовке. Площадь водного зеркала Чубовского водохранилища составляет 29,5 га. Полный объём воды 1,2 млн. м³. Длина водоёма – 2,1 км, ширина до 250 м, максимальная глубина 10,4 м. Площадь водосбора равна 43,5 га. Чубовское водохранилище создано с целью орошения, однако в настоящее время из-за спада сельскохозяйственного производства оно не имеет мелиоративного значения. Водоём используется для водопоя сельскохозяйственных животных, любительского рыболовства и рекреации.

Впервые исследования флоры и растительности водохранилища проводились в 1991 г. При изучении водоёма в 1991–1999 гг. в нем отмечалось соответственно 60 и 65 видов высших растений. В результате изучения флоры Чубовского водохранилища в 2005 г. было выявлено 74 вида высших растений, из которых два принадлежит к отделу Equisetophyta, а 71 – к отделу Magnoliophyta. Кроме того, 1 вид – *Chara fragilis* относится к отделу Charophyta. Из цветковых растений 35 видов относятся к классу Magnoliopsida и 36 видов к классу Liliopsida.

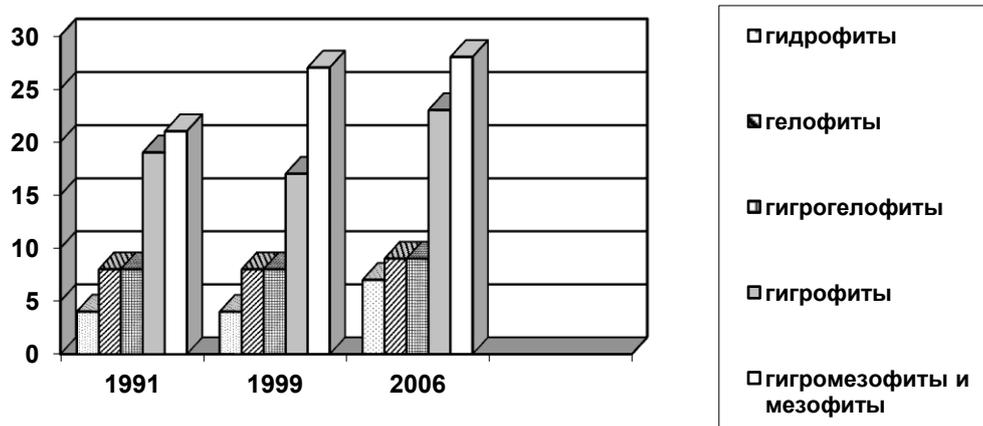


Рис. 2. Динамика флоры Чубовского водохранилища

Экологический спектр флоры представляют гидрофиты – 7 видов, гелофиты и гигрогелофиты по 9 видов, гигрофиты – 23, гигромезофиты и мезофиты – 28 видов.

С 1991 по 2006 гг. состав гидрофитов изменился за счёт появления во флоре гидрохорных и орнитохорных растений – *Ceratophyllum demersum* L., *Potamogeton lucens* L. и *Spirodela polyrhiza* Schleid. Среди гелофитов появился *Equisetum fluviatile* L., среди гигрогелофитов *Glyceria fluitans* (L.) R. Br. Не отмечались ранее во флоре такие гигрофиты как *Agrostis gigantea* Roth., *Equisetum palustre* L., *Juncus articulatus* L. и *Scirpus sylvaticus* L. Среди гигромезофитов и мезофитов появились *Amoria repens* L., *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Humulus lupulus* L., *Persicaria lapathifolia* (L.) S. F. Gray., *Ranunculus repens* L., *Rumex confertus* Willd., *Tussilago farfara* L.

При изучении растительности Чубовского водохранилища в 2005 г. было выявлено 23 ассоциации, из них 3 формации и 4 ассоциации водной растительности. Водная растительность представлена формациями горца земноводного, роголистника тёмно-зелёного, рдеста гребенчатого и рдеста блестящего.

В последние годы в зоне прибрежно-водной растительности сформировался пояс гигрогелофитов, образованный полевицей побегообразующей и клубнекамышом Кожевникова, а также сообщества ежеголовника прямого, которые ранее не отмечались на водохранилище. Наибольшее распространение по занимаемой площади по-прежнему имеют сообщества тростника южного и рогоза узколистного. Чубовское водохранилище является умеренно-заросшим, степень его зарастания 20%. В верховье водохранилища и заливе отмечаются процессы заболачивания. Чистая продукция водохранилища по абсолютно-сырому веществу равна 460 ц/год, что в энергетическом выражении составляет 87 МДж/год.

Несмотря на то, что исследуемые экосистемы относятся к интразональному типу, их растительный покров является неоднородным в экологическом отношении и зависит с одной стороны от случайного характера заноса зачатков макрофитов, с другой стороны от зональных природно-климатических особенностей, а также от времени создания и характера гидрологического режима водоёмов.

Список литературы

Соловьёва В. В., Саксонов С. В. Флористический мониторинг малых искусственных водоёмов Самарской области (2001–2005 гг.) // Поволжский экол. журн. 2007. № 2–3. С. 188–195.

Соловьёва В. В. Структура и динамика растительного покрова экотонов природно-технических водоёмов Среднего Поволжья: Дис. ... докт. биол. наук. Тольятти, 2008. 494 с.

В. В. Соловьёва Фиторазнообразие прибрежных экотонов малых водохранилищ Среднего Поволжья

Поволжская государственная социально-гуманитарная академия
443099 Россия, г. Самара, ул. Максима Горького, 65/67. E-mail: solversam@mail.ru

Экотоны образуют мировую сеть, более сложную, чем зонально-поясное деление биосферы. Географические закономерности пространственной организации мировой сети экотонов ещё недостаточно исследованы, но очевидно, что распространение и функционирование экотонных систем географически детерминировано и подчиняется давлению как зональных, так и некоторых универсальных экологических закономерностей (Залетаев, 1997). Целью работы явилось изучение фиторазнообразия прибрежных экотонов малых и средних водохранилищ Среднего Поволжья по результатам мониторинга за период с 1992 по 2014 гг. Реакция переходной зоны экосистем на природные и антропогенные изменения нашла отражение в таких структурных показателях, как видовое разнообразие, состав и структура биоценозов.

Изучением было охвачено 5 речных водохранилищ: 1 среднее, 3 небольших и 1 малое (табл. 1). В связи с мелиоративным использованием все они имеют неустойчивый гидрологический режим сезонного регулирования с колебанием уровня воды за вегетационный период 1,5–2 м и обширную (от 1,1 до 4,9 км²) мелководную зону глубиной менее 2 м. В последние годы из-за сокращения орошаемых площадей почти в 3–4 раза уменьшилось водопотребление всех малых водохранилищ.

Таблица 1. Морфометрические показатели водохранилищ

Водохранилище	Год создания	Показатели					
		Площадь водосбора, км ²	длина, км	макс. ширина, км	макс. глубина, м	Площадь мелководий глубиной до 2 м, км ²	Площадь водоёма, га
Кутулукское	1941	20,88	13,7	2,5	16	4,90	2150
Ветлянское	1951	8,8	7	2,05	12	3,45	883
Черновское	1953	4,6	6	1,4	11,6	1,57	455
Чубовское	1979	0,22	1,5	0,6	8	1,10	0,35
Кондурчинское	1981	6,9	7	2,5	11,5	2,00	693

Заращение водоёмов можно рассматривать как состояние растительного покрова на данном этапе и как процесс его формирования. Изучаемые водохранилища, созданные в долинах малых рек, существуют от 25 до 65 лет. Изучение разновозрастных овражных и речных водохранилищ лесостепного и степного Заволжья, показали, что для них, как природно-технических объектов, характерна чрезвычайно высокая динамичность, когда изменение одного из факторов приводит к нарушению стабильности компонентов экосистемы. В связи с этим, мы выделяем следующие стадии эволюции антропогенных водных экосистем – становления, динамического равновесия, отмирания, или перерождения. Каждая из них характеризуется направленными этапами зарастания или сукцессиями. Рассмотрим динамику растительности прибрежных экотонов на примере Кондурчинского водохранилища.

Мониторинг растительности в 2014 г. показал, что её состав изменился, это нашло отражение в появлении 5 новых биоценозов (формация хвоща приречного, клубнекамышья морского, рдеста блестящего, рдеста гребенчатого, урути мутовчатой), выпадении старых (формация ситняка болотного), а также в изменении видового состава имеющихся ранее растительных сообществ (табл. 2).

Таблица 2. Растительность Кондурчинского водохранилища

Подтип растительности	Группа формаций	Формации	Видовое богатство (α -разнообразие) в разные годы	
			1992	2014
Прибрежная	воздушно-водная	рогоза узколистного	1–6	1–6
		тростника обыкновенного	1–11	1–15
		осоки острой	1–6	1–10
		клубнекамышья морского	–	1–6
		хвоща приречного	–	1–6
		ситняка болотного	1–6	–
Водная	прикрепленная ко дну, с плавающими листьями	горца земноводного	1–2	1–3
		рдеста гребенчатого	–	1–2
	прикрепленная ко дну, погруженная	рдеста блестящего	–	1–2
		урути мутовчатой	–	1–6

Подобную смену мы наблюдали на ключевом участке Кондурчинского водохранилища в зоне временного затопления. В 1992 г., когда уровень воды в летний период понижался более, чем на 200 см, водная растительность была представлена только формацией горца земноводного (асс. *Persicaria amphibia purum*, асс. *Persicaria amphibia – heteroherbosum*). В составе фитоценозов отмечался рдест гребенчатый, но во время резкого снижения уровня, он не выдерживал конкуренции с горцем земноводным и не мог выступать в качестве доминанта. Эдификатор же сообщества, толерантный к резкому колебанию уровня воды, образовывал наземную и водную экологические формы, формируя разные по структуре фитоценозы. Следует отметить, что только колебание уровня воды не может воздействовать на процесс развития фитоценозов. Определяющим является фактор времени, то есть продолжительность затопления. В 2000-е гг., уменьшение амплитуды колебания в результате сокращения водопотребления, способствовало замещению старых и развитию новых растительных сообществ (асс. *Persicaria amphibia – Potamogeton pectinatus*; асс. *Potamogeton pectinatus purum*). При обратном увеличении водопотребления и возрастании амплитуды колебания уровня воды в вегетационный период, рдест гребенчатый может опять утратить свою эдификаторную роль, то есть наступит обратная смена. Изменение водного режима обусловило развитие водных фитоценозов рдеста блестящего и урути мутовчатой.

Колебание уровня воды является определяющим фактором, оказывающим существенное влияние как на формирование экотонов переувлажнённых экосистем, так и на изменчивость водных макрофитов и их сообществ. В связи с этим мониторинг прибрежно-водных экотонов водохранилища имеет большое значение в прогнозировании дальнейшего развития природы искусственных экосистем. Согласно типологии переувлажнённых земель В. Г. Папченкова (1999) в результате изучения переходной зоны Кондурчинского водохранилища выделено 5 типов экотонов: *обсохших отмелей, прибрежных мелководий у открытых берегов, заболоченных открытых берегов, заболоченных берегов заливов, закустаренных берегов*. Следует отметить, что не все перечисленные экотоны являются истинными или полными, а только те из них, которые соответствуют критериям выделения прибрежно-водных экотонов (Ермохин, 2000). В полных экотонах, в отличие от других типов маргинальных структур возрастает роль совместно действующих факторов наземной и водной среды. Поэтому не каждую зону перекрытия биоценозов можно считать истинным экотоном в современном понимании этого термина (Соловьёва, 2008).

Коренные берега долины реки Кондурчи находятся в различных орографических условиях и отличаются по геологическому возрасту. Левый берег сложен красноцветными породами перми, а правый неогеновыми отложениями (Мильков, 1953). Асимметричность берегов, разновозрастность слагающих их пород и примыкание затопленного русла к левобережью отражаются на характере застарения приурезовых районов акватории. Большая протяжённость береговой линии, орографические и гидродинамические факторы обусловили различное сочетание экотонов в верховье, озеровидном и

приплотинном районах акватории. Расчленённость рельефа правого берега, с крутыми склонами способствует развитию здесь эрозионных процессов. Разрушение почвогрунтов в результате волнобоя и водной эрозии сдерживает формирование прибрежно-водной растительности. Поэтому в приплотинном районе правобережья *эктон обсохших отмелей* образует два подтипа: не зарастающие берега и зарастающие берега. Первые имеют протяжённость до 1,5 км и распространены вдоль высоких, подверженных боковой эрозии и абразии обрывистых берегов высотой более 100 см. *На зарастающих берегах обсохших отмелей* встречаются временные группировки однолетних мезофитов, среди которых преобладают представители маревых и сложноцветных (*Chenopodium glaucum* L., *Tripleurospermum perforatum* (Merat) M. Lainz, *Xanthium strumarium* L. и др.). В виду активных эрозионных процессов семязачатки многолетних прибрежных видов растений здесь не развиваются. Наши наблюдения показали, что проведённое при создании водохранилища берегоукрепление оказалось не эффективным. Защитные насаждения из караганы древовидной, шиповника, сирени и жостера вдоль крутых обрывистых склонов находятся под угрозой оказаться под берегом.

Для верховой водохранилища, с небольшой глубиной воды характерен *эктон закустаренных берегов*, где отмечается чередование воздушно-водной растительности с кустарниковыми ивняками. Индикатором верхней границы экотона служит осока острая (асс. *Carex acuta heteroherbosum*), нижней границы – тростник обыкновенный, оба вида встречаются как под пологом ивняка (асс. *Salix cinerea* – *Carex acuta*, асс. *Salix cinerea* – *Phragmites australis*), так и занимают периферийные участки экотонной зоны, формируя самостоятельные монодоминантные сообщества (асс. *Carex acuta purum*, асс. *Phragmites australis purum*).

Для верхних районов акватории также характерен *эктон заболоченных открытых берегов*, в котором участвуют 5 биоценозов. Ширина сообществ вдоль берега изменяется от 1,5 до 30 м. Индикаторами верхней границы данного экотона служат клубнекамыш морской и осока острая (асс. *Volboschoenus maritimus* – *heteroherbosum*; асс. *Carex acuta heteroherbosum*). На нижней границе поперечного профиля экотона формация осоки острой сменяется фитоценозами хвоща приречного, рогоза узколистного или тростника обыкновенного, менее разнообразными в видовом отношении, чаще монодоминантными (асс. *Equisetum fluviatile purum*; асс. *Phragmites australis purum*; асс. *Typha latifolia purum*).

В озеровидном районе Кондурчинского водохранилища наибольшее распространение получил *эктон прибрежных мелководий у открытых берегов*. Он, как правило, начинается узким поясом гигрофитов и гигрогелофитов (асс. *Agrostis stolonifera* + *Bidens tripartita* + *Lycopus europeus*), который сменяет фитоценоз полевицы побегообразующей (асс. *Agrostis stolonifera* – *heteroherbosum*). В составе сообщества отмечено 19 видов, оно имеет вид пояса шириной не более 2,5 м. Маркерами или индикаторами верхней границы экотона является полевица побегообразующая, приспособленная к условиям периодического затопления, а также выдерживающие избыточное увлажнение пырей ползучий, подорожник промежуточный, лапчатка гусиная и девясил британский. Перечисленные выше виды являются специфичными для данного экотона. В то же время в его составе встречаются клевер ползучий, пырей ползучий, лютик ползучий и другие виды, характерные для соседних выше расположенных фитоценозов. Чаще всего это пояс пырейно-разнотравного сообщества шириной до 30 м (асс. *Elytrigia repens* – *heteroherbosum*). Ниже ценозов полевицы побегообразующей, на глубине от 30 до 250 см в различных сочетаниях отмечается пояс гидрофитов с плавающими листьями (асс. *Persicaria amphibia* – *heteroherbosum*; асс. *Persicaria amphibia purum*) или погруженных гидрофитов (асс. *Potamogeton pectinatus purum*; асс. *Myriophyllum verticillatum* + *Lemna trisulca*).

Эктон заболоченных берегов заливов распространён на левобережье Кондурчинского водохранилища, с плавным рельефом и наиболее изрезанной береговой линией. Именно здесь расположено затопленное при создании водохранилища речное русло. Эктон образуют монодоминантные сообщества гидрофитов (асс. *Potamogeton lucens purum*, асс. *Myriophyllum verticillatum purum*), гелофитов (асс. *Phragmites australis purum*, асс. *Typha angustifolia purum*), а также двухъярусные биоценозы с двумя доминантами (асс. *Phragmites australis* – *Persicaria amphibia*, асс. *Typha angustifolia* – *Persicaria amphibia*).

Таким образом, особенностью растительности экотонов водохранилищ с неустойчивым гидрологическим режимом сезонного регулирования, является амфибийный характер слагающих её видов. На нижней границе экотонов, наряду с сообществами гелофитов заметную фитоценологическую роль выполняют эврибионтные экологически пластичные водные виды растений, жизнеспособные в условиях ежегодного и сезонного изменения уровня воды. Образую наземные экологические формы, толерантные к резким колебаниям уровня, они поддерживают динамическое равновесие водоёма и выступают индикаторами изменений гидрологического режима. Следовательно, земноводные макрофи-

ты обеспечивают выносливость и стабильность экосистемы (Свирижев, Логофет, 1978), способность противостоять изменениям внешних условий и возвращаться в эти условия после возмущения.

Список литературы

- Ермохин М. В.* Экологическая структура маргинальных участков речных биоценозов в переходной зоне вода-суша: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Самара, 2000. 18 с.
- Залетаев В. С.* Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере. М.: Изд-во РАСХН, 1997. С. 11.
- Мильков Ф. Н.* Среднее Поволжье. Физико-географическое описание. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 263 с.
- Папченков В. Г.* О переувлажнённых землях и их классификации на примере Среднего Поволжья // Экология. 1999. № 2. С. 126–129.
- Работнов Т. А.* Фитоценология. М.: Изд-во МГУ, 1978. 384 с.
- Соловьёва В. В.* Структура и динамика растительного покрова экотонов природно-технических водоёмов Среднего Поволжья: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Тольятти, 2008. 43 с.
- Свирижев Ю. М., Логофето Д.* Устойчивость биологических сообществ. М.: Наука, 1978. 352 с.

О. А. Тихомиров

Современное состояние биогенных аквальных комплексов водохранилищ Верхней Волги

Тверской государственный университет
170100 Россия, г. Тверь, ул. Желябова, 33. E-mail: tikhomirova@mail.ru

Аквальные природные комплексы водохранилищ представляют собой сложное сочетание взаимосвязанных компонентов, объединённых общими процессами. Морфология аквальных комплексов и особенности режима водного компонента определяют тесноту связей с биотическими компонентами (высшими водными растениями, фито – и зоопланктоном, зообентосом и др.), затопленными почвами и донными отложениями. Оптимальные условия для формирования биогенных аквальных комплексов создаются в водохранилищах сезонного регулирования стока со стабильным, близким к НПУ уровнем воды. С этой точки зрения наиболее благоприятными объектами для изучения являются водохранилища Верхней Волги (Иваньковское, Угличское, Верхневолжское), существующие длительный срок и имеющие значительные площади мелководий. Как результат, к настоящему времени в пределах верхневолжских водохранилищ сформировались обширные, хорошо выраженные биогенные аквальные комплексы разной степени зарастания (от 10 до 28% от площади водного зеркала).

В ходе полевых работ установлено закономерное распределение растительности водохранилищ в соответствии с выделенными морфологическими особенностями аквальных ландшафтов. Сравнение плёсов водохранилищ по площади зарослей и продуктивности макрофитов показывает, что наиболее заросшими и заболоченными являются озёрные ландшафты. Степень зарастания озёрно-речных плёсов несколько меньше. Речные ландшафты характеризуются минимальными площадями биогенных аквакомплексов.

Обследование защищённых урочищ заливов водохранилищ свидетельствует о высокой степени развития высшей водной растительности. Практически вся площадь мелководной зоны занята воздушно-водной и погруженной растительностью. Глубина распространения водных растений достигает 1,7–2,0 м от НПУ. Вдоль побережий заливов вытянулся хорошо выраженный пояс сплавинных аквальных комплексов. Главными растениями-сплавинообразователями являются рогоз широколистный, манник водяной, тростник обыкновенный, хвощ приречный, аир и др. Показатели их фитомассы составляют 500–1900 г воздушно-сухого веса на 1 м², проективное покрытие грунта достигает 100%. Глубина распространения сплавин – до 1,2 м. Важной отличительной особенностью сплавинных комплексов является наличие сплавинного тела, мощностью 30–50 см. Водная масса сплавин находится в условиях сильного застоя и не имеет прямого контакта с атмосферным воздухом.

Аквальные комплексы сильного зарастания «жесткой» воздушно-водной растительностью располагаются на тех же глубинах, что и сплавины. Полупогруженные макрофиты имеют высокие показатели фитомассы (400–1400 г/м²). Проективное покрытие грунта колеблется от 60 до 100%. К сплавинам и воздушно-водным растениям часто примыкает пояс сильного зарастания телорезом алоэвидным, затягивающим пространство воды на глубинах 0,4–1,3 м. Заросли телореза очень плотные, создают полное затенение грунта и значительную фитомассу, обычно превышающую 500–600 г/м². Бо-

лее глубокие участки заливов заняты аквальными комплексами умеренного и слабого зарастания погруженной растительностью и макрофитами с плавающими листьями. Растительность до глубины 1,7–2,0 м представлена рдестом блестящим, рдестом пронзеннолистным, роголистником тёмно-зелёным и урутью мутовчатой, а также кувшинкой чисто-белой, кубышкой жёлтой, рдестом плавающим и др. При проективном покрытии от 30 до 100% фитомасса растительности комплексов слабого и умеренного зарастания сравнительно низка (50–400 г/м² воздушно-сухого веса). Акватория с фитомассой менее 100 г/м² представляет собой условия слабого зарастания.

Высшая водная растительность является важным средообразующим фактором. В результате степень зарастания во многом определяет состояние водных масс аквальных комплексов, влияет на её физико-химические свойства. Растения гасят волны и защищают от разрушения берега. В зоне зарастания сорбируются и поглощаются взвеси, усиливается седиментационная активность.

Отбор проб воды в заливах водохранилищ Верхней Волги в летний период свидетельствует о некоторых особенностях гидрохимических свойств водных масс различных аквакомплексов. Поверхностные воды открытых плёсов характеризуются щелочной реакцией (рН = 8,1–8,8). Сильное зарастание урочищ заливов сопровождается подкислением среды и снижением показателя рН. Наиболее кислая реакция отмечается в воде сплавин (рН = 5,3–6,4) и участков сильного зарастания. В условиях умеренного и слабого зарастания плавающей и погруженной растительностью величина рН увеличивается до 7,0–8,8.

Макрофиты оказывают влияние на газовый режим аквакомплексов водохранилищ. По нашим наблюдениям, содержание кислорода в воде заросших заливов изменяется от 1,9 до 11,9 мг/л. В то же время концентрация кислорода в поверхностных водах открытых пелагиальных плёсов составляет 6,8–11,0 мг/л. Наиболее значительный дефицит кислорода отмечается в застойных водных массах сплавин (рогозово-манниковые, рогозово-тростниковые, манниково-рогозовые, рисовые сплавины). Здесь содержание кислорода в воде опускается до 1,0–2,0 мг/л. Пределы колебаний содержания кислорода в сплавинных водах верхних частей заливов составляют 1,4–6,0 мг/л. В средних и устьевых частях заливов мощность и площади сплавин уменьшаются. В результате ослабляется их воздействие на водную массу, несколько улучшается водообмен, что сопровождается повышением концентрации растворенного кислорода (5,0–7,4 мг/л).

В условиях аквакомплексов сильного зарастания телорезом в зависимости от условий гидродинамической активности содержание кислорода колеблется от 3,0 до 11,5 мг/л, а в зарослях воздушно-водной растительности – от 6,5 до 11,5 мг/л. В зонах умеренного и слабого зарастания величина растворенного кислорода изменяется в пределах 4,5–12,3 мг/л. Минимальные показатели отмечаются в верховьях заливов (4,5–7,0 мг/л). Средние и устьевые участки заливов ощущают влияние «мягкой» растительности, и поэтому их воды более насыщены кислородом (5,9–12,3 мг/л). Аквакомплексы открытой литорали и глубоководных участков имеют более стабильные концентрации кислорода в поверхностных водах (9,4–11,9 мг/л). Исключения составляют аквакомплексы, находящиеся под влиянием сточных вод, сбрасываемых предприятиями и городскими очистными сооружениями.

Показателем содержания растворенного органического вещества в воде является цветность. Максимальная цветность воды верхневолжских водохранилищ отмечается в аквакомплексах сплавин и сильного зарастания (от 70 до 210°), в условиях слабого развития растительности и без макрофитов цветность менее значительна (60–80°). Водная масса защищённых комплексов насыщена соединениями азота. Наибольшее их содержание отмечено в пробах воды сплавин. Так, показатели аммонийного азота достигают 0,32–1,11 мг NH₄/л, а в поясе сильного зарастания телорезом – 0,43–1,17 мг NH₄/л. Это на 0,1–0,38 мг больше, чем в водах открытых плёсов. В поясе рдестов, урути и кувшинки, создающих умеренное зарастание, содержание NH₄ минимальное и колеблется от 0,2 до 0,69 мг/л. На открытых литоральных акваториях и руслах количество аммонийного азота в воде составляет 0,41–0,73 мг/л.

Наибольшее содержание соединений азота отмечается в заливах, находящихся под влиянием антропогенного воздействия. В местах сброса тёплых отработанных вод в заливы водные массы имеют повышенные концентрации соединений азота (NH₄ – 0,55–5,4 мг/л, NO₃ – 1,25–6,56 мг/л, NO₂ – 0,04–0,43 мг/л).

Анализ полученных экспедиционных данных свидетельствует об определённой связи некоторых свойств затопленных почв и степени зарастания водохранилищ. Поверхностные горизонты почв биогенных комплексов сильного зарастания характеризуются кислой реакцией. Солевая вытяжка образцов почв в рогозово-манниковых сплавинах и участков сильного зарастания телорезом составила 3,25–4,60, что можно объяснить ацидифицирующим воздействием процессов разложения органического вещества в условиях дефицита кислорода. В комплексах умеренного и слабого зарастания рН

солевой вытяжки почв возрастает до 4,95–5,15. Концентрация подвижных форм фосфора увеличивается в направлении от сплавин к слабо зарастающим участкам заливов, находящимся в условиях низкой гидродинамической активности. Так, например, в затопленных почвах сплавин содержание P_2O_5 летом составило 3,4–8,4 мг на 100 г. образца; в комплексах сильного зарастания воздушно-водной растительностью величина подвижного фосфора изменялась от 4,0 до 8,4 мг; в условиях умеренного и слабого зарастания погруженной растительностью колебания концентрации фосфора составили от 3,0 до 45 мг. В глубоководных русловых участках поверхностные слои ила содержали в этот период 4,5–9,7 мг P_2O_5 на 100 г. образца.

Таким образом, полевые исследования позволили установить высокую степень зарастания защищённых литоральных комплексов водохранилищ Верхней Волги. Густые заросли макрофитов образовали особые биогенные аквакомплексы, отличающиеся по свойствам компонентов и режиму от комплексов открытой литорали и глубоководных пелофильных участков.

Активная седиментационная деятельность привела к накоплению на поверхности затопленных почв аккумулятивных горизонтов, представленных отложениями макрофитов и илов (фитоаквакомплексы и пелоаквакомплексы). Эти отложения в значительной степени обогащены органическим веществом, азотом, подвижными формами фосфора и калия. Несомненно важная роль макрофитов как источника грунтообразующего материала в формировании химических свойств затопленных почв различных аквакомплексов водохранилища.

П. Д. Тропина¹, С. В. Викулин¹, А. Н. Ефремов²
***Stratiotes* L. (сем. *Hydrocharitaceae*) в палеокарпологических**
коллекциях БИН РАН

¹ Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2.
E-mail: SVikulin@binran.ru, PTropina@binran.ru

² Омский государственный педагогический университет
644009 Россия, г. Омск, наб. Тухачевского, 14. E-mail: stratiotes@yandex.ru

Ископаемые представители сем. *Hydrocharitaceae*² (Chen *et al.*, 2012) из современных родов *Vallisneria*, *Hydrilla*, *Ottelia*, *Thalassia*, *Stratiotes*, *Hydrocharis* и *Najas* известны из эоцена, олигоцена и миоцена (Daghlian, 1981; Phillips and Meñez, 1988; Kvaček, 1998; Stockey, 2006), причём наиболее древняя находка в семействе (поздний палеоцен – ранний эоцен) относится к роду *Stratiotes* L. (Sille *et al.*, 2006). Этот современный монотипный род на территории Евразии, включая Западную Европу и Россию, в кайнозое был представлен, по крайней мере, 20-ю разнообразными ископаемыми видами (Chandler, 1923; Дорофеев, 1963; Никитин, 1968; 2006; Holy and Bůžek, 1966; Kvaček, 2003). Представители сем. *Hydrocharitaceae* известны в ископаемом состоянии по находкам плодов и листьев: первоначально, листья, описанные Saporta (1873) как *Vallisneria bromeliaefolia* (олигоцен Франции), были переопределены Kvaček (2003) и отнесены сейчас к вымершему виду рода *Stratiotes*. Примечательно, что большая часть известных ископаемых видов *Stratiotes* была описана по находкам семян. Для Европы известны 1 четвертичный и 11 третичных вымерших видов рода *Stratiotes*, а также 1 вариация: всего приблизительно 14–15 видов, включая находки современного вида *S. aloides* L. (табл. I, 1, 2) из четвертичных отложений, а также 1–2? сибирских третичных вида (Chandler, 1923; Cook, Koing 1983; Mai, 1995; Martinetto *et al.*, 2014).

По нашим наблюдениям, различия ископаемых видов *Stratiotes*, описанных по семенам, опираются на следующие признаки: 1) размеры; 2) форма семени, которая варьирует от более вытянутой, почти цилиндрической, как у современного вида – до широкоовальной и почти шаровидной формы у одного из европейских видов; 3) форма основания семени (где находится микропиле) варьирует от прямого неизогнутого до крючковидно загнутого, слегка утолщённого или сильно утолщённого, когда образуется «воротничок» или «шейка» семени; 4) особенности дорсальной стороны семени: наличие более узкого или более широкого «киля», внутри которого проходит рафе; 5) расположение рубчика, который у ряда видов может находиться на дорсальной стороне ближе к верхушке семени, хотя у большинства ископаемых видов рубчик базальный, подобно современному виду; 6) особенно-

² Представители космополитного сем. *Hydrocharitaceae* насчитывают 18 родов и около 120 видов, включают как пресноводные, так и адаптированные к полносоленомокеаническим местообитаниям роды: *Halophila* (Vickulin *et al.* 2001), *Enhalus*, *Thalassia* (Phillips, Meñez, 1988).

сти канала рафе, который может быть коротким, или идущим продольно оси по всей высоте дорсальной стороны семени; б) особенности поверхности семени: гладкая или в различной степени выраженная ямчатость, наличие или отсутствие бугорков в продольных рядах, которые могут сливаться в ‘гребни’; 7) степень толщины семенной кожуры – *толстая*: 0,4–0,5 мм или *тонкая*: 0,1–0,2 мм.

Всего, с территории России описано 5 ископаемых видов *Stratiotes* (табл. I, 3–15):

1) *S. besczeulicus* P. Dorof., позже переопределённый Никитиным (2006) как *S. intermedius* (Hartz) M. Chandl., 2) *S. imperfectus* V. P. Nikit. 3) *S. inversus* V. P. Nikit., 4) *S. sibiricus* P. Dorof. ex V. P. Nikit. и 5) *S. tavidensis* (P. Dorof.) V. P. Nikit., а также здесь встречены 4 европейских вида: 1) *S. intermedius* (Hartz) M. Chandl., 2) *S. kaltennordheimensis* (Zenker) Keilhack, 3) *S. tuberculatus* E. M. Reid и 4) *S. websteri* (Brongn.) M. Chandl. (Дорофеев, 1963; Никитин, 2006). В лаборатории палеоботаники Ботанического института им. В. Л. Комарова (БИН РАН), хранятся коллекции ископаемых плодов и семян, большая часть которых изучалась известным отечественным палеокарпологом П. И. Дорофеевым; также в фонды БИН были недавно переданы многочисленные коллекции ископаемых карпоидов, определённые сотрудниками карпологической лаборатории Западно-Сибирского геологического управления (ныне ООО «Новосибирскгеология») под руководством выдающихся палеокарпологов Никитиных – отца (П. А.) и сына (В. П.). Таким образом, в БИН РАН хранятся все описанные с территории России ископаемые виды, а также многочисленные, определённые только до ранга рода, семена *Stratiotes* из разных олигоценых, миоценовых и плиоценовых местонахождений. В. П. Никитиным ископаемые виды *Stratiotes* были сгруппированы в **3 секции** (Никитин, 2006):

1) к секции ***Stratiotes***, помимо типового современного вида, он относит: *S. intermedius* (вкл. *S. besczeulicus*), *S. tuberculatus*, *S. sibiricus*, *S. kaltennordheimensis*, *S. websteri* и другие европейские виды: *S. talictroides* Brongn., *S. acuticostatus* M. Chandl., *S. neglectus* M. Chandl., *S. headonensis* M. Chandl., *S. hantonensis* M. Chandl. Возможно, к этой же секции следует отнести и *S. acutispermus* Palamarev, *S. suborbiculatus* Palamarev, *S. zinnendorfii* Kirchheimer и *S. amarus*. Данная секция – самая большая, включает наиболее древних представителей из нижнего эоцена Западной Европы. Для семян видов секции *Stratiotes* характерны крупные размеры с хорошо выраженным килем. Они имеют плотную деревянистую кожуру и чёткую ямчато-бугорчатую поверхность. **Геологическое распространение:** на территории России представители известны начиная с раннего рюпеля – включительно по неоплейстоцен: а) *S. intermedius* – с конца хата до занклия, б) *S. tuberculatus* – с позднего рюпеля до лангия, в) *S. sibiricus* – от позднего хата до серравалия, г) *S. kaltennordheimensis* – в раннем-среднем миоцене, д) *S. websteri* – в олигоцене и миоцене (рюпель и ранний миоцен).

2) секция ***Imperfectus*** включает виды: *S. imperfectus* (типовой) и *S. tavidensis*; семена характеризуются мелкими размерами, прямой формой, отсутствием кия, тонкой кожурой, ямчатой скульптурой. **Геологическое распространение:** *S. Imperfectus* отмечен главным образом в рюпельских коллекциях, реже хаттских и водной миоценой (ранней или средней) коллекции. Вид *S. tavidensis* известен только из рюпеля.

3) секция ***Inversus*** включает *S. inversus* и возможно ещё 1–2 вида, которые не были описаны вследствие плохой сохранности, они отмечены в олигоценых отложениях Сибири В. П. Никитиным. Их семена характеризуются крупными размерами, наличием узкого или очень узкого кия, тонкой кожурой, не очень чёткой ямчатой скульптурой. **Геологическое распространение:** секция включает *S. inversus* из хатта (в. олигоцен), и возможно ещё 1–2? вида из рюпеля (н. олигоцен) и приабона (в. эоцен).

Наши предварительные качественные (=‘qualitative studies’) сравнительно-морфологические исследования семян евроазиатских третичных видов и единственного современного вида – *S. aloides* древнего рода *Stratiotes* в целом подтверждают высказанную ранее общую эволюционную тенденцию увеличения размеров семян и степени их удлинённости (Palamarev, 1979; Chandler, 1923; Mai, 1995; Sille et al., 2006). Однако, на протяжении палеогена и неогена изменения общей формы семян, в большей степени коррелируют с относительной величиной ‘кия’, и в меньшей степени – с размерами самого семени (Sille et al., 2006). Возможно, это свидетельствует о том, что не только климатические, абиотические, но также иные, например, биотические факторы трофической коэволюции с животными фитофагами могли преобладать в эпохи экологических перестроек экосистем, например, на рубеже эоцена и олигоцене. Появление новых системных данных по морфологической изменчивости современного вида *Stratiotes aloides* (Ефремов, 2009, 2010) может послужить стимулом к дальнейшему детальному морфометрическому сравнению российских ископаемых материалов по роду *Stratiotes* в контексте изменчивости современного вида (Ефремов, 2009, 2010), и дальнейшему их детальному сравнению с кайнозойскими материалами из западной Европы (Martinetto, 2014).



Таблица I. Ископаемые и современные плоды *Stratiotes* L.

1, 2 – *Stratiotes aloides*, современный вид, Западн. Сибирь; 3–5 – *S. sibiricus*, Екатерининское, ранний миоцен: аквитан; 6–8 – *S. tuberculatus*, Ак-Мечеть, в миоцен: сармат, правый берег реки Южный Буг, овраг Страшный, Одесская обл., Украина; 9–10 – *Stratiotes websterii*, Белоярка: ранний олигоцен: рюпель; 11–12 – *S. kaltennordheimensis*, Ново-Дмитровка, граница Харьковской и Донецкой обл., Украина: в. олигоцен–н. миоцен; 13 – 14 – *S. inversus*, Лагерный сад II: поздний олигоцен: хатт; 15 – *S. imperfectus*, К. Я. 59–8. Пр. бер. р. Пальтитка на побережье Восточно-Сибирского моря, скважина 10: ранний-средний плиоцен.

Список литературы

- Дорофеев П. И. Третичные флоры Западной Сибири. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 346 с.
- Ефремов А. Н. Морфология и анатомия плодов *Stratiotes aloides* L. (*Hydrocharitaceae*) // Растения в муссонном климате: материалы V науч. конф. Владивосток, 20-23 окт. 2009. Владивосток, 2009. С. 264–267.
- Ефремов А. Н. Телорез алоэвидный *Stratiotes aloides* L. (*Hydrocharitaceae*) в южной части Западно-Сибирской равнины (анатомо-морфологические особенности, ценотическое значение, продуктивность): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2010. 23 с.
- Никитин В. П. Палеокарпология и стратиграфия палеогена и неогена Азиатской России. Новосибирск: Гео, 2006. 229 с.
- Chandler M. E. J. Geological history of the genus *Stratiotes* // Quart. Journal Geolog. Soc. London. 1923. Vol. 79. P. 117–138.
- Cook C. D. K., Urmi-Konig K. A revision of the genus *Stratiotes* (*Hydrocharitaceae*) // Aquatic Botany. 1983. Vol. 16. P. 213–249.
- Daghlian C. P. A review of the fossil record of monocotyledons // Bot. Rev. 1981. Vol. 47. P. 517–555.
- Holy F., Bůžek C. Seeds *Stratiotes* L. (*Hydrocharitaceae*) in the Tertiary of Czechoslovakia // Sborn. Geol. Ved Palaentol., 1965. Vol. 8. P. 105–133.
- Kvaček Z. Bilina: a window on Early Miocene marshland environments // Review Palaeobot. Palynol., 1998. Vol. 101. P. 111–123.
- Kvaček Z. Aquatic angiosperms of the Early Miocene Most Formation of North Bohemia (Central Europe) // Cour. Forsch. – Inst. Senckenberg, 2003. Vol. 241. P. 255–279.
- Mai D. H. Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. Gustav Fisher, Jena, N.Y. 1995. 691 p.
- Martinetto E., Bertini A., Basilici G., Baldanza A., Bizzarri R., Cherin M., Gentili S., Pontini M. R. The plant record of the Duna Robba and Pietrafitta sites in the Plio-Pleistocene palaeoenvironmental context of Central Italy // Alpine and Mediterranean Quaternary. 2014. Vol. 27. No. 1. P. 29–72.
- Palamarev E. H. Die Gattung *Stratiotes* L. in der Tertiärfloora Bulgariens und ihre Entwicklungsgeschichte in Eurasien // Phytology. 1979. Vol. 12. P. 3–21.
- Phillips R. C., Meñez E. G. Seagrasses. Smithsonian Institution. Washington D. C., 1988. 104 p.
- Saporta G. Etudes sur la végétation du niveau du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire // Ann. Sc. Nat., Sér. Bot. 1873. Vol. 17. P. 5–44.
- Sille N. P., Collinson M. E., Kucera M., Hooker J. J. Morphological evolution of *Stratiotes* through the Paleogene in England: An example of microevolution in flowering plants // Palaios. 2006. Vol. 21. P. 272–288.
- Stockey R. A. The fossil record of basal monocots // Aliso. 2006. Vol. 22. P. 91–106.
- Vickulin S. V., Meñez E. G., Yakovleva O. V. Leaf micromorphology of *Halophila* (*Hydrocharitaceae*) // Бот. журн. 2001. Т. 86, №7. P. 80–88.

Г. М. Файвуш

Редкие водные виды сосудистых растений Армении

Институт ботаники НАН Республики Армения
0040 Армения, Ереван, ул. Ачаряна 1. E-mail: gfayvush@yahoo.com

Армения – удивительная страна. При очень небольшой территории (менее 30 тыс. км²) здесь представлено удивительное ландшафтное и биологическое разнообразие. Благодаря разнообразию климатических, орографических, почвенных условий, богатой геологической истории, здесь сформировались удивительные по богатству флора и фауна. На столь малой территории произрастает около половины всех видов флоры сосудистых растений Кавказа (около 3800), зарегистрировано 428 видов водорослей, 399 видов мхов, 4207 видов грибов, 464 вида лишайников, 549 видов позвоночных животных, число же беспозвоночных животных оценивается числом примерно 17200 видов (5th National report..., 2014). При этом флора и фауна беспозвоночных отличаются высоким уровнем эндемизма (142 вида узколокальных эндемичных видов растений и 479 видов беспозвоночных животных), сравнимым с уровнем эндемизма таких Средиземноморских островов как Сардиния и Сицилия, которые обычно приводятся в виде примера особо богатых эндемиками сухопутных территорий. Самым интересным в этом факте является то, что Армения не является островом с чётко очерченными границами, вообще биогеографически территория республики совершенно неестественна, основные ландшафты продолжаются за её пределы и нет никаких серьёзных препятствий, которые могли бы задерживать распространение узкоареальных видов в их распространении. Безусловно, богатство биологического разнообразия связано с богатством и разнообразием природных экосистем. В Армении представлены все основные экосистемы Кавказа (за исключением влажных субтропиков) – пустыни и по-

лупустыни, степи, лугостепи, леса и редколесья, субальпийская и альпийская растительность, интразональные экосистемы.

Необходимо сразу отметить, что большая часть территории Армении является типично аридной и принадлежит Армено-Иранской провинции А. Л. Тахтаджяна (1978), меньшая часть – более гумидная, и относится к Кавказской провинции. При этом здесь весьма богато представлены гидро- и гигрофильные местообитания. В Армении в целом, кроме реки Аракс, крупные реки отсутствуют. Однако речная сеть довольно густая (215 рек протяжённостью свыше 10 км) и имеет общую длину около 13 тыс. км, хотя большая часть рек не имеет постоянного стока и летом пересыхает. Гидрографическая сеть Армении принадлежит двум бассейнам – Аракса (76,5% территории) и Куры (23,5%). Наибольшего развития эта сеть достигает в горах, особенно там, где подстилающие породы водонепроницаемы или плохо проницаемы. Со снижением высоты местности густота речной сети уменьшается. Надо отметить, что на вулканических лавовых массивах из-за большой трещиноватости и высокой водопроницаемости лав местами поверхностный сток совершенно отсутствует. Довольно много в Армении озёр. Крупнейшее из них оз. Севан, расположенное на высоте 1900 м. Второе по величине озеро Арпилич (в настоящее время сток из озера зарегулирован и фактически оно превращено в водохранилище). Кроме того, очень важны с ботанической точки зрения многочисленные не крупные озера Лорийской нагорной равнины и высокогорные озера, расположенные на многих горных хребтах и массивах (Багдасарян, Габриелян, 1962; Ресурсы поверхностных вод..., 1973; Габриелян, 1986).

Важно отметить также, что водные местообитания в Армении располагаются от самой нижней высотной отметки (470 м над ур. м. – на границах Армении с Грузией и Азербайджаном – реки Аракс и Дебед) до альпийских высот (отдельные озера располагаются на высоте даже более 3500 м над ур. м.). Во многом такое разнообразие условий обуславливает богатство водно-болотной флоры Армении, в которой зарегистрировано более 620 видов сосудистых растений (Барсегян, 1981).

Красная книга растений Армении была издана в 2010 г. (Tamanyan et al., 2010), и в неё включено 452 вида сосудистых растений. Среди этих видов более 70 непосредственно связаны с переувлажнёнными местообитаниями, однако типично водными растениями являются около 30 видов. Все эти виды можно разбить на 2 основные группы.

К первой группе можно отнести виды, имеющие очень широкий ареал, но очень редкие в Армении, известные всего из 1–2 местообитаний. Здесь они располагаются на границе своего ареала. Эти виды очень интересны для нас, но вероятно не представляют большого интереса для Российских ботаников. К этой группе в первую очередь относятся виды, связанные в своём распространении с Бореальным подцарством – *Sagittaria sagittifolia* L., *Sagittaria trifolia* L., *Callitriche hermaphroditica* L., *Utricularia intermedia* Hayne, *Menyanthes trifoliata* L., *Najas minor* All., *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea alba* L., *Groenlandia densa* (L.) Fourt., *Thelypteris palustris* Schott, *Salvinia natans* (L.) All., *Carex bohémica* Schreb., *Ranunculus lingua* L., *Lomatogonium carinthiacum* (Wulf.) A. Br. Все эти виды, очевидно, можно отнести к Бореальному элементу водной флоры Армении, и, скорее всего, они являются её реликтовым элементом, сохранившимся на территории Армении с доледниковых времён в отдельных рефугиумах. Об этом свидетельствует уже тот факт, что для большинства из этих видов известно всего по одному местообитанию в Армении. Например, *Thelypteris palustris* известен только из одного высокогорного озера в Дарелегисском флористическом районе, *Salvinia natans* – только из одного небольшого озерца на Лорийской нагорной равнине (а подобных озёр на этой равнине более 30), *Nymphaea alba* – в настоящее время встречается только в нескольких озёрах этой равнины, а *Nuphar lutea* только в старом русле реки Ахурян, *Groenlandia densa* известна сейчас только из бассейна озера Севан. При этом надо отметить, что местонахождения всех этих видов в Армении располагаются выше среднего горного пояса и в большинстве своём, за небольшим исключением, приурочены к северным районам республики, то есть к более прохладным и влажным климатическим условиям.

В эту же группу можно также включить виды, широко распространённые в настоящее время, но в своём происхождении связанные с Древнесредиземноморским подцарством – *Acorus calamus* L., *Erianthus ravennae* (L.) P. Beauv., *Falcaria falcarioides* (Bornm. et H. Wolff) H. Wolff. В отличие от первой группы эти виды встречаются в основном в нижнем горном поясе, то есть приспособлены к более тёплым местообитаниям, хотя также очень редки в Армении, и известны всего из 1–2 локалитетов.

Во вторую, значительно более малочисленную группу редких водных растений Армении мы относим виды со значительно более узким ареалом – такие как *Scilla rosenii* K. Koch, *Puccinellia grossheimiana* V. I. Krecz., *Oenanthe silaifolia* M. Bieb. и единственный среди водно-болотных растений узколокальный эндемик Армении *Rorippa spaskajae* V. I. Dorof. Эти виды также довольно редки, но различаются между собой своей экологической приуроченностью (некоторые встречаются только в нижнем горном поясе, другие предпочитают более прохладные местообитания верхнего или суб-

альпийского поясов). Скорее всего, это более молодые виды, сформировавшиеся уже после Ледникового периода и не имевшие возможности для быстрого и широкого распространения, особенно в связи с усиливающейся аридизацией Закавказья.

Ещё два вида, которые не являются типично водными, но обитающие на переувлажнённых местообитаниях – *Coccyganthe flos-cuculi* (L.) Fourt. и *Potentilla erecta* (L.) Hampe – представляют собой особый интерес. Для первого вида известно всего одно местообитание в Армении, для второго – четыре, но все они расположены в непосредственной близости от «молоканских сёл», то есть сёл, где проживают «молокане» – выходцы из России, сосланные на Кавказ за «религиозные отклонения» во времена царствования Екатерины Великой. Складывается впечатление, что эти виды были случайно или, может быть, даже преднамеренно завезены переселенцами в Армению, где они и прижились, хотя и не получили широкого распространения.

В заключение хотелось бы отметить следующее. Водные экосистемы представляют собой прекрасные, стабильные по многим параметрам места обитания для водных организмов. Они весьма инерционны, а большинство водных растений имеют относительно широкую экологическую амплитуду по отношению к температурному режиму. Поэтому кажется, что прогнозируемое изменение климата (а для Армении предполагается повышение средней температуры более чем на 4°C к 2100 г. и снижение количества осадков более чем на 10% – 3rd National communication..., 2015) не должно серьёзно повлиять на состояние местообитаний редких, включённых в Красную книгу Армении видов водных растений. Однако в действительности ситуация складывается значительно хуже. Уже сейчас Армения испытывает недостаток в водных ресурсах (в первую очередь, из-за плохого управления этими ресурсами – нерациональное использование, большие потери и т. п.), а когда же количество атмосферных осадков сократится ещё на 10%, а температура повысится, то расход воды должен вырасти ещё значительно. Кроме того, в последнее десятилетие в Армении произошёл буквально бум со строительством малых ГЭС – сейчас уже построены более 140 таких гидроэлектростанций на многочисленных малых реках, и ещё около 40 находятся в стадии проектирования и строительства. При этом никто из проектировщиков и бизнесменов не учитывал возможные изменения климата. То есть уже в ближайшие годы ситуация в водном хозяйстве республики должна будет сильно ухудшиться. Конечно, с одной стороны, это должно привести к улучшению управления водными ресурсами, более широкому применению водосберегающих технологий и т. д. Но, с другой стороны, у нас же, как и по всему миру «пока гром не грянет, мужик не перекрестится». То есть фактически многие местообитания редких видов водных растений окажутся под угрозой исчезновения уже в ближайшие годы, а значит необходимо принимать решительные меры по их охране не откладывая на будущее, немедленно!

Список литературы

- Багдасарян А. Б., Габриелян Г. Л. Гидрографическая сеть // Геология Армянской ССР. Ереван, 1962. Т. 1. С. 41–48.
- Барсегян А. М. Водно-болотная флора Армении и её анализ // Флора, растительность и растительные ресурсы Армянской ССР. Ереван, 1981. Вып. 7. С. 53–120.
- Габриелян Г. К. Воды // Физическая география Закавказья. Ереван: ЕГУ, 1986. С. 104–124.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн р. Аракс. М.–Л., 1973. Т. 2, вып. 9. 471 с.
- Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978. 247 с.
- 3rd National communication on the Framework Convention on Climate change. Yerevan, 2015. 219 p.
- 5th National report to the Convention on Biological diversity. Yerevan, 2014. 108 p.
- Tatanyan K., Fayvush G., Nanagulyan S., Danielyan T. (eds.). The Red Data book (plants) of Armenia. Yerevan: Zangak, 2010. 598 p.

А. В. Щербаков

Изученность водной флоры Средней России на современном этапе, её динамика и перспективы дальнейшего изучения

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
119991 Россия, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Биологический ф-т МГУ, кафедра высших растений. E-mail: shch_a_w@mail.ru

К настоящему времени Средняя Россия, включающая в себя регионы Центрального федерального округа и правобережные регионы Приволжского федерального округа, является наиболее хорошо изученным в гидробиотаническом плане макрорегионом страны.

В последние 30 лет методом сеточного картографирования с применением ячеек размером в 100 км² А. В. Щербаковым и его коллегами (А. А. Шмытовым, Н. М. Решетниковой, Н. И. Нестеровой) здесь были изучены Московский регион (г. Москва и Московская обл.), Калужская, Орловская, Рязанская и Тульская области, а также северо-запад Смоленской обл. (около 8000 км²) и бассейн р. Угры в пределах этого же региона. На ближайшую перспективу совместно с ивановскими ботаниками запланировано изучение данным методом водных объектов Ивановской обл. (в настоящее время в этом регионе хорошо изучена флора озёр и водохранилищ, а также левобережный Приволжский р-н).

Этим же методом Е. В. Варгот изучила флору водных объектов бассейна Средней Суры (Восточная Мордовия и прилежащие к ней части Нижегородской, Пензенской и Ульяновской областей). В настоящее время подобная же работа ей ведётся в пределах бассейна р. Мокши (Западная Мордовия, северо-запад Пензенской обл., северо-восток и центр Тамбовской обл.).

Ранее В. Г. Папченковым, В. В. Соловьёвой и их коллегами были тщательно изучены водные объекты на большей части Среднего Поволжья: Самарская и Ульяновская области, республики Марий Эл, Татарстан и Чувашия. В дальнейшем изучение этих регионов продолжалось в рамках общифлористических работ и ознаменовалось выходом подробных сводок по Самарской (Саксонов, Сенатор, 2012), Ульяновской (Раков и др., 2014) областям и Чувашии (Гафурова, 2014), а также диссертационной работой Т. Б. Силаевой по флоре бассейна р. Суры.

В Центральном Черноземье флористические гидрботанические работы велись Н. Ю. Хлызовой. Ей был подробно изучен растительный покров водных объектов бассейна Среднего Дона (Воронежская и Липецкая области, большая часть Тамбовской обл., а также крайний восток Курской обл.).

Вне перечисленных выше регионов, коллективом ботаников ИБВВ РАН в последние 20 лет в границах Средней России велось интенсивное изучение флоры водных объектов Костромской и Ярославской областей, а также левобережья Ивановской обл.

Анализ эталонной для региональной флоры работы А. П. Серёгина с соавторами (2012) по Владимирской обл., также изученной методом сеточного картографирования, показал, что при общифлористических работах уровень выявления и описания водной флоры может быть оценён лишь как удовлетворительный (Щербаков, 2013). По данному параметру к обследованным на таком уровне регионам можно отнести Курскую (Полюянов, 2005) и Тверскую (Нотов, 2005) области, а также западную половину (к западу от р. Оскол) Белгородской обл. (Чаадаева, 2000).

Относительно недавно была опубликована монография по водной флоре Брянской обл. (Анищенко, Буховец, 2009), однако её качество весьма посредственное. На таком же уровне мы можем оценить и изученность водной флоры Саратовского Правобережья.

В Нижегородской обл. относительно хорошо изучена лишь приволжская и приокская полоса, а также Арзамасский р-н. Проанализировав имеющиеся по этому региону гербарные материалы, а также опубликованные работы, мы пришли к выводу, что большая часть его территории (особенно север) в гидрботаническом отношении изучена явно недостаточно.

Хуже всего в макрорегионе Средней России обстоит дело с большей частью бассейна Днепра в Смоленской обл. и с бассейном Волги в этом же регионе, откуда имеются крайне скудные, разрозненные и, как правило, устаревшие сведения.

Тем не менее, такая, казалось бы, благоприятная картина не является основанием для излишнего оптимизма. Это связано с тем, что в последние десятилетия резко ускорились динамические процессы как во флорах Средней России в целом, так и в её гидрофильном компоненте, в частности. Причиной того служат как факторы природного характера (изменение климата), так и антропогенного (смена уклада в промышленности и сельском хозяйстве). Всё это ведёт к тому, что даже, казалось бы, относительно «свежие» данные, полученные всего 15–20 лет назад уже не в полной мере отражают реальную картину и требуют хотя бы выборочной проверки. В частности, нам удалось это выявить, когда, работая по проекту «Флора бассейна реки Оки» мы делали повторные обследования водных объектов в Московском регионе и Тульской обл., подробно обследованных в 1980-х гг.

Основные тенденции современной динамики гидрофильной флоры Средней России, с нашей точки зрения, выглядят следующим образом.

1. Идёт проникновение во флору видов южного тяготения и увеличение их встречаемости и обилия (*Potamogeton nodosus*, *P. trichoides*, *Alisma gramineum*, *Lemna gibba*, *Wolffia arrhiza*, *Ceratophyllum submersum* и др.). Этому способствует не только изменение климата в благоприятную для них сторону, но и создание антропогенных экотопов, моделирующих гидрологические и гидрохимические особенности водных объектов аридных и семиаридных внутриконтинентальных областей.

2. Продолжается уменьшение встречаемости и обилия видов северного тяготения, замена их чистых популяций гибридными, а иногда и выпадение из флоры отдельных территорий или водных

объектов (*Isoëtaceae*, *Sparganium gramineum*, *Callitriche hermaphroditica*, *Utricularia intermedia*, *U. minor* и др.). Это связано с уничтожением материковых озёр и обводнённых болот, к которым в основном приурочены данные виды, а также с существенным изменением их гидрологического и гидрохимического режима, ведущего к заметному снижению конкурентоспособности растений с ареалами северного тяготения по сравнению с эвритопными. Процесс уничтожения подходящих природных экотопов, пригодных для видов северного тяготения, не компенсируется созданием их антропогенных аналогов, которые относительно немногочисленны, а экологические условия в них не в полной мере моделируют таковые, существующие в природных водных объектах.

3. В последние десятилетия в связи с кризисом в сельском хозяйстве и промышленности процесс ухудшения экологического состояния водных объектов, пригодных для произрастания видов северного тяготения, несколько замедлился, а виды этой группы, способные произрастать и в речных экосистемах, местами стали расширять свой ареал (например, *Potamogeton alpinus* и *P. praelongus* на западе Рязанской обл.). Насколько долго будет длиться действие данного благоприятного фактора, мы пока предположить не можем.

Процесс обеднения «водного ядра» флоры в известной степени компенсируется внедрением в нее адвентивных видов, «уходящих» из декоративных прудов, а также из аквариумной культуры в термальные водоёмы (*Vallisneria spiralis*, *Lemna minuta*). В частности, в ближайшее время следует ожидать обнаружения американской *Elodea nuttallii*, в настоящее время по Днепру достигшей Восточной Белоруссии (Флора Беларуси..., 2013). Пока процесс адвентизации водной флоры в основном наблюдается в Москве и её ближайших окрестностях (*Sagittaria ambigua*, *Elodea densa*, *Vallisneria americana*, *Pistia stratiotes*, *Wolffia globosa*, *Cabomba caroliniana*, *Zizania latifolia* и др.), но в перспективе он может затронуть и другие участки, в особенности места с интенсивным коттеджным строительством.

Автор выражает благодарность А. А. Боброву, Е. В. Варгот и Н. Ю. Хлызовой за ценные консультации при подготовке данной статьи.

Литература

- Анищенко Л. Н., Буховец Т. Н. Флора и растительность настоящих водных макрофитов водоёмов и водотоков Юго-Западного Нечерноземья России. Брянск: Курсив, 2009. 187 с.
- Гафурова М. М. Сосудистые растения Чувашской Республики. Тольятти: Кассандра, 2014. 333 с. (Флора Волжского бассейна; т. 3).
- Нотов А. А. Материалы к флоре Тверской области. Ч. 1: Высшие растения. 4-я версия, перераб. и доп. Тверь: ГЕРС, 2005. 213 с.
- Полуянов А. В. Флора Курской области. Курск: Изд-во Курск. ун-та, 2005. 264 с.
- Раков Н. С., Саксонов С.В., Сенатор С.А., Васюков В.М. Сосудистые растения Ульяновской области. Тольятти: Кассандра, 2014. 511 с. (Флора Волжского бассейна; т. 1).
- Саксонов С. В., Сенатор С. А. Путеводитель по Самарской флоре (1851–2011). Тольятти: Кассандра, 2012. 295 с. (Флора Волжского бассейна; т. 2).
- Серёгин А. П. Флора Владимирской области: Конспект и атлас / А. П. Серёгин при участии Е. А. Боровичёва, К. П. Глазуновой, Ю. С. Кокошниковой, А. Н. Сенникова. Тула, 2012. 620 с.
- Флора Беларуси. Сосудистые растения. В 6 т. Т. 2. *Liliopsida* (*Acoraceae*, *Alismataceae*, *Araceae*, *Butomaceae*, *Commelinaceae*, *Hydrocharitaceae*, *Juncaginaceae*, *Lemnaceae*, *Najadaceae*, *Poaceae*, *Potamogetonaceae*, *Scheuchzeriaceae*, *Sparganiaceae*, *Typhaceae*, *Zannichelliaceae*) / под общ. ред. В. И. Парфёнова. Минск: Беларус. навука, 2013. 447 с.
- Чаадаева Н. Н. Флора Белгородской области (к западу от реки Оскол): Дис. ... канд. биол. наук. М., 2000. 403 с.
- Щербаков А. В. Достойный подражания образец региональной флоры [Рецензия] // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2013. Т. 118. Вып. 4. С. 81–82. [Рец. на книгу: Флора Владимирской области: Конспект и атлас / А. П. Серёгин при участии Е. А. Боровичёва, К. П. Глазуновой, Ю. С. Кокошниковой, А. Н. Сенникова. Тула, 2012. 620 с.]

Секционные доклады

А. С. Алексанян

Сравнительный анализ флор бассейнов рек Дебед и Агстев (Республика Армения)

Институт ботаники НАН РА

0063 Армения, Ереван, Ачаряна 1. E-mail: alla.aleksanyan@gmail.com

В настоящее время в связи с разрушением и нарушением местообитаний, усилением воздействия антропогенного пресса на природные ценопопуляции и изменением экосистем проблема сохранения биоразнообразия во всем мире приобрела первостепенное значение. Как первый этап сохранения растительного разнообразия стало совершенно необходимым проведение инвентаризации и изучение локальных и парциальных флор.

Растительность Северо-Восточной Армении изучена довольно хорошо, но водная и водно-прибрежная флора и растительность требуют дополнительных исследований, учитывая происходящие в биоте изменения.

Исследованные нами районы являются зонами интенсивной и разнообразной хозяйственной деятельности и антропогенное воздействие на растительный покров здесь постоянно усиливается. Кроме того, сейчас необходимо учитывать и влияние изменения климата, которое довольно хорошо выражено на территории Армении. Изучение водно-прибрежных растений и их экосистем представляет не только теоретический, но и практический интерес, связанный как с их прямым использованием, так и принимая во внимание природоохранное значение водно-прибрежных экосистем.

Изучение любой флоры, водной и прибрежно-водной в том числе, ставит перед собой задачу путём составления флористического списка и его многостороннего анализа выяснить пути формирования флоры и тенденций её изменения в будущем.

На основе данных, собранных за последние годы, нами был дополнен ранее опубликованный флористический состав бассейнов рек Агстев и Дебед (Барсегян, 1981).

Территории исследований находятся в северо-западной части Армении – области Тавуш и Лори. Река Дебед правосторонний приток р. Куры, её длина – 178 км, из них в Армении 152 км. Площадь бассейна – 4050 км². Речная сеть р. Дебед представлена 1356 реками, 55 из которых имеют протяжённость более 10 км. Средняя плотность речной сети – 0,84 км/км² (Мнацаканян, 2007). Река Агстев – правосторонний приток р. Куры, её длина – 133 км, площадь водосборного бассейна – 2589 км². В пределах РА длина р. Агстев составляет 85 км, а площадь водосборного бассейна – 1703,9 км². Долина р. Агстев лесистая; в среднем и нижнем течении она расширяется, затем постепенно соединяется с Куринской депрессией. Густота речной сети небольшая – 0,73 км/км², несмотря на то что в бассейне насчитываются около 1000 рек и притоков, в том числе 20 из них – длиной более 10 км, 2 – более 50 км. (Габриелян, 1986; Чилингарян и др., 2002).

Таблица 1. Спектр крупнейших семейств бассейнов рек Агстев и Дебед

Дебед		Агстев	
Семейство	Количество видов	Семейство	Количество видов
<i>Poaceae</i>	24	<i>Poaceae</i>	28
<i>Asteraceae</i>	22	<i>Asteraceae</i>	22
<i>Cyperaceae</i>	16	<i>Cyperaceae</i>	20
<i>Fabaceae</i>	13	<i>Fabaceae</i>	12
<i>Brassicaceae</i>	12	<i>Brassicaceae</i>	11
<i>Potamogetonaceae</i>	11	<i>Salicaceae</i>	11
<i>Rosaceae</i>	10	<i>Rosaceae</i>	9
<i>Salicaceae</i>	8	<i>Boraginaceae</i>	6
<i>Caryophyllaceae</i>	6	<i>Juncaceae</i>	6
<i>Boraginaceae</i>	5	<i>Lamiaceae</i>	5

Таблица 2. Спектр крупнейших родов бассейнов рек Агстев и Дебед

Дебед		Агстев	
Род	Количество видов	Род	Количество видов
<i>Carex</i>	11	<i>Carex</i>	12
<i>Potamogeton</i>	11	<i>Salix</i>	9
<i>Salix</i>	6	<i>Juncus</i>	6
<i>Juncus</i>	4	<i>Poa</i>	5
<i>Poa</i>	4	<i>Trifolium</i>	4
<i>Ranunculus</i>	4	<i>Epilobium</i>	4
<i>Myosotis</i>	3	<i>Alchemilla</i>	4
<i>Barbarea</i>	3	<i>Myosotis</i>	3
<i>Trifolium</i>	3	<i>Rorippa</i>	3
<i>Epilobium</i>	3	<i>Dipsacus</i>	3
<i>Polygonum</i>	3	<i>Polygonum</i>	3
<i>Alchemilla</i>	3	<i>Veronica</i>	3
<i>Potentilla</i>	3		
<i>Sparganium</i>	3		

Современный состав флор данных бассейнов рек включает, соответственно: Дебед – 207 видов сосудистых растений из 131 рода и 50 семейств, Агстев – 202 вида из 126 родов и 47 семейств.

Особенностью исследованных флор является то, что они включают очень много семейств и родов, представленных малым количеством видов: в основном 1–5 видов в семействе, 1–3 вида в роде. Спектры крупнейших семейств и родов двух бассейнов приведены в таблицах 1 и 2.

Как видно из приведённых таблиц, спектры семейств очень близки между собой, чего нельзя сказать о спектрах родов. Такие большие различия между спектрами родов можно объяснить несколькими факторами. Во-первых, характером местообитаний прибрежных экосистем, сильно различающихся в этих бассейнах, главным образом, наличием или отсутствием террас по берегам рек с характерной растительностью. Во-вторых, гидрологическими особенностями самих рек – наличием или отсутствием спокойных заводей или небольших озёр, образующихся после половодья. Так, например, во флоре бассейна Дебед довольно богато представлен род *Potamogeton*, который полностью отсутствует во флоре реки Агстев. Это как раз связано с наличием здесь участков со стоячей или очень медленно текущей водой. Тоже самое касается *Hippuris vulgaris* L. *Chamaesyce maculata* (L.) Small. и *Achillea filipendulina* L., которые являются инвазивным и экспансивным видами флор (Файвуш, Таманян, 2014), в своём распространении, интенсифицировавшимся в последние десятилетия, они не успели дойти до близкого второго бассейна, но в ближайшем будущем, скорее всего, будут найдены и там.

Полный таксономический анализ данных флор не входил в задачи нашей работы, поэтому мы остановимся только на сравнении их структур для определения путей их формирования и составления прогнозов их будущих изменений.

Для определения показателей сходства и различия систематической структуры сравниваемых флор была проведена их статистическая обработка с вычислением коэффициента ранговой корреляции Спирмена (R_s) (Шмидт, 1984).

Полученные результаты подтвердили очень высокое сходство спектров семейств – коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил 0,825. Если спектры семейств – более консервативная структура флор и отражают более древние их черты, то спектры родов более рельефно характеризуют их современное состояние. Спектры родов исследованных флор значительно сильнее различаются как составом, так и положением родов. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена составил 0,455. При всей информативности коэффициента ранговой корреляции Спирмена, все же нужно отметить, что такое сравнение рангов ведущих семейств и родов позволяет проследить только основные черты сходства или различия систематической структуры сравниваемых флор. При таком анализе остаются без внимания те семейства или роды, которые представлены в рассматриваемых флорах одним или несколькими видами. А в нашем случае, как уже было отмечено выше, в составе обеих флор преобладают именно семейства и роды с небольшим количеством видов. Последние, несмотря на их малочисленность, могут быть весьма показательными при рассмотрении вопросов истории флоры.

Для более детального сравнительного анализа также было установлено число общих для двух флор видов (153), и число видов, встречающихся только водной флоре.

Исходя из этих данных, был рассчитан коэффициент сходства флористических списков Стугрена и Радулеску (P_{st}). Вычисленный коэффициент (-0,20) свидетельствуют об относительно небольшом сходстве видового состава флор. Судя по всему, это сходство определяется не столько территориальной близостью бассейнов исследованных рек, сколько сходством набора растительных ассоциаций и типов местообитаний.

Одной из важных сторон анализа той или иной флоры также является изучение автохтонных и миграционных процессов в её становлении. Определение этих тенденций обычно осуществляется на основе соотношения числа родов и видов, представленных в исследуемой флоре. Различные флоры с равным количеством видов могут значительно различаться по количеству родов. Для исследуемых флор нами был рассчитан показатель автономности флор, которые составили соответственно для бассейна Дебед -0,89, а для Агстева -0,91 (Мальшев, 1987). Как считает А. И. Толмачёв (1974), чем больше среднее число видов в роде, тем сильнее выражены автохтонные процессы, и наоборот, низкое значение этого показателя указывает на большую роль миграционных процессов в становлении флоры. То есть в обоих случаях миграционные процессы преобладали над видообразовательными, что подчёркивает аллохтонные тенденции в становлении данных флор. Надо отметить, что на Кавказе и, в частности, в Южном Закавказье данная тенденция характерна практически для всех гидро- и гигрофитных флор, за исключением разве что только засоленных болот Араратской равнины.

Таким образом, несмотря на общее геологическое прошлое, близость физико-географических и климатических условий, одинаковые тенденции в становлении флор, сами флоры бассейнов двух крупных рек Армении – Агств и Дебед – очень сильно различаются своим видовым и родовым составом. Основываясь на данном факте, можно предположить, что в прошлом наличествовали некоторые очень специфические черты, способствовавшие их формированию в разных направлениях. Исходя из этого, можно предположить, что и в дальнейшем, несмотря на сходные прогнозы изменения климата в бассейнах обеих рек, дальнейшее развитие этих флор вряд ли приведёт к их полному сближению.

Список литературы

- Барсегян А. М. Водно-болотная флора Армении и её анализ. // Флора, растительность и растительные ресурсы Армянской ССР. Ереван, 1981. Вып. 3. С. 53–120.
- Габриелян Г. К. Физическая география Закавказья. Ереван: Изд-во Ереванского ун-та, 1986. 310с.
- Мальшев Л. И. Современные подходы к количественному анализу и сравнению флор // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л., 1987. С. 142–148.
- Мнацаканян Б. П., Тадевосян Г. П. Климат и воды Лори. Ванадзор. 2007 290 с. (на арм. яз.).
- Толмачёв А. И. Введение в географию растений. Л.: ЛГУ, 1974. 244 с.
- Файвуш Г. М., Таманян К. Г. Инвазивные и экспансивные виды растений Армении. Ереван, 2014. 270 с.
- Чилингарян Л. А., Мнацаканян Б. П., Токмаджян О. В. Гидрография озёр и рек Армении. Ереван, 2002. 49 с. (на арм. яз.).
- Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. Л.: ЛГУ, 1984. 288 с.

А. Л. Афанасьева, И. С. Трифонова

Таксономическое разнообразие и обилие сине-зелёных водорослей (Cyanoprokaryota) в озёрах Карельского перешейка

Институт озераведения РАН

196105 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Севастьянова, 9. E-mail: afal359@mail.ru

Интенсивное эвтрофирование приводит к существенной трансформации водных экосистем Северо-Запада России, увеличения их уровня трофности, а также к «цветению» воды, вызванному массовым развитием фитопланктона (Гусева, 1952; Трифонова, 1990; Водоросли, вызывающие..., 2006). Основные возбудители «цветения» – сине-зелёные водоросли (Cyanoprokaryota), многие из которых относятся к токсическим видам, представляющим серьёзную угрозу для водоснабжения, рекреации, здоровья и жизни людей (Гусева, 1952; Сиренко, Гавриленко, 1978; Водоросли, 1989). Массовое скопление водорослей вызывает помехи при фильтрации на водозаборах, делает водоёмы непригодным для купания и рекреации. Некоторые виды цианопрокариот выделяют токсичные вещества, которые оказывают вредное воздействие на человека и животных. Интенсивное размножение водорослей ухудшает не только физические характеристики водоёма, но и его внешний вид. Озёра, содержащие большие количества водорослей, нельзя использовать для рекреации. Купание в цветущем водоёме

может вызвать раздражение кожи в результате действия токсичных веществ, выделяемых водорослями, нередко возникают проблемы с дыханием и раздражение глаз, острота которых зависит от биомассы водорослей, состава токсичных веществ и индивидуальных особенностей организма.

В озёрах Северо-Запада России эвтрофирование носит достаточно медленный характер и «цветение» воды, как правило, умеренное или слабо выражено (Трифонова, 1990). Тем не менее, все усиливающееся антропогенное воздействие вызывает необходимость мониторинга состояния озёрных экосистем и в том числе развития в них сине-зелёных водорослей. Комплексные исследования разнотипных озёр Карельского перешейка в 2009–2014 гг. выявили существенные изменения их состояния, связанные с антропогенным эвтрофированием (Афанасьева, Трифонова, 2014; Трифонова, 2014; Трифонова и др., 2014).

В рамках комплексных исследований 50 разнотипных озёр Карельского перешейка были изучены таксономическое разнообразие, состав массовых видов и уровень развития Суанорокарыота летнего планктона. Обследованные водоёмы приурочены к различным природно-ландшафтным районам (Сельговый, Лемболовский, Приморский и Привуоксинский ландшафты, северо-западное Приладожье и система Морозовских озёр) и значительно отличались по морфометрическим, гидрологическим, гидрохимическим и гидробиологическим параметрам.

В летнем фитопланктоне озёр Карельского перешейка идентифицировано 40 таксонов сине-зелёных водорослей рангом ниже рода. На их долю приходится около 10% таксономического состава водорослей фитопланктона. Обнаруженные таксоны Суанорокарыота относятся к 2 классам, 3 порядкам, 9 семействам и 13 родам. Класс *Chroococcophyceae* представлен 19 таксонами из 7 родов. Среди них наибольшей видовой насыщенностью отличается род *Microcystis* – 4 таксона. К наиболее часто встречающимся видам хроококковых водорослей относятся: *Merismopedia tenuissima* Lemm. (16 озёр), *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz. (20 озёр) и *Coelosphaerium kuetzingianum* Näg. (26 озёр). В состав массовых видов входили: *M. aeruginosa*, *M. wesenbergii* (Kom.) Kom., *M. viridis* (A. Br.) Lemm., *Snowella lacustris* (Chod.) Kom. et Hind и *Woronichinia naegelianiana* (Ung.) Elenk. Из класса *Hormogoniophyceae* найден 21 таксон сине-зелёных водорослей из 6 родов. Среди гормогониевых максимальным видовым разнообразием характеризуется род *Anabaena* – 8 таксонов. В летнем планктоне чаще всего вегетировали: *Anabaena lemmermannii* P. Richt. – в 17 озерах, *Anabaena spiroides* Kleb. и *A. viguerii* Denis et Frémy – в 23, *Planktolynghya limnetica* (Lemm.) Kom.-Legn. et Cronb. – в 21 и *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs ex Born. et Flah. – в 32. Наибольшего массового развития достигали: *A. lemmermannii*, *A. circinalis* Rabenh., *A. spiroides*, *A. viguerii*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Gloeotrichia echinulata* (J.E. Smith et Sowerby) P. Richt., *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn. et Kom., *Planktolynghya limnetica* (Lemm.) Kom.-Legn. et Cronb.

Несмотря на значительные отличия водоёмов разных природно-ландшафтных комплексов, в озёрах одинаковой трофности наблюдались схожие тенденции в развитии цианопрокариот. Независимо от расположения, наименьшим разнообразием и обилием сине-зелёных водорослей отличались озера с повышенной кислотностью воды (4,8–5,7) и высокой цветностью (160–680° Pt/Co шкалы), относящиеся к заболоченным территориям (Водоросли, 1989). Совсем не обнаружены сине-зелёные водоросли в планктоне дистрофных полигуменных озёр М. Луговое, Затишье, М. Лозовое и представлены единственным видом цианопрокариот *A. viguerii* в оз. Медведевском.

Фитопланктон глубоководных олиготрофных озёр сельгового ландшафта и Приладожья с высокой прозрачностью воды (до 3,5 м) характеризовался незначительным разнообразием цианопрокариот (1–4 таксона рангом ниже рода). В этих озёрах развивались *C. kuetzingianum*, *A. lemmermannii*, *P. limnetica* и *Chroococcus turgidus* (Kütz.) Näg. Численность их популяций обычно не превышала 16–380 тыс. кл./л, за исключением *M. tenuissima*, численность которой в оз. Охотничьем в придонном горизонте достигала 84,8 млн. кл./л. Биомасса цианопрокариот в этих водоёмах составляла 0,5–7% от общей биомассы летнего фитопланктона, которая варьировала в пределах 0,6–1,4 г/м³.

В озёрах мезотрофного типа видовое богатство сине-зелёных водорослей увеличивалось до 4–12 таксонов. Численность наиболее массовых видов колебалась от 0,5 млн. кл./л (*A. viguerii*) до 49 млн. кл./л (*A. spiroides*), наибольшей численности достигала нитчатая *P. limnetica* – 152 млн. кл./л в оз. Светлое в придонном слое. Доля цианопрокариот в суммарной биомассе планктонных водорослей, которая изменялась от 1,6 до 5,2 г/м³, составляла 0,8% в оз. Берестовом до 80% в оз. Жемчужном.

Видовое разнообразие сине-зелёных водорослей в слабо эвтрофированных и эвтрофных водоёмах варьировало в широких пределах – от 1 таксона в озёрах Лемболовского ландшафта до 16 таксонов в озёрах Морозовской системы. Численность массовых видов цианопрокариот в этих водоёмах колебалась от 0,1 млн. кл./л в северных озёрах (*A. flos-aquae*) до 177 млн. кл./л в Приморском ланд-

шафте (*P. limnetica*). С ростом уровня биомассы водорослей планктона в озёрах этого типа от 8,3 г/м³ воз. Нарядом северо-западного Приладожья до 17,8 г/м³ в оз. Судаковском того же района роль сине-зелёных водорослей в создании общей биомассы значительно увеличивалась – от 0,2 до 89%. Исключение составляет оз. Медведевское, где жарким летом 2010 г. монодоминантом была рафидофитовая водоросль *Gonyostomum semen* (Ehr.) Dies., создававшая до 93% биомассы фитопланктона, а из сине-зелёных водорослей вегетировал единственный вид *A. viguerii* с максимальной численностью 70 тыс. кл./л. и создавал лишь 0,12% суммарной биомассы. Чаще всего «цветение» воды в эвтрофных водоёмах определялось вспышкой развития таких цианобактерий, как *M. aeruginosa*, *M. wesenbergii* (Kom.) Kom., *M. viridis* (A. Br.) Lemm., *A. spiroides*, *A. lemmermannii*, *A. viguerii*, *A. flos-aquae* и *P. limnetica*. В оз. Мичуринском в массе развивалась *G. echinulata*, которая отличается наиболее коротким периодом вегетации и наибольшей скоростью размножения и отмирания популяций (Трифенова, 1990). В предыдущие годы она часто являлась возбудителем монодоминантного цветения, создавая до 90% суммарной биомассы, например в оз. Красном, но в 1970-е гг. в планктоне оз. Мичуринского не была обнаружена.

Максимальный уровень развития летнего фитопланктона зафиксирован в мелководных гипер-трофных озёрах Привуоксинского и Приморского ландшафтов с высоким содержанием Р_{общ.} (54–560 мкг Р/л) и наименьшей прозрачностью воды (0,1–0,5 м), где суммарная биомасса водорослей летнего планктона достигала 28–69 г/м³ (Афанасьева, Трифенова, 2014). Благодаря «гиперцветению» хроококковых *M. aeruginosa* и *M. wesenbergii* с максимальной численностью 200 и 816 млн. кл./л соответственно в оз. М. Ладога и нитчатых *A. flos-aquae* и *P. limnetica* с максимальными численностями соответственно 139 и 123 млн. кл./л в озёрах Подгорном и Вишневецком на долю цианобактерий приходилось от 33 до 92% суммарной биомассы фитопланктона. Исключение из озёр этого типа составляют глубоководное северное оз. Б. Заветное с биомассой 49 г/м³ и мелководное оз. Волочаевское (25 г/м³), где сине-зелёные водоросли играют наименьшую роль в создании общей биомассы планктонных водорослей – 0,04 и 7% соответственно. В более жаркое лето 2010 г., когда температура воды достигала 28°C, биомасса фитопланктона высоко эвтрофных водоёмов была выше, чем в другие годы за счёт более интенсивного развития цианобактерий. Так, численность *A. spiroides* увеличилась в 44 раза, *A. viguerii* – в 2 раза. В оз. Вишневецком суммарная биомасса водорослей планктона превышала таковую в 2009 г. в 2 раза за счёт «гиперцветения» сине-зелёных, создававших до 86% общей биомассы (в 2009 г. – 58%). Численность *M. aeruginosa* и *A. flos-aquae* в озёрах этого типа была выше соответственно в 8 и 3,5 раза.

Наши исследования показали, что уровень развития фитопланктона, его биомасса в озёрах Карельского перешейка, как и ранее (Трифенова, 1990), чётко связаны с поступлением общего фосфора и повышением трофического статуса озёр. По мере увеличения трофности увеличивается не только общая биомасса фитопланктона, но и доля в ней сине-зелёных водорослей и их биомасса. Все усиливающиеся «цветения» воды водоёмов Карельского перешейка требуют постоянного мониторинга состояния их экосистем и принятия мер по их охране.

Список литературы

- Афанасьева А. Л., Трифенова И. С. Оценка трофического статуса озёр центральной части Карельского перешейка по фитопланктону // LXVII Герценовские чтения. Материалы Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2014. С. 125–130.
- Водоросли. Справочник. Киев: Наукова думка, 1989. 608 с.
- Водоросли, вызывающие «цветение» водоёмов Северо-Запада России / Под ред. К. Л. Виноградовой. М., 2006. 367 с.
- Гусева К. А. «Цветение» воды, его причины и меры борьбы с ним // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1952. Т. 4. С. 3–94.
- Сиренко Л. А., Гавриленко М. Я. «Цветение» воды и евтрофирование: Методы его ограничения и использования сестона. Киев: Наукова думка, 1978. 231 с.
- Трифенова И. С. Состав и продуктивность фитопланктона разнотипных озёр Карельского перешейка. Л.: Наука, 1979. 168 с.
- Трифенова И. С. Экология и сукцессия озёрного фитопланктона. Л.: Наука, 1990. 184 с.
- Трифенова И. С. Современное состояние озёр Карельского перешейка в условиях антропогенной трансформации // LXVII Герценовские чтения. Материалы Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2014. С. 208–212.
- Трифенова И. С., Афанасьева А. Л., Русанов А. Г. и др. Растительные сообщества озёр центральной части Карельского перешейка как индикаторы их экологического состояния // Изв. Самарского науч. центра РАН. 2014. Т. 16, № 1(4). С. 1034–1038.

Б. Б. Базарова

Динамика растительности озера Кенон (Забайкальский край)

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН
672014 Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16 а. E-mail: Bazarova@yandex.ru

Озеро Кенон является одним из крупных водоёмов бассейна Верхнего Амура. Оно расположено в черте краевого центра в г. Чита, его окружают жилые застройки, автотрассы, по берегу водоёма проходит Транссибирская железнодорожная магистраль. В 1965 г. на берегу озера была построена Читинская ГРЭС (ныне ТЭЦ-1) (Итигилова и др., 1998).

Первые научные сведения о биоте оз. Кенон были получены в Амурской ихтиологической экспедицией летом 1946 г. (Боруцкий, 1952). В период с 1964 по 1972 гг. в рамках строительства и эксплуатации Читинской ГРЭС были проведены подробные исследования экосистемы озера Кенон, в том числе и растительности (Владимилова, 1966, 1968; Шишкин, 1993; Золотарёва, 1998). С 1985 по 1994 гг. лабораторией водных экосистем проводились наблюдения за динамикой экосистемы по отдельным группам организмов (Итигилова ..., 1998). Современные исследования растительности оз. Кенон начаты в 2010 г. в связи с появлением в озере чужеродного вида *Elodea canadensis* Mich. (Базарова, 2013). В ходе полевых гидрботанических работ использованы общепринятые методы и методики (Катанская, 1981).

Динамика доминантного состава гидрофитов оз. Кенон представлена в таблице.

Таблица. Состав доминирующих видов гидрофитов в озере Кенон в разные периоды исследований

Периоды исследований			
1964 г. (Владимилова, 1966, 1968)	1969–1972 гг. (Шишкин и др., 1993)	1986–1991 гг. (Золотарёва, 1998)	2010–2011 гг. (Базарова, 2013)
<i>Characeae</i>	<i>Potamogeton crispus</i>	<i>Batrachium circinatum</i>	<i>Characeae</i>
<i>Potamogeton crispus</i> L.	<i>Myriophyllum sibiricum</i>	<i>Myriophyllum sibiricum</i>	<i>Elodea canadensis</i>
	<i>Characeae</i>	<i>Characeae</i>	<i>Myriophyllum sibiricum</i>
			<i>Potamogeton crispus</i>
<i>Persicaria amphibian</i> L.	<i>Persicaria amphibia</i>	<i>Persicaria amphibian</i>	нет
<i>Nymphoides peltata</i> (S. G. Gmel.) O. Kuntze.	<i>Nymphoides peltata</i>	<i>Nymphoides peltata</i>	нет
<i>Scirpus tabernemontani</i>	<i>Scirpus tabernemontani</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Phragmites australis</i>

В 1964 г. до пуска ТЭЦ-1 в озере доминировали сообщества Charophyta и *P. crispus*. При этом группировки харовых произрастали практически по всему озеру, а сообщества *P. crispus* преобладают на глубинах 3,0–5,0 м, изредка заходя до 6,0 м. В эти годы встречались группировки *P. perfoliatus* – по северо-восточному, восточному, западному побережью. По западному и северо-западному побережью озера тянулись полосы *P. amphibia* и *N. peltata*. Среди гелофитов доминировал *Scirpus tabernemontani*.

В первые годы эксплуатации ГРЭС наблюдалось чрезмерное зарастание водоёма *P. crispus*. Для борьбы с зарастанием озера и для улучшения качества закачиваемых ГРЭС вод в 1970–1971 гг. в озеро были вселены растительноядные виды рыб: белый амур и пёстрый толстолобик, а также практически на 1 м резко поднят уровень воды в озере. В результате резко сократились площади расселения, а с центра исчезли сообщества *P. crispus*. Освободившую нишу заняли сообществами *M. sibiricum*, которые наиболее плотные заросли формировали по северному побережью на глубинах 2,0–3,5 м. В эти годы в центральной части напротив северо-западного побережья были обнаружены отдельные экземпляры мхов, а также *Nitella* sp. (Владимилова, 1966, 1968).

Обследование 1986 г. показали наибольшее разнообразие сообществ в районе сброса тёплых вод, здесь массовое развитие получили сообщества *B. circinatum*. Вдоль западного побережья плотные, чистые заросли формировал *M. sibiricum* (глубины 1,5–3,0 м). В мелководье северного побережья и в заливе Малый Кенон мощные плотные заросли образовывал *B. circinatum*. Глубины 3,0–4,0 м были заняты харовыми водорослями, в центре встречалась *Nitella* sp. Сократились сообщества *P.*

perfoliatus L. В северо-западном побережье озера отмечена группировка *Potamogeton pectinatus* L. (Золотарёва, 1998).

В 1990–1991 гг. из зоны подогретых вод полностью исчезают заросли *V. circinatum*, на их месте появились харовые. В августе 1991 г. *P. crispus* в виде чистых зарослей встречался только на небольшой площади в юго-западном участке озера на глубине 2,0–2,5 м. Наблюдается замена доминирующих сообществ гелофитов *Scirpus tabernemontani* на *Phragmites australis*. Вдоль северного и северо-западного побережья ещё сохранялись фитоценозы *P. amphibia* и *N. peltata*, также они встречались в свободных «окнах» в зарослях *Ph. australis* (Золотарёва, 1998)

В настоящее время, доминантами растительности озера Кенон (по площади зарастания и фитомассе) являются сообщества харовых водорослей, субдоминантом – *M. sibiricum* Kom., *Elodea canadensis* Michx., *P. crispus* L. Не отмечены сообщества нейстофитов, изредка встречаются единичные экземпляры *Sagittaria natans* Pall. Сообщества *P. perfoliatus* сохранились на западном побережье озера, на участке подкачки вод с р. Ингода. Доминант 1980-х гг. *V. circinatum* встречается в виде небольших группировок по западному побережью озера. В целом, наибольшее разнообразие сообществ и более плотные заросли отмечены по западному побережью озера – по створу ТЭЦ – устье р. Кадалинка.

Список литературы

- Базарова Б. Б. Многолетние изменения растительности оз. Кенон (Забайкальский край) // Изв. Иркутского гос. ун-та. 2012. Т. 5. № 4. С. 18–23.
- Боруцкий Е. В. Труды Амурской ихтиологической экспедиции, 1945–1949 гг. М.: МОИП, 1952. Вып. 32. 511 с.
- Владимирова З. Ф. Водная растительность и её регулирование в водоёме – охладителе Читинской ГРЭС (оз. Кенон) // Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. Чита, 1979. С. 113–114.
- Владимирова З. Ф. Флора озера Кенон // Учён. записки Читинский пед. ин-та. 1968. № 19. С. 118–122.
- Золотарёва Л. Н. Водная растительность озера Кенон и её динамика (Восточное Забайкалье): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ, 1998. 19 с.
- Итигилова М. Ц., Чечель А. П., Замана Л. В. и др. Экология городского водоёма. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. 260 с.
- Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.
- Шишкин А. Б., Бондарева Е. П., Горлачев В. П. и др. Структура годового лимнического цикла некоторых озёр Центрального Забайкалья // Водные ресурсы. 1976. № 2. С. 161–174.

Е. А. Беляков

Биоморфология *Sparganium erectum* L. на территории Верхнего Поволжья

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок. E-mail: EugenyBeliakov@yandex.ru

На территории Волжского бассейна *Sparganium erectum* L. (*Sparganiaceae* Rudolphi) указывается в качестве обыкновенного вида (Лисицына и др., 2009). Произрастает в зоне временного затопления устьевых участков рек и мелководных заливах водохранилищ (Беляков, 2015). Небольшая куртина этого вида отмечена нами единожды в зоне свободного течения реки р. Нерль (Ярославская обл., Переславский р-н, окрестности с. Коприно) на глубине до 70 см. На территории бассейна Волги вид можно обнаружить в диапазоне глубин от 30 до 60 (100) (Лисицына, Папченко, 2000). Чистых зарослей не формирует, в сообществах чаще является содоминантом. Места произрастания вида на территории Верхнего Поволжья связаны с рыхлыми грубодетритными растительными илами и предпочтением (по сравнению со *S. microcarpum*) более тёплых вод (Беляков, 2015) со слабощелочной реакцией (pH=7,5–8,0).

Несмотря на имеющуюся информацию по морфологии и экологии *Sparganium erectum* L. (*Sparganiaceae* Rudolphi) (Cook, 1962; Алексеев, 1979; Cook, Nicholls, 1987; Casper, Krausch, 1980; Дубына и др., 1993 и др.), это растение до сих пор заслуживает пристального внимания исследователей. Последнее связано с трудностями систематики рода *Sparganium*. Так, А. К. Скворцов (2006, с. 72) указывает, что изучаемый нами вид (*S. erectum*) «...представлен несколькими формами, которые обычно квалифицируются как подвиды или как самостоятельные виды...». Речь, в данном случае

идёт от *S. erectum* subsp. *erectum*, *S. erectum* subsp. *neglectum* и *S. erectum* subsp. *microcarpum*, которые имеют общий ареал, но не образуют смешанных популяций (Скворцов, 2006). Несмотря на то, что все эти подвиды уже длительный период представлены в ранге самостоятельных таксонов (Цвелёв, 2000), данные по различным аспектам морфологии их вегетативных и генеративных органов и экологии освещены слабо, часто разрознены и подчас противоречивы. Это, по-видимому, обусловлено габитуальным сходством этих видов и близостью характера местообитаний. Все это не позволяет сформировать чёткое представление о жизненной форме каждого из этих растений, её изменчивости в различных экологических условиях. При этом в справочниках и определителях значительное место отведено описанию морфологии плодов – ведущего признака в определении таксономического статуса видов.

Отметим, что ранее нами с современных биоморфологических позиций уже была детально изучена структура побеговой системы и морфология генеративной сферы *S. microcarpum* (Лапиров, Беляков, 2011); исследована структура генеративных органов *S. erectum* и *S. microcarpum* (Беляков, Лапиров, 2014). Впервые у *S. microcarpum* и *S. erectum* выявлено наличие клубневидных структур (Лапиров, Беляков, 2011; Лапиров, Беляков, 2012), Учитывая, что оба вида (*S. erectum* и *S. microcarpum*) входят в состав одного подрода (*Melanosparganium*), мы полагаем присутствие клубневидных структур и у других представителей данной систематической группы.

Исходя из вышеизложенного, цель нашей работы – изучение морфологии вегетативных и генеративных органов *S. erectum* на территории Верхнего Поволжья.

Все морфологические характеристики модельного вида изучали на живом материале. Отбор проб проводили 1 раз в месяц (с начала июня по конец августа) в устьевой области рек Ярославской области (р. Сутка (Некоузский р-н)). Единично пробы отбирали на реке Ухра (Пошехонский р-н), а так же на обсыхающем участке литорали Рыбинского водохранилища у д. Дуброво (Некоузский р-н) (38°21'59" в. д.; 58°06'59" с. ш.) и в заливе близ д. Малафеево (Пошехонский р-н) (38°29'48" в. д.; 58°41'13" с. ш.). В вегетативной сфере у растений отмечали количество, длину и диаметр метамеров у надземных побегов и корневищ, порядок ветвления, ёмкость терминальных и пазушных почек (Серебряков, 1962). Измеряли длину и ширину листьев, определяли их количество на побеге. При изучении корневой системы так же измеряли длину корней, вели подсчёт их количества, определяли порядок ветвления. В генеративной сфере измеряли длину и диаметр цветоноса, вели подсчёт пестичных и тычиночных соцветий и соплодий, измеряли их диаметр. Производили подсчёт количества плодов в соплодии, измеряли общую длину плодов, длину до и выше перетяжки, а так же их диаметр.

Симподиально нарастающая побеговая система *S. erectum* образована разновозрастными монокарпическими моноподиально нарастающими побегами: 2-х летними вегетативно-генеративными анизотропными среднерозеточными и 1–2-х летними вегетативными побегами, формирующимися из боковых почек побега предыдущего порядка. Разновозрастные побеги связаны между собой системой коммуникационных корневищ.

Геофильная часть побеговой системы *S. erectum* представлена длинными плагиотропными корневищами (от 2 до 3(4)), располагающимися в грунте на глубине до 5 см. Корневища (длиной 32,1±14,0 см, диаметром 0,6–0,8(0,9) см) представлены 6–7(8)-ю удлинёнными метамерами, длина которых изменяется по одновершинной кривой. В узлах метамеров располагаются чешуевидные листья, длиной от 1,5 до 3,0–4,2 см, в пазухах которых имеются либо одиночные почки, либо сериальные комплексы из 2–3-х почек. При этом, средняя почка, имеет большие размеры и ёмкость (на 2–4 листовых зачатка). Кроме того, у этой почки наблюдается незначительный осевой сдвиг, в результате чего она располагается чуть выше, относительно двух боковых почек. Согласно нашим наблюдениям, сериальные почки могут формировать побеги с неполным циклом развития. Наличие аналогичных сериальных комплексов у других ежеголовников средней полосы России нами не выявлено. При этом, большая часть пазушных почек на корневищах, как правило, спящие. Нередко в течение вегетационного сезона можно обнаружить корневища n+1 порядка, с относительно слабо развитым вегетативным розеточным побегом на конце. Длина таких корневищ достигает 6,9±2,5 см, диаметр – не более 0,4–0,5 см. Клубневидные структуры, возникающие на корневищах в конце августа – начале сентября, аналогичны таковым у *S. microcarpum* (Лапиров, Беляков, 2011)

Корневая система мочковатая, представлена стеблеродными межузловыми придаточными корнями (среднее количество 140±43 шт.), отходящими от нижней части базального розеточного участка побега. Длина корней достигает более 30–35 см; ветвление до n+1 порядка.

Надземная часть. На начальном этапе развития разновозрастные моноподиально нарастающие побеги (2-х летние среднерозеточные вегетативно-генеративные и 1–2-х летние вегетативные) формируют базальный участок побега с укороченными метамерами. Его длина достигает 3,0±0,6 см,

диаметр $2,3 \pm 0,5$ см. Количество укороченных метамеров розеточного участка у вегетативно-генеративного побега находится в пределах 8–10, в то время как у вегетативного – порядка 20-ти. Ёмкость терминальной почки розеточного участка вегетативного побега в течение вегетационного сезона находится в пределах 9–11 листовых зачатков. Розеточный побег несёт расположенные поочередно листья срединной формации, в пазухах которых располагаются почки возобновления, часть из которых (порядка 2–3(4)) формируют корневища последующих порядков ветвления. Таким образом, ветвление побега происходит акропетально. Как и у ежеголовника мелкоплодного (Лапиров, Беляков, 2011), у *S. erectum* можно отметить морфологическую разнокачественность пазушных почек, располагающихся в узлах розеточного участка побега. Так нижние почки (до 6–7) имеют овальную, либо округлую форму, в то время как почки, расположенные выше по побегу сплюснутые, треугольной формы. Последние, за исключением 1–2-х нижних, в течение нынешнего вегетационного сезона в рост не трогаются.

Листья срединной формации *S. erectum* тёмно-зелёные, обычно прямостоячие, очерёдные, без язычков, линейные, цельные, цельнокрайние, мясистые и кожистые, снизу с острым крыловидно-выступающим килем, постепенно сужающиеся и закругляющиеся на апикальном конце. Средняя длина воздушных листьев $149,0 \pm 13,1$ см, ширина 1,5–2,0 см.

Далее у вегетативно-генеративных побегов, в отличие от вегетативных, отмечается увеличение длины метамеров (8–10), лежащих выше розеточной части побега. Наиболее сильно разрастается второй метамер (до $24,0 \pm 11,5$ см), далее их длина постепенно уменьшается. Этот участок побега так же несёт типичные листья срединной формации. В пазухе листа первого удлинённого метамера располагается вегетативная почка, ёмкостью до 12-и листовых зачатков, в дальнейшем она не развивается и остаётся спящей. В пазухах 2–3(4)-го листьев удлинённых метамеров (снизу вверх) содержатся не реализованные генеративные почки с зачатками осей II порядка. В пазухах 5-го и последующих листьев формируются оси II порядка (до 5–7), несущие генеративные структуры. В нижней части – пестичные 1–3(4), а в верхней – тычиночные (17 ± 3) головчатые соцветия из однополых, плотно прилегающих друг к другу цветков. Иногда вегетативно-генеративный побег может нести ось II порядка, на которой пестичные головчатые соцветия отсутствуют. Побег венчает участок с мужскими соцветиями (18 ± 4 тычиночных головок), длиной $12,6 \pm 3,3$ см. Отметим, что нижние тычиночные соцветия имеют брактей, верхние их не имеют. Общая длина цветоноса с соцветием составляет $96,6 \pm 13,6$ см. На основании всего вышесказанного соцветие *S. erectum* является фрондозно-брактеозно-эбрактеозным по типу кисти (Беляков, Лапиров, 2014) с флоральными единицами – головчатыми соцветиями.

К концу августа – началу сентября происходит созревание соплодий. Количество соплодий на одном вегетативно-генеративном побеге – от 3 до 15. Среднее количество соплодий достигает 8 ± 2 , диаметр $2,5 \pm 0,1$ см. Количество плодов в соплодии 62 ± 17 , из них 14 ± 8 мелких и 48 ± 18 – крупных. Плод *S. erectum* костянка, одно-, реже двух-гнездная. Плоды сидячие, в нижней части пирамидальные с 3–5(6)-ю неравными гранями ($0,56 \pm 0,07$ см длиной), светло-коричневого цвета. Верхняя часть плода уплощённая (длиной $0,12 \pm 0,03$ см), ребристая, тёмно-коричневого либо чёрного цвета, в средней части переходящая в столбик (длиной $0,37 \pm 0,10$ см). Общая длина плода $0,81 \pm 0,16$ см, диаметр $0,37 \pm 0,07$ см. Листочки околоцветника плотные, по краям светло-, либо тёмно-коричневые, почти прозрачные. В средней части с темными жилками. В нижней части листочки околоцветника не расширенные, в верхней – едва расширенно-округлённые.

В заключение отметим, что длительность жизни растения с сохранением морфологической целостности обычно не превышает более 2,5–3-х лет. Таким образом, по нашему мнению ежеголовник прямой – малолетник вегетативного происхождения с явно полицентрической биоморфой.

Выражаю искреннюю благодарность своему научному руководителю А. Г. Лапирову за прочтение рукописи и ценные замечания.

Список литературы

- Алексеев Ю. Е. Семейство *Sparganiaceae* Rudolphi – Ежеголовниковые // Флора европейской части СССР. Л.: Наука, 1979. Т. IV. С. 322–326.
- Беляков Е. А. Некоторые аспекты биологии *Sparganium* (*Sparganiaceae*) // Гидроэкология устьевых областей притоков равнинного водохранилища. Ярославль: Филигрань, 2015. С. 96–108.
- Беляков Е. А., Лапиров А. Г. Структурные особенности соцветий трёх видов ежеголовников (*Sparganium microcarpum* (Neum.) Raunk., *Sparganium erectum* L. и *Sparganium emersum* Rehm.) // Вестн. Тверского гос. ун-та. Сер.: Биология и экология. 2014. № 1. С. 148–158.
- Дубына Д. В., Сытник К. М., Тасенкевич Л. А. и др. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды. Киев: Наукова думка, 1993. С. 344–345.

- Лапиров А. Г., Беляков Е. А. Морфология вегетативной и генеративной сферы *Sparganium microcarpum* (Neum.) Raunk. // Ярославский пед. вестн. Сер. Естеств. науки. 2011. Т. III, № 1. С. 133–138.
- Лапиров А. Г., Беляков Е. А. Структурное разнообразие некоторых представителей семейства *Sparganiaceae* Rudolphi // Биоразнообразие: проблемы изучения и сохранения. Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 95-летию каф. ботаники Тверского гос. ун-та (г. Тверь, 21–24 ноября 2012 г.) Тверь: ТвГУ, 2012. С. 195–198.
- Лисицына Л. И., Папченков В. Г. Флора водоёмов России: Определитель сосудистых растений. М.: Наука, 2000. 237 с.
- Лисицына Л. И., Папченков В. Г., Артёменко В. И. Флора водоёмов волжского бассейна. Определитель сосудистых растений. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2009. 219 с.
- Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. М.: Высш. шк., 1962. 377 с.
- Скворцов А. К. Флора Нижнего Поволжья. Т. 1. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2006. 435 с.
- Цвелёв Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб: Изд-во СПХФА, 2000. 781 с.
- Cook C. D. K., Nicholls M. S. A monographic study of the genus *Sparganium*. Part 2: Subgenus *Sparganium* // Botanica Helvetica. 1987. Vol. 97. S. 1–44.
- Cook C. D. K. *Sparganium erectum* L. (*S. ramosum* Hudson, nom. illeg.) // Journal of Ecology. 1962. Vol. 50. P. 247–255.
- Casper S. J., Krausch H.-D. Pteridophyta und Anthophyta. 1. Teil: *Lycopodiaceae* bis *Orchidaceae*. Jena. VEB Gustav Fischer Verlag. 1980. 403 s.

Е. А. Беляков¹, Э. В. Гарин¹, А. Г. Охупкин²
Флора озёрно-речного комплекса реки Серёжа Пустынского заказника
(Нижегородская обл., Арзамасский р-н)

¹ Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
 152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок.
 E-mail: EugenyBeliakov@yandex.ru; GarinEV@mail.ru

² Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского
 603057 Россия, г. Нижний Новгород, пр-т Гагарина, 23, корп. 1.
 E-mail: Okhupkin@bio.unn.ru

Река Волга разделяет территорию Нижегородской области на две, отличные в физико-географическом отношении части – лево- и правобережье. Левобережье представляет собой равнину, покрытую лесами с большим числом озёр и болот. Лесостепное правобережье рек Оки и Волги занимает северный выступ Приволжской возвышенности с грядово-увалистым рельефом (География..., 2004). Возвышения, выступающие здесь в качестве водоразделов рек, чередуются с понижениями рельефа, в которых располагаются речные долины рек Алатыря, Тёщи, Серёжи и Пьяны. В этом регионе широко распространены карстовые формы рельефа (провальные воронки, пещеры, карстовые озёра), связанные с размывом подземными и поверхностными водами выходов гипсовых и известково-доломитовых пород (География..., 2004). Здесь, по реке Серёжа (правого притока р. Оки), в районе села Старая Пустынь (Арзамасский р-н) располагается уникальный озёрно-речной комплекс «Пустыньские озёра», входящий в состав государственного природного заказника регионального значения «Пустынский». Территория заказника располагается в Тёще-Серёжинский карстовом районе Окско-Сурской карстовой области (Ступишин, 1967) или же в Серёже-Пьянском карстовом озёрном районе (Станков, 1951). В системе ботанико-географического районирования, исследованные водоёмы располагаются на стыке Европейской широколиственной и Евразийской таёжной (хвойно-лесной) областей. По ботанико-географическому районированию Нижегородской области, проведённому Д. С. Аверкиевым (1954), объект нашего исследования располагается на стыке Выксунско-Серёжинского подрайона елово-сосновых лесов и Арзамасско-Вадского подрайона лесостепного района.

Исследуемая нами озёрно-речная система представлена восемью озёрами карстового происхождения (глубиной до 11–14 м (Баканина и др., 2001)) (Великое, Свято, Глубокое, Паровое, Нарбус, Карасёво, Круглое, Долгое), связанными в единую систему с общей площадью 303,1 га. Её протяжённость с запада на восток (по течению р. Серёжа) – 6,5 км, с севера на юг – 3,6 км (Баянов и др., 2014).

Исследование флоры и растительности озёр с целью поиска и мониторинга редких видов водных и прибрежно-водных растений, проводилось, главным образом, с 30-х (после основания на берегу оз. Великое биологической станции университета) по начало 90-х гг. прошлого столетия (Воробьёв, 1943; Лукина, Пешкова, 1968; Лукина, 1970; Никитина, 1982; Лукина, Никитина, 1977; Баканина и др., 1991 и др.). Отметим, что наиболее хорошо изучена флора и растительность лишь двух озёр –

Великого и Парового (Воробьёв, 1939; Смирнова, Лукина, Никитина, 1975; Лукина, 1982). При этом остальные озёра, исследуемой нами в 2014 г. озёрно-речной системы, до сих пор оставались практически не изученными.

В последнее время задачи по изучению флоры, растительности и мониторингу охраняемых видов озёрно-речного комплекса «Пустыньские озёра», стоят наиболее остро. Это связано с постоянно увеличивающейся антропогенной нагрузкой на экосистему. Так на берегах озёр (Великое, Глубокое) имеет место точечное строительство, в течение летнего периода отмечено большое количество отдыхающих, в акватории водоёмов можно наблюдать движение моторных лодок. Всё перечисленное выше ведёт к сокращению территорий распространения редких и охраняемых видов растений, а так же изменению структуры прибрежных фитоценозов.

Исследование растительного покрова озёрно-речного комплекса проводили маршрутным методом с помощью вёсельной лодки. При составлении списка флоры учитывали все водные и прибрежно-водные растения в широком смысле слова (гидрофиты, гелофиты, гигрогелофиты, гигрофиты, гигромезо- и мезофиты). Виды растений определяли с помощью ряда определителей (Маевский, 2006; Лисицына и др., 2009). Для составления протромуса растительности были использованы материалы собственных исследований, литературные данные, а так же материалы гербарных коллекций ННГУ (Бирюкова, 2015) и ИБВВ РАН (Гарин, 2015). Экологические типы даны по В. Г. Папченкову (1985). Жизненные формы приведены по системе Х. Раункиера с более подробной характеристикой для криптофитов по В. К. Богачёву с соавторами (Определитель..., 1961)

В настоящее время обобщённый список флоры насчитывает 186 видов из 45 семейств и 98 родов. Все отмеченные виды входят в состав 4 отделов. Отделы *Equisetophyta* и *Polypodiophyta* представлены по 1 виду каждый. Отдел *Magnoliophyta* представлен классами *Dicotyledoneae* (102 вида) и *Monocotyledoneae* (82 вида).

Ведущим семействами по числу видов являются *Poaceae* Barnhart (23 вида), *Cyperaceae* Juss. (18), *Potamogetonaceae* Dumort. (12), *Asteraceae* Dumort., *Polygonaceae* Juss. и *Salicaceae* Mirb. (по 10 видов); на эти шесть семейств приходится почти половина (44,6%) всех видов изучаемой флоры.

Крупнейшими родами во флоре Пустыньских озёр являются *Carex* L. и *Potamogeton* L. (по 12 видов), *Salix* L. (10 видов), *Juncus* L. (7) и *Persicaria* Hill (5 видов). На долю этих пяти родов приходится четвертая часть списка флоры (24,7%).

Среди редких и охраняемых видов сосудистых растений исследованных водоёмов, нами обнаружены ранее отмечавшиеся здесь *Caulinia minor* (All.) Coss. et Germ., *Najas major* All., *Trapa natans* L., *Potamogeton praelongus* Wulf. и *P. trichoides* Cham. et Schlecht.

Caulinia minor обнаружена в двух местообитаниях: в протоке к оз. Свято у моста и в оз. Долгое (единично) в составе пояса низкотравных гелофитов и укореняющихся гидрофитов. Произрастает на глубинах до 30–40 см. Грунт песчаный с наилком.

Najas major, очевидно ранее отмечалась здесь как *Najas marina* auct. non L.. Произрастает в небольшом мелководном отроге (на глубине 0,3–0,5 м) на правом берегу р. Серёжа (около места впадения в оз. Долгое), близ базы отдыха «Горизонт» совместно с *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton obtusifolius* и *Stratiotes aloides*. Грунт песчаный.

Trapa natans распространён по всему комплексу Пустыньских озёр соединённых русловыми участками р. Серёжа (оз. Великое, Глубокое, Паровое, Долгое, Карасёво), так же отмечен в нижней части протоки, ведущей к оз. Свято). В озёрах Нарбус и Свято вид не обнаружен. Распространён на глубинах от 10–20 до 210 см, грунт песчаный либо песчано-илистый.

Potamogeton praelongus обнаружен на оз. Великое, в кубышковом сообществе по правому берегу. Глубина до 200 см, грунт песчано-илистый,

Potamogeton trichoides отмечен на правобережном мелководье оз. Долгое, ниже базы отдыха. Глубина 30–40 см, грунт песчаный.

Отметим, что среди указанных выше сосудистых растений во флоре Пустыньских озёр найден один из редких представителей харовых водорослей (*Charales*) – *Nitellopsis obtusa* (Desv. in Loisel) J. Groves (Романов и др., 2015). Вид отмечен нами на прибрежном мелководье оз. Долгое (правый берег). Глубина 40–50 см, грунт песчаный.

Гидрофильная флора озёрно-речного комплекса дифференцирована на следующие экологические группы: гидрофиты – 20,4%, гелофиты – 7%, гигрогелофиты – 15,1%, гигрофиты – 37,1%, гигромезо- и мезофиты – 20,4%.

Жизненные формы представлены всеми семью типами. При этом, во флоре значительно преобладают гемикриптофиты, составляющие третью часть списка флоры 32,8%. На втором месте по количеству видов терофиты – 19,4%.

Во флоре Пустыньских озёр отмечено преобладание многолетних травянистых растений – 73,1% списка флоры, однолетников – 20,4%, деревьев и кустарников – лишь 6,5%.

В зональном отношении флора Пустыньских озёр представлена видами двухосновных групп: умеренными и аркто-умеренными видами (66,7% и 21,5% соответственно). Значительно меньшую роль играют плуризональные и южно-умеренные виды (по 3,2%). Оставшиеся 8,6% таксоны распределены в зональные группы по 1–2 вида в каждой.

В региональном отношении во флоре Пустыньских озёр выделяются три группы: циркумбореальные – 34,4% списка флоры, евро-азиатские – 16,7%, евро-западноазиатские – 11,8%. Остальные группы незначительны по объёму и представлены по 1–4 вида в каждой.

Таким образом, флора исследованной нами озёрно-речной системы вполне типична для флор водоёмов и водотоков данного региона.

Авторы выражают большую признательность зав. гербарием ННГУ О. В. Бирюковой за активную помощь при работе с гербарными фондами.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития».

Список литературы

- Аверкиев Д. С.* История развития растительного покрова Горьковской области и её ботанико-географическое деление // Учён. записки. Горьк. ун-та. Горький, 1954. Вып. 25. С. 119–136.
- Баканина Ф. М., Воротничков В. П., Лукина Е. В., Фридман Б. И.* Озёра Нижегородской области. Нижний Новгород: Изд. ВООП, 2001. 165 с.
- Баканина Ф. М., Лукина Е. В., Насонова Н. И., Селивановская Т. П.* Заповедные места Нижегородской области. Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1991. 324 с.
- Баянов Н. Г., Кривдина Т. В., Логинов В. В.* Озёра юго-запада Нижегородской области // Тр. Мордовского гос. природ. заповедника им. П. Г. Смидовича. 2014. Вып. 12. С. 241–263.
- Бирюкова О. В.* Гербарий Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского: прошлое и настоящее // Ботанические коллекции – национальное достояние России: Сб. науч. тр. Всерос. (с междунар. участием) науч. конф., посвящ. 120-летию Гербария им. И. И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического о-ва (Пенза, 17–19 февраля 2015 г.). Пенза: Изд-во ПГУ, 2015. 18–20.
- Воробьёв П. М.* Водно-болотная растительность оз. Великого близ с. Пустынь, Чернухинского района, Горьковской области // Учён. записки Горьковского гос. ун-та. Горький, 1943. Вып. II. С. 36–46.
- Гарин Э. В.* Гербарий ИБВВ РАН на современном этапе // Ботанические коллекции – национальное достояние России: Сб. науч. тр. Всерос. (с междунар. участием) науч. конф., посвящ. 120-летию Гербария им. И. И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического о-ва (Пенза, 17–19 февраля 2015 г.). Пенза: Изд-во ПГУ, 2015. 28–30. DOI: 10.13140/RG.2.1.3893.5207 Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3893.5207> (дата обращения: июнь 2015).
- География Нижегородского края: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Арзамас: АГПИ, 2004. 97 с.
- Лисицына Л. И., Папченков В. Г., Артёменко В. И.* Флора водоёмов Волжского бассейна. Определитель сосудистых растений. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2009. 219 с.
- Лукина Е. В.* Геоботаническая характеристика некоторых карстовых озёр Горьковской области // Биология озёр: Тр. Всесоюз. симпоз. по основным проблемам пресноводных озёр. Вильнюс: 1970. Т. 3. С. 87–103.
- Лукина Е. В.* О динамике флоры и растительности озера Великого Пустыньского Горьковской области // Биологические основы повышения продуктивности и охрана растительных сообществ Поволжья: Межвуз. сб. Горький, 1982. С. 71–77.
- Лукина Е. В., Никитина И. Г.* Охрана флоры и растительности озёр Горьковской области // Актуальные проблемы охраны природы. Иваново, 1977. С. 134–136.
- Лукина Е. В., Пешкова Н. В.* Виды ив окрестностей биостанции Горьковского Государственного Университета // Учёные записки. Сер. биол. Горький, 1968. Вып. 90. С. 129–132.
- Маевский П. Ф.* Флора средней полосы Европейской части России. 10-е изд. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2006. 600 с.
- Никитина И. Г.* Распространение кубышки жёлтой *Nuphar lutea* (L.) Smith на Пустыньских озёрах Горьковской области в связи с охраной этого вида // Биологические основы повышения продуктивности и охрана растительных сообществ Поволжья: Межвуз. сб. Горький, 1982. С. 67–70
- Определитель* высших растений Ярославской области / Под ред. В. К. Богачёва. Ярославль: Кн. изд-во, 1961. 497 с.
- Папченков В. Г.* О классификации макрофитов водоёмов и водной растительности // Экология. 1985. № 6. С. 8–12.
- Папченков В. Г.* Растительный покров водоёмов и водотоков Средней Волги. Ярославль: Изд-во ЦМП МУБиНТ, 2001. 213 с.
- Романов Р. Е., Шилов М. П., Беляков Е. А., Лапиров А. Г., Бирюкова О. В.* Флористические находки харовых водорослей (*Charales, Streptophyta*) в Средней России // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2015. Т. 120, вып. 3. С. 78–79.

Смирнова А. Д., Лукина Е. В., Никитина И. Г. Материалы по динамике флоры и растительности озера Парового из системы Пустыньских озёр Горьковской области // Биологические основы повышения продуктивности и охраны лесных, луговых и водных фитоценозов. Сб. ст. Горький, 1975. Вып. 4. С. 42–52.

Станков С. С. Очерки физической географии Горьковской области. Горький: 1951. 295 с.

Ступишин А. В. Равнинный карст и закономерности его развития на примере Среднего Поволжья. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1967. 292 с.

О. В. Бирюкова, В. П. Воротников Таксономическая структура «водного ядра» флоры бассейна реки Кудьмы (Нижегородская область)

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского
603057 Россия, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23. E-mail: bashmaktus@yandex.ru

Кудьма – средняя по размерам река (с длиной водотока 144 км), протекающая в северной части Нижегородского Правобережья, впадающая в Волгу. Сама Кудьма имеет около 20 притоков, наиболее значимыми из которых являются озера (74 км), Ункор (37 км), Сетчуга (35 км), Шава (длина водотока 31 км). В среднем течении русло р. Кудьмы искусственно спрямлённое, выведено в сеть мелиоративных каналов, многие из которых заброшены, сильно зарастают и часто обмелевают. Такие же системы каналов имеются и на некоторых её притоках (Природа Горьковской области, 1974).

Кроме того, бассейн Кудьмы богат ручьями, протекающими по днищам сильно развитой овражно-балочной сети, а также выходами грунтовых вод, которые иногда на склонах образуют так называемые «висячие болотца».

Из стоячих водоёмов на территории бассейна встречаются в основном антропогенные пруды различного размера и назначения, а также, в небольшом количестве, озера, некоторые из которых имеют карстовое происхождение (Экологические проблемы..., 1994).

Таким образом, различные типы водных объектов создают условия для произрастания достаточно большого количества связанных с ними растений-гидрофитов, образующих так называемое «водное ядро» флоры. Под этим термином мы, вслед за коллективом авторов (Папченков и др., 2003) понимаем совокупность видов истинно водных и земноводных растений, встречающихся на том или ином участке территории или акватории.

Для изучаемой нами территории «водное ядро» флоры представлено 83 видами сосудистых растений, принадлежащими к 57 родам из 34 семейств.

Ведущими по числу видов являются 6 семейств (табл.), включающие в сумме 35 видов, что составляет 42% водного компонента флоры.

Наиболее богатым по числу видов является семейство *Cyperaceae* (8 видов), представители которого занимают различные прибрежно-водные местообитания и часто являются доминантами фитоценозов на мелководьях и береговой линии водоёмов (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla., *S. tabernaemontani* (C. C. Gmel.) Palla., *Carex acuta* L. и др.). На один вид меньше включает сем. *Potamogetonaceae*, гидрофильные виды которого нередко встречаются по водоёмам различного типа (*Potamogeton perfoliatus* L., *P. crispus* L., *P. pectinatus* L. и др.). Третьим по числу видов является сем. *Ranunculaceae*, представители которого обитают как в самих водоёмах (*Ranunculus kauffmannii* Clerc., *R. circinatus* Sibth., *R. trichophyllus* Chaix.), так и по линии уреза воды (*R. flammula* L., *R. lingua* L., *Caltha palustris* L.).

Таблица. Спектр ведущих семейств «водного ядра» флоры бассейна р. Кудьмы

Ранг	Семейства	Число видов	
		абсол.	%
1	<i>Cyperaceae</i>	8	9,6
2	<i>Potamogetonaceae</i>	7	8,4
3	<i>Ranunculaceae</i>	6	7,2
4–5	<i>Gramineae</i>	5	6,0
4–5	<i>Polygonaceae</i>	5	6,0
6	<i>Asteraceae</i>	4	4,8
	Всего	35	42,2

Равным числом видов представлены семейства *Gramineae* и *Polygonaceae*. Первое из них является одним из ведущих во многих типах растительных сообществ лесной зоны, не только связанных с водой. В экосистемах водоёмов и водотоков злаки зачастую образуют монодоминантные фитоценозы

различного размера в прибрежной полосе растительности (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Scolochloa festucacea* (Willd.) Link., *Glyceria fluitans* (L.) R. Br. и др.). Второе – представлено в «водном ядре» флоры двумя родами: *Polygonum*, виды которого обычно растут по заливаемой части берегов водоёмов или на мелководьях (*P. persicaria* L., *P. hydropiper* L., *P. hydrolapatum* L., *P. amphibium* L.), и *Rumex aquaticus* L., который изредка встречается по влажным, обычно затенённым берегам рек.

Немаловажную роль в сложении «водного ядра» флоры играет семейство *Asteraceae*, относящееся также к числу ведущих. Это виды влажных берегов водоёмов, ручьев, также встречающиеся по пересыхающим в летнее время днищам понижений. К нему относятся три вида череды – *Bidens cernua* L., *B. frondosa* L., *B. tripartita* L., а также очень редко встречающийся на территории бассейна р. Кудьмы *Senecio fluviatilis* Wallr.

15 семейств представлены небольшим (2–3) числом видов (*Alismataceae*, *Sparganiaceae*, *Hydrocharitaceae* и др.). Среди них наиболее часто встречающимися являются представители семейства *Lemnaceae*: *Lemna minor* L., *L. trisulca* L., *Spirodela polyrhiza* L., обитающие в самых различных типах водных местообитаний: в реках, прудах, старицах, мелиоративных каналах, обводнённых придорожных канавах. Одновидовыми являются 13 семейств (*Solanaceae*, *Equisetaceae*, *Iridaceae* и др.), на их долю приходится 15,6% видов «водного ядра» флоры.

Интересно также отметить, что три вида, обитающих в водоёмах бассейна р. Кудьмы, являются адвентивными для Нижегородской флоры. Среди них *Elodea canadensis* Michx., встречающаяся довольно часто по различным прудам, мелиоративным каналам. Кроме этого, *Acorus calamus* L. – обнаруженный в единственном месте по пересыхающим каскадным прудам в одном из старых парков. Третий вид – *Typha laxmannii* Лерешин – также однажды встреченный в прибрежной зоне одного из прудов Богородского района Нижегородской области. Все эти виды образуют относительно большие по площади монодоминантные сообщества, хотя последние два вида являются колонофитами.

В заключение необходимо добавить, что в состав «водного ядра» изученной флоры входит редкий для Нижегородской области вид, занесённый в региональную Красную Книгу (2005) – *Ranunculus kauffmannii* Clerc., находящийся на территории бассейна р. Кудьмы на южной границе своего распространения.

Список литературы

Красная книга Нижегородской области. Т. II. Сосудистые растения, водоросли, лишайники, грибы. Нижний Новгород, 2005. 328 с.

Папченков В. Г., Щербаков А. В., Ланцеров А. Г. Основные гидрботанические понятия и сопутствующие им термины // Гидрботаника: методология, методы: Материалы Школы по гидрботанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский дом печати», 2003. С. 27–38.

Природа Горьковской области. Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1974. 416 с.

Экологические проблемы природопользования Нижегородской области. Нижний Новгород, 1994. 55 с.

А. А. Бобров, Е. В. Чемерис

Проблемы эколого-флористической классификации водной и прибрежно-водной растительности России

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок. E-mail: lsd@ibiw.yaroslavl.ru

Взросшее число публикаций по классификации водной и прибрежно-водной растительности России в рамках направления Браун-Бланке свидетельствует о достаточно формальном, чисто флористическом подходе, что, на наш взгляд, не совсем правильно в приложении к рассматриваемой растительности и вот по каким причинам.

1. Пространственная структура. Известно, что основной критерий классификации водных и прибрежно-водных сообществ – доминирование вида, таксона. Протяжённые по площади, монодоминантные фитоценозы чаще всего встречаются в нарушенных местообитаниях или искусственных водных объектах (водохранилища, пруды, каналы). В ненарушенных естественных водных экосистемах (озёра, реки) часто наблюдается мелко мозаичная система из сообществ гелофитов, гидрофитов, плейстофитов, когда небольшие по площади куртины разных воздушно-водных растений сочетаются с зарослями различных погружённых и плавающих видов. В такой ситуации необходимо либо «собрать» фрагменты зарослей отдельных видов, чтобы добиться достаточной площади для выделения

монодоминантного сообщества и соответствовать основному принципу классификации, либо использовать другой подход, например, рассматривать всю систему целиком, как некое сложно устроенное надсообщество, что более экологично.

2. Экологическая и морфологическая пластичность. Заметные трудности вызывает классификация сообществ местообитаний с переменным уровнем воды, которые могут занимать практически все настоящие водные виды (*Myriophyllum*, *Potamogeton*), формирующие полуназемные и наземные формы, амфибийные, хорошо приспособленные к таким условиям растения (*Batrachium*, *Callitriche*, *Utricularia*), прибрежно-водные виды, особенно способные продолжительно существовать в погружённом состоянии (*Glyceria*, *Schoenoplectus*, *Sparganium*). Сообщества с одинаковыми доминирующими видами и формами могут рассматриваться в пределах кл. Littorelletea uniflorae, Potamogetonetea, Phragmito-Magnocaricetea, Utricularietea intermedio-minoris. При классификации таких сообществ, кроме флористических критериев, необходимо учитывать экологические условия. Например, широко распространённые в олиготрофных и дистрофных озёрах и озерах сообщества *Sparganium angustifolium*, *S. gramineum*, *S. hyperboreum*, часто произрастающие на значительных глубинах, по всем признакам должны относиться к кл. Potamogetonetea, а не Littorelletea uniflorae или Phragmito-Magnocaricetea, как это часто принято. Речные сообщества проточных местообитаний (перекатов, стремнин) со значительным участием и доминированием погружённых гелофитов (*Butomus umbellatus*, *Glyceria fluitans*, *Schoenoplectus lacustris*, *Sparganium emersum*, *Veronica anagallis-aquatica*) также должны рассматриваться в кл. Potamogetonetea, что справедливо с экологической точки зрения. Иначе они просто выпадают из концепций известных классификаций.

3. Классификация сообществ широко ареальных видов и гибридов. Некоторые водные и прибрежно-водные виды имеют почти повсеместное распространение по территории России и везде способны образовывать сообщества. Но в ценозах с доминированием такого растения набор сопутствующих видов может сильно отличаться в различных экологических условиях, широтном и долготном градиенте. Например, сообщества с доминированием *Potamogeton gramineus* или *P. perfoliatus* довольно сильно отличаются по составу в разных местообитаниях и различных частях страны. Здесь правильнее классифицировать их как разные ассоциации, отражающие специфику водных объектов и регионов. При таком подходе классификации, выполненные в разных частях страны, будут экологически и географически наполнены, а не быть примерно одинаковыми, как это часто наблюдается. Известно, что среди водных и прибрежно-водных растений распространены и часто активны гибридные формы, особенно в родах *Potamogeton*, *Sparganium*. Они способны занимать значительные площади водных объектов. Редко, когда гибрид произрастает в каких-то сильно специфических условиях, а его сообщества могут быть описаны как самостоятельная единица. Чаще гибриды и их сообщества занимают одинаковые или близкие с родительскими видами местообитания. В таких случаях разумнее относить ценозы гибридов к ассоциациям родительских видов, может быть выделяя их в качестве варианта. Тем более, в ряде случаев идентификация гибридных таксонов сопряжена с заметными трудностями.

4. Недоизученность таксономического состава. Наши исследования последних лет, особенно в азиатской России, показывают, что среди видов-доминантов, присутствуют ранее нераспознававшиеся таксоны, морфологически и экологически сходные с хорошо известными преимущественно европейскими видами, что не даёт возможности использовать уже известные синтаксоны. Например, это *Batrachium aquatile* и *B. mongolicum*, *B. circinatum* и *B. subrigidum*, *Callitriche palustris* и *C. subanceps*, *Lemna minor* и *L. turionifera*, *L. japonica*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum* и *M. sibiricum*, *Potamogeton perfoliatus* и *P. richardsonii*, *Utricularia vulgaris* и *U. macrorhiza*. Здесь необходимо дальнейшее уточнение таксономической принадлежности водных и прибрежно-водных растений, произрастающих на территории России, и соответственно уточнение рамок существующих синтаксонов, описание новых единиц.

Подробнее данные аспекты рассмотрены в ряде работ (Бобров, 2001; Бобров, Чемерис, 2003, 2005, 2006а, 2006б, 2006в; 2007, 2011, 2012а, 2012б; Бобров, Мочалова, 2013, 2014; Бобров, Мовергоз, 2014; Бобров и др., 2014; Bobrov, 2007; Bobrov et al., 2013).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 01-04-49524-а, 04-04-49814-а, 07-04-00351-а, 09-04-10085-к, 10-04-10128-к, 12-04-00074-а, 12-04-00904-а, 13-04-10027-к, 13-04-10084-к, 14-04-10060-к, 14-04-10062-к) и Фонда содействия отечественной науке.

Список литературы

Бобров А. А. Растительные сообщества речных перекатов и стремнин Верхнего Поволжья // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2001. Т. 106, вып. 1. С. 18–28.

- Бобров А. А., Мовержоз Е. А. Экологические и фитоценологические особенности *Batrachium circinatum*, *B. trichophyllum* и *B. kauffmannii* (*Ranunculaceae*) // Бот. журн. 2014. Т. 99. № 3. С. 325–340.
- Бобров А. А., Мочалова О. А. Заметки о водных сосудистых растениях Магаданской области // Бот. журн. 2013. Т. 98, № 10. С. 1287–1299.
- Бобров А. А., Мочалова О. А. Заметки о водных сосудистых растениях Якутии по материалам якутских гербариев // Нов. сист. высш. раст. 2014. Т. 45. С. 122–144.
- Бобров А. А., Мочалова О. А., Чемерис Е. В. Заметки о водных и прибрежно-водных сосудистых растениях Камчатки // Бот. журн. 2014. Т. 99, № 9. С. 1025–1043.
- Бобров А. А., Чемерис Е. В. Описание растительных сообществ в водоёмах и водотоках и подходы к их классификации методом Браун-Бланке // Гидробиотаника: методология, методы: Материалы Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2003. С. 105–117.
- Бобров А. А., Чемерис Е. В. Очерк растительного покрова малых рек Колокша и Вожа (Ярославская область) // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2005. Т. 110, вып. 5. С. 52–64.
- Бобров А. А., Чемерис Е. В. *Potamogeton* × *vepsicus* (*Potamogetonaceae*) – новый гибридный рдест из Верхнего Поволжья // Бот. журн. 2006а. Т. 91, № 1. С. 71–84.
- Бобров А. А., Чемерис Е. В. Синтаксономический обзор растительных сообществ ручьёв, малых и средних рек Верхнего Поволжья // Материалы VI Всерос. шк.-конф. по водным макрофитам «Гидробиотаника 2005» (п. Борок, 11–16 октября 2005 г.). Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2006б. С. 116–130.
- Бобров А. А., Чемерис Е. В. Изучение растительного покрова ручьёв и рек: методика, приёмы, сложности // Материалы VI Всерос. шк.-конф. по водным макрофитам «Гидробиотаника 2005» (п. Борок, 11–16 октября 2005 г.). Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2006в. С. 181–203.
- Бобров А. А., Чемерис Е. В. Флора и растительность реки // Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2007. С. 62–87.
- Бобров А. А., Чемерис Е. В. Речная растительность бассейна Ветлуги (Костромская область) // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2011. Т. 116, вып. 2. С. 44–62.
- Бобров А. А., Чемерис Е. В. Растительный покров малой южнотаёжной реки и его изменение при зарегулировании стока (на примере реки Куекша, Костромская область) // Тр. КарНЦ РАН. 2012а. №1. С. 33–47.
- Бобров А. А., Чемерис Е. В. Малоизвестные сообщества речных макрофитов на севере европейской России // Изв. Самарского науч. центра РАН. 2012б. Т. 14, №1(4). С. 971–973.
- Bobrov A. A. *Potamogeton* × *fennicus* (*P. filiformis* × *P. vaginatus*, *Potamogetonaceae*) in East Europe // Komarova. 2007. Vol. 5. № 1. P. 1–23.
- Bobrov A. A., Zalewska-Galosz J., Chemeris E. V. *Potamogeton* × *clandestinus* (*P. crispus* × *P. natans*, *Potamogetonaceae*), a new natural pondweed hybrid discovered in Europe // Phytotaxa. 2013. Vol. 149, No. 1. P. 31–49.

Е. В. Варгот^{1,2,3}

О многолетней динамике некоторых водных растений в условиях Республики Мордовия

¹ Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва
430005 Россия, г. Саранск, ул. Большевикская, 60

² Мордовский государственный природный заповедник имени П. Г. Смидовича
431220 Республика Мордовия, Темниковский район, п. Пушта, ул. Лесная

³ Национальный парк «Смольный»
431660 Республика Мордовия, Ичалковский район, п. Смольный, ул. Тополей, 11
E-mail: vargot@yandex.ru

Флора – подвижный компонент природных комплексов. При относительном постоянстве количественного состава при воздействии на неё естественных и антропогенных факторов одни виды появляются, расширяют ареал, вторые становятся редкими, третьи проявляют динамику численности, периодически уходя в состояние покоя. Только при тщательном изучении, обобщении, анализе материалов полевых исследований, литературы и гербария возможно проследить динамику видов флоры какой-либо территории и акватории. Изучение динамики флоры имеет важное прикладное значение в связи с изучением экологии и биологии редких, адвентивных и хозяйственно значимых видов, формированием списков Красных и Чёрных книг.

В XX столетии на территории Мордовии произошли заметные изменения климатических условий (Хлевина и др., 2013). Это, несомненно, сказалось на составе и динамике флоры региона. Нашей задачей стало изучение динамики водных сосудистых растений в связи с меняющимися условиями окружающей среды.

К сожалению, по имеющимся данным (гербарий, литература) за 100-летний период возможно оценить лишь появление, присутствие и исчезновение конкретных видов. По материалам собствен-

ных исследований (2002–2014 гг.) мы можем судить о современных процессах динамики конкретных популяций гидрофитов.

В составе водной флоры Республики Мордовия насчитывается 54 вида гидрофитов из 22 родов и 17 семейств. Из них **очень часто** встречаются *Spirodela polyrhiza*, *Lemna minor*, *Ceratophyllum demersum*, **часто** – *Potamogeton berchtoldii*, *P. crispus*, *P. natans*, *P. pectinatus*, *Stratiotes aloides*, *Lemna trisulca*, *Polygonum amphibium*, *Nuphar lutea*, *Callitriche cophocarpa*, *C. palustris*, *Myriophyllum spicatum*, **нередко** – *Potamogeton compressus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. trichoides*, *Eloдея canadensis*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Nymphaea candida*, *Myriophyllum verticillatum*, *Limosella aquatica*, *Utricularia vulgaris*, **нечасто** – *Salvinia natans*, *Potamogeton friesii*, *Lemna gibba*, **изредка** – *Potamogeton gramineus*, *P. obtusifolius*, *Najas major*, *Caulinia minor*, *Ranunculus circinatus*, *Elatine alsinastrum*, *Trapa natans*, **редко** – *Potamogeton acutifolius*, *P. nodosus*, *P. pusillus*, *Zannichellia palustris*, *Ranunculus kauffmannii*, *R. trichophyllus*, *Elatine hydropiper*, *U. minor*, **очень редко** – *Potamogeton alpinus*, *P. praelongus*, *Caulinia tenuissima*, *Lemna minuta*, *L. turioniferae*, *Ceratophyllum plathyacantum*, *Ranunculus polyphyllus*, *R. rionii*, *Callitriche hermaphroditica*, *Nymphoides peltata*, *Utricularia australis*, *U. intermedia*.

Из выше указанных растений те виды, которые встречаются очень часто, часто, нередко и нечасто, обычно широко распространены, стабильны по численности популяций, не проявляют сезонной и многолетней динамики.

Среди видов, которые встречаются в Мордовии **изредка**, относительно стабильны, но малочисленны популяции таких растений как *Potamogeton obtusifolius* и *Elatine alsinastrum*, которые ежегодно появляются в местах стационарных наблюдений и при разногодичных исследованиях регулярно регистрируются в известных местообитаниях. Виды *Potamogeton gramineus*, *Najas major*, *Caulinia minor*, *Ranunculus circinatus* и *Trapa natans* ведут себя по-разному. *Potamogeton gramineus* в Мордовии приурочен к водоёмам с непостоянным уровнем воды (озера суффозионного происхождения, природные кюветы, пруды), часто сильно пересыхающим (Редкие растения..., 2005, 2008, 2011, 2012). Почти ежегодные наблюдения в Присурье и на территории национального парка «Смольный» (далее НП) (Варгот, 2015) показали, что в полноводный год, следующий за засушливым(-ыми), когда сильно пересыхают водоёмы (иногда до полного осушения в течение 2–3 лет) вид начинает проявлять себя, образуя достаточно обширные заросли. Затем стабилизирует численность и в отдельные полноводные годы не проявляет себя совсем. Может находиться в состоянии покоя многие годы. Так, например, на современной территории НП «Смольный» вид собирался в начале XX в. (MW; Мхи и сосудистые..., 2011). В послевоенные годы и, особенно, за последние 20 лет территория обследовалась неоднократно. Только в 2010 г. была зарегистрирована небольшая популяция в пересыхающем водном «окне» суффозионного заболоченного понижения. В последующие годы, при подъёме уровня воды не был обнаружен (Варгот, 2015).

Caulinia minor, *Najas major* и *Ranunculus circinatus* ведут себя похожим образом. Последние два вида известны на современной территории Мордовии с начала XX в. (MW, LE, GMU; Сосудистые растения..., 2010). *Caulinia minor* впервые для республики приводится К.Г. Малютиным (1975) (Сосудистые растения..., 2010). Эти виды проявляют себя не ежегодно. Их особенностью является то, что внутри одного водоёма в разные года побеги растений могут проявляться в различных его частях. Для *Najas* и *Caulinia* это может объясняться перемещением семян с токами воды во время половодья. Но, так как в последние десятилетия сильные половодья редки, видимо, семена разносятся токами воды во время её сезонного перемешивания или во время половодья, а прорастают партиями, каждый год в разных местах. О причинах динамики популяций *Ranunculus circinatus* судить сложно. В реках и озерах виды *Najadaceae* ведут себя по-разному. Например, начиная с 2007 г., *Najas major* начала активно проявлять себя в р. Мокша и её притоке р. Исса. Впервые в Мокше этот вид отмечен близ д. Русское Корино Ельниковского района в 1965 г. (Сосудистые растения..., 2010). Сейчас по мелководьям и косам реки в Мордовии он образует заметные заросли, местами доминируя в растительном покрове (Редкие растения..., 2008, 2013, 2014). В озёрах- старицах, наоборот, произрастает небольшими куртинами, или отмечаются единичные побеги. На современной территории НП «Смольный» *Najas major* впервые отмечалась в 1919 г. в старице р. Алатырь (MW). После этого зарегистрирована нами в 2012 г. здесь же, в озёрах Митряшки (единично) и Полунзерка (местами в заметном количестве). В 2013 и 2014 гг. воз. Митряшки не проявила себя; в оз. Полунзерка в 2013 г. – единичные побеги, в 2014 г. не обнаружена (Варгот, 2015). *Caulinia minor* после К. Г. Малютина один раз собиралась в 2000 г., в р. Мокша (Красная книга..., 2003). В последние годы встречается в Мокше небольшими куртинами по илистым мелководьям р. Мокша (наблюдения автора, Редкие растения..., 2013, 2014). В 2011 г. впервые обнаружена в старице р. Алатырь – оз. Инерка в НП «Смольный», затем здесь же в 2012 и 2013 гг. и ещё в озёрах Песчаное и Полунзерка (в последнем – обширные за-

росли). В 2014 г. воз. Полунзерка были отмечены единичные куртины, в других указанных озёрах вид не обнаружен (Варгот, 2015). Что касается *Trapa natans*, то по нашим наблюдениям в республике вид стабилен, за последние пять лет заметно увеличил численность популяций в старицах рек Алатырь и Мокша (Варгот, 2013, 2015).

Из видов, которые встречаются редко, в Мордовии увеличение числа встреч зарегистрировано только для *Potamogeton acutifolius* и *Ranunculus kauffmannii*. Впервые *Potamogeton acutifolius* найден в 1950-х гг., затем – в 1999 г. (Сосудистые растения..., 2010). Позднее единичные находки вида сделаны в мелководных старицах рек Сура и Алатырь, в малой реке Виндрей. В большинстве местонахождений численность популяций остаётся стабильно малой, вид проявляет себя ежегодно (наблюдения автора; Варгот, 2015). Находки *Ranunculus kauffmannii* связаны, прежде всего, с системой р. Вад. В самой реке и её притоках первого (Удев, Криушка, Вячка) и второго (Лавов) порядка отмечено шесть местонахождений, в четырёх из которых (р. Вад у сел Журавкино и Каргашино, малые реки Вячка и Лавов) зарегистрированы немногочисленные, но крупные куртины (Редкие растения..., 2009, 2012; Сосудистые растения..., 2010). Только одно местонахождение (зарегистрировано несколько вегетативных побегов небольшого размера) найдено в 2007 г. на востоке республики в пойменном водоёме р. Алатырь у п. Смольный (Сосудистые растения..., 2010). Позднее вид здесь не отмечался, хотя водоём наблюдается ежегодно. Виды *Potamogeton pusillus*, *Zannichellia palustris*, *Ranunculus tri-chophyllus* и *Utricularia minor* известны в Мордовии по немногочисленным находкам разных лет, но популяции их стабильны (наблюдения автора; Редкие растения..., 2008, 2009; Сосудистые растения..., 2010; Сосудистые растения..., 2011). Местонахождения *Elatine hydropiper* редки, численность и плотность популяций небольшая, проявляет динамику численности, то появляясь, то исчезая, в зависимости от уровня воды и пересыхания мелководий водоёмов (наблюдения автора; Редкие растения..., 2008, 2014; Варгот, 2015). *Potamogeton nodosus* найден в Мордовии в р. Сура в устье р. Чермелей в 2005 г. и близ п. Николаевка в 2007 г. (Сосудистые растения..., 2010). За семилетний период вид лишь на несколько квадратных метров увеличил площадь популяций, где численность побегов низкая (наблюдения автора).

Очень редко в Мордовии встречаются *Potamogeton alpinus*, *P. praelongus*, *Lemna minuta*, *L. turioniferae*, *Ceratophyllum plathyacantum*, *Ranunculus polyphyllus*, *Utricularia australis*, *U. intermedia*, единично – *Caulinia tenuissima*, *Ranunculus rionii* и *Nymphoides peltata*. *Callitriche hermaphroditica* известен в республике по находке 1936 г. близ г. Темникова (гербарий Н.И. Кузнецова), двум находкам 1965 г. и одной находке 1936 г. близ Мордовского заповедника (Сосудистые растения..., 2010). Современных находок вида нет. *Nymphoides peltata* отмечался в Мордовии один раз, в 1968 г. (пойма р. Сура). В этом местонахождении больше не найден (Сосудистые растения..., 2010). Популяция *Ranunculus rionii* в рыбоводных прудах у с. Медаево стабильна и многочисленна (период наблюдений 2001–2009 гг.). Видимо, вид не расселяется в другие водоёмы. Находка *Caulinia tenuissima* на самом северо-западе Мордовии в старых монашеских прудах в 2014 г. была весьма неожиданной (Редкие растения..., 2014). Проследить динамику популяций будет сложно, т.к. местонахождения находятся на территории ЗАТО г. Сарова. Современное местонахождение *Ranunculus polyphyllus* известно только в окрестностях биостанции Мордовского госуниверситета (Сосудистые растения..., 2010), где в зависимости от гидрологического режима, популяции проявляют себя не каждый год (как и ряд других водных однолетников). Из группы очень редких растений в дальнейшем следует ожидать новых находок таких трудно определяемых видов как *Lemna minuta*, *L. turioniferae*, *Ceratophyllum plathyacantum* и *Utricularia australis*. В настоящее время эти виды известны по двум-трём местонахождениям (наблюдения автора; Сосудистые растения..., 2010; Варгот и др., 2012). Виды *Potamogeton alpinus* и *P. praelongus*, наоборот, за последние сто лет сократили свою численность. Из шести известных местонахождений *Potamogeton alpinus* (окр. Zubovo-Поляны (Литвинов, 1886), Теньгушевский район (лесной ручей, 1970 г.), два местонахождения в Мордовском заповеднике (в реках Сатис и Пушта, 1981 г.) (Сосудистые растения..., 2010; Редкие растения..., 2013–2014), выработанный торфяной карьер близ п. Известь Zubovo-Полянского района (1999 г.) (Сосудистые растения..., 2010)) в настоящее время сохранились популяции (образуются плодоносящие побеги) в Мордовском заповеднике. Популяция в торфяном карьере близ п. Известь, видимо, прекратила своё существование. В 2010 г. здесь были зарегистрированы несколько побегов в зарастающем сфагнумом водном «окне» (Редкие растения..., 2010). В 2012 г. карьер практически полностью затянулся осоково-сфагновой сплавиной (наблюдения автора). Произрастание вида в Теньгушевском районе до сих пор не подтверждено. *Potamogeton praelongus* ныне достоверно произрастает в суффозионно-карстовом оз. Имерка и карстовом оз. Пиявское (впервые найден здесь в 1999 г. (Сосудистые растения..., 2010)), но из-за активных процессов заиления и зарастания водоёмов популяции ежегодно сокращаются (наблю-

дения автора 2008, 2010 и 2012 гг.). Несколько побегов найдены в озере у границ НП «Смольный» спустя 95 лет (Редкие растения..., 2014). На территории Мордовского заповедника (указание 1940 г.) (НМНР; Редкие растения..., 2009) и в Дубенском районе (1976 г.) (Сосудистые растения..., 2010) повторно не найден. *Utricularia intermedia* занесена в Красную книгу (2003) с категорией «0» – вероятно исчезнувший вид. Были известны указания на произрастание вида К. А. Космовского (1890 г.) в Светлом Лашминском болоте близ д. Крутенькой и Б. Е. Смирнова из окрестностей п. Зубова Поляна (1970-е гг.) (Сосудистые растения..., 2010). Первое указание, вероятно, в ближайшем будущем будет подтверждено, т.к. болото заметно восстановилось после разработок середины XX в., а вместе с ним – редкие виды, которые здесь произрастали. Кроме того, найдены четыре небольшие популяции в выработанных, горелых переходных торфяниках и верховом болоте (Редкие растения..., 2009, 2010, 2012, 2014).

Таким образом, в Мордовии прослеживается динамика ряда водных однолетних и многолетних растений. Как правило, увеличение численности и расселение наблюдается среди теплолюбивых видов южного тяготения (*Potamogeton acutifolius*, *Najas major*, *Caulinia minor*, *Ceratophyllum plathyacanthum*). Сокращение числа популяций отмечено у видов северного тяготения (*Potamogeton alpinus*, *P. praelongus*, *Callitriche hermaphroditica*).

Список литературы

- Варгот Е. В. Исследование динамики популяционных показателей *Trapa natans* L. s. l. в Мордовском государственном природном заповеднике имени П. Г. Сидовича // Лесостепь Восточной Европы: структура, динамика, охрана: сб. ст. Междунар. науч. конф., посвящ. 140-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (г. Пенза, 10–13 июня 2013 г.). Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. С. 62–63.
- Варгот Е. В. Многолетняя динамика популяций редких водных растений в национальном парке «Смольный» // Науч. тр. национального парка «Смольный». Саранск–Смольный, 2015. Вып. 2. С. 3–10.
- Варгот Е. В., Хапугин А. А., Чугунов Г. Г., Ивашина А. А., Силаева Т. Б. Дополнения к флоре Республики Мордовия // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2012. Т. 117, вып. 3. С. 73–74.
- Красная книга Республики Мордовия. Т. 1: Редкие виды растений, лишайников и грибов. Саранск: Мордов. кн. изд-во, 2003. 288 с.
- Мхи и сосудистые растения национального парка «Смольный» / Т. Б. Силаева, Г. Г. Чугунов, И. В. Кирюхин и др. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2011. 128 с.
- Редкие растения и грибы: материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2005 год / Т. Б. Силаева, И. В. Кирюхин, Е. В. Письмаркина и др. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2005. 64 с.
- Редкие растения и грибы: материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2008 год / Т. Б. Силаева, И. В. Кирюхин, Е. В. Письмаркина и др. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2008. 102 с.
- Редкие растения и грибы: материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2009 год / Т. Б. Силаева, И. В. Кирюхин, Е. В. Письмаркина и др. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. 64 с.
- Редкие растения и грибы: материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2010 год / Т. Б. Силаева, И. В. Кирюхин, Г. Г. Чугунов и др. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2010. 48 с.
- Редкие растения и грибы: материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2011 год / Т. Б. Силаева, Е. В. Варгот, А. А. Хапугин и др. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2011. 60 с.
- Редкие растения и грибы: материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2012 год / Т. Б. Силаева, Е. В. Варгот, С. Ю. Большаков и др. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2012. 80 с.
- Редкие растения и грибы: материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2013 год / Т. Б. Силаева, Е. В. Варгот, А. А. Хапугин и др. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. 152 с.
- Редкие растения, грибы и лишайники: материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2014 год / Т. Б. Силаева, Е. В. Варгот, А. А. Хапугин и др. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. 92 с.
- Сосудистые растения Республики Мордовия (конспект флоры): монография / Т. Б. Силаева, И. В. Кирюхин, Г. Г. Чугунов и др. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2010. 352 с.
- Хлевина С. Е., Меркулов П. И., Меркулова С. В. Засухи в зоне широколиственных лесов правобережья Волги: распространение и динамика. Lambert Academic Publishing, 2013. 154 с.

Margrit Vöge

Studying the structure of *Isoëtes lacustris* populations to assess their vitality

Pergamentweg 44b, 22117 Hamburg, Germany
E-mail: Waterplans@solo-tauchen.de

Abstract. The population structure of *Isoëtes lacustris* was studied in three lakes in Norway and in one lake in the Republic of Ireland. The abundance of leaf number classes and the abundance of sporelings, juvenile, adult sporogenous and adult non-sporogenous plants were determined. The distribution of the sporelings appeared at random,

juvenile individuals varied distinctly among the populations and senescent plants were extremely rare. The share of sporogenous individuals was between 53 and 67% in the Norwegian populations, but 36% in the population of Lake Lough Corrib, suffering from eutrophication, and 6% only in a very dense population. The portion of adult non-sporogenous plants was established between 3 and 28%, but it was 58% in Lough Corrib. A population of *Isoëtes lacustris* from Lake Indre Flogvatnet (Norway) and sporogenous *I. echinospora* from three lakes in Denmark, Norway and Iceland were examined. The mean number of leaves of sporogenous individuals (vitality level), related to the environment, and the abundance of sporogenous plants in adult populations (reproduction level) proved correlated. This correlation allows assessing the chance of survival or the endangering of quillwort populations in the according environment.

Key words: vitality level – environment – population structure – reproduction level

1. Introduction

Isoëtes, comprising approximately 200 extant species, is an ancient cosmopolitan genus of primarily aquatic lycopsids and is phylogenetically isolated from all other living plants (Schuettpelz, Hoot, 2006). Modern *Isoëtes* typically produce only sporogenous leaves thereby minimising the vegetative phase (Pigg, 2001). Within *Isoëtes*, there is a remarkable morphological uniformity (Taylor, Hickey, 1992).

The quillworts *Isoëtes lacustris* and *I. echinospora* are submerged evergreen perennials, inhabiting mainly clear, electrolyte- and nutrient-poor lakes. Quillworts have evolved various adaptations to these habitats (Keeley, Busch, 1984; Boston, Adams, 1987), and they do not tolerate competition.

The quillworts inhabit soft water lakes throughout Northern Europe; in Central Europe the populations have declined dramatically, mainly due to eutrophication and acidification (Rørslett and Brettum, 1989, Rintanen, 1996, Murphy, 2002). *I. echinospora* occurs less frequently than *I. lacustris*. The decrease of individual fitness within populations of *I. lacustris*, experiencing difficult growing conditions, has been demonstrated by Vöge (1997a, 1997b, 2003). Grzybowski et al. (2008) claim the disappearance of *Isoëtes* localities in Poland.

The number of population studies of quillwort appears limited. Gacia and Ballesteros (1993) established plant density and the distribution of leaf length classes on quillwort populations from Lake Baciver in the Spanish Pyrenees. Szmeja (1994b) observed slow changes of *Isoëtes lacustris* populations of the deep water habitats in Polish Lake Krasne during six study years, most individuals being adult, with many leaves. Ctvrtlikova (2008) studied the abundance of sporelings, juvenile and adult plants of the *Isoëtes lacustris* population of Bohemian Forest Lake Cerné between 2004 and 2007.

It was the aim of this study

1. to describe the structure of populations of *Isoëtes lacustris*
2. to discuss the influence of the environment
3. to determine the vitality and reproduction levels of *I. lacustris*
4. to establish the vitality level of *I. echinospora*

2. Methods

2.1. Study area

In the course of three decades, the vegetation was studied in more than 100 lakes throughout Europe, with special regard to quillwort (Vöge, 1988). For this study, lakes were selected in which the populations of *Isoëtes* experience different climate and environmental conditions. Populations of quillwort were studied in five lakes: in four Norwegian sites and one Irish lake, Lough Corrib. The lakes Svåvatnet and Revurdjtjørni are situated in Southern Norway, Lake Abborvann is in Northern Norway. Lake Indre Flogvatnet is at 850 m a.s.l. in Southern Norway. *Isoëtes echinospora* was examined in the Danish Lake Kvie sø, in Lake Svåvatnet (Norway) and in a small unnamed lake in Iceland.

Table 1. Lakes under study

Lake	Position		Conductivity ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	pH	Secchi depth (m)
Svåvatnet	58°23'39" N	006°05'43" E	58	6,0	10,0
Revurdjtjørni	58°29'28" N	005°48'54" E	101	7,1	7,0
Abborvann	69°40'56" N	030°02'15" E	36	6,9	4,2
Lough Corrib	53°30'59" N	009°24'18" W	236	8,1	3,0
Indre Flogvatn	55°01'42" N	007°02'59" E	8	5,8	10,0
Kvie Sø	55°43'42" N	008°46'12" E	119	6,9	1,0
Unnamed	65°46'07" N	021°37'22" W	84	7,5	3,0

2.2. Environmental assessment

The environmental conditions of the study lakes were assessed by measuring water conductivity and pH (WTW). Water transparency was characterised by means of Secchi depth. These data proved expressive in earlier quillwort studies (Vöge, 1997a, 1997b, 2004).

2.3. Studies of the population structure

Studies of the population structure of quillworts require the use of diving equipment. For this study, in the centre of the quillwort populations from Lake Revurdjtjørni, Lough Corrib and Lake Abborvann samples of 800 cm² were taken at random, between 2,5 and 2,8m in the Norwegian lakes and at 1,6 m in Lough Corrib. These samples were chosen as reasonable and necessary for the determination of reliable results from very large populations. For each population the leaves of each individual were counted and the development of spores was recorded. The mean number of leaves of the sporogenous individuals was calculated for each population. The abundance of leaf number classes was determined. The population structure was described through the abundance of juvenile, adult sporogenous and adult non-sporogenous plants. A dispersed population of sporogenous plants was studied in Lake Indre Flogvatnet. The mean number of leaves of sporogenous *I. echinospora* was established in three lakes.

3. Results and discussion

3.1. Lake characteristics

Lake position and water characteristics are given in Table 1. With the exception of Lake Revurdjtjørni, the Norwegian study lakes are electrolyte-poor, their conductivity ranges between 8 and 101 $\mu\text{S cm}^{-1}$. In Lough Corrib (Ireland), under continued eutrophication (Krause and King, 1994), the electrolyte content was extremely high. Further to this, alkaline water and low transparency characterise the lake conditions. The lakes Svåvatnet and Revurdjtjørni, with high water transparency, are situated in a temperate climate, Lake Abborvann, north of Polar Circle, experiences a boreal climate with short summers. Lake Indre Flogvatnet, situated far from civilisation, offers the best growing conditions for *Isoëtes*. Water is less transparent than that of the sites in southern Norway. Except of Lake Svåvatnet, *I. echinospora* experienced particular growing conditions in the further two habitats.

3.2. Mean number of leaves and environment

The mean number of leaves of the sporogenous plants in a population has proved a reliable characteristic for describing the population vitality, because it is correlated significantly with the mean number of spores per megasporangium: mean number of spores = 2,48 * mean number of leaves + 12,78, $r = 0,80$ ** (Vöge 1997b). Further to this, conductivity, pH and Secchi depth of the particular habitat have been found to determine essentially the mean number of leaves per plant in a population (Vöge, 2004). However, the data must be seen in context: poor data, such as low Secchi depth, may be equalised by good data, as low conductivity or slightly acid pH. One tenth of the mean number of leaves has been defined as vitality level of the population (Vöge, 2014). Level “3” means optimal growth in optimal environment, level “2” explains suboptimal conditions and level “1” indicates strenuous growing conditions. The mean number of leaves was used as basis for a non-destructive monitoring (Vöge, 2014).

The relationships between the mean number of leaves (vitality level) and the lake data are demonstrated exemplarily in Fig.1a for a population in Lake Svåvatnet. The ranges of conductivity, pH and Secchi depth in which *I. lacustris* was found, are marked with vitality level 1, 2 or 3. Using the lake data, the corresponding level areas can be read for each parameter at the vertical line. The vitality level (following the mean number of leaves) and the main three parameter levels are compared; differing results are discussed (Vöge, 2014). In Lake Svåvatnet Secchi depth and pH enable optimal development (level 3), but the conductivity relates to suboptimal growing conditions (level 2), explaining the established level 2,7.

The water temperature may influence the leaf production; in boreal and subarctic climate less leaves are developed than in a temperate climate (Gacia & Ballesteros 1994, Vöge 1997a). Further to this, the changed spectral composition of the daylight in dystrophic lakes may decrease the leaf production (Mäkirinta, 1978; Vöge, 1997a).

The mean and the lowest leaf number of sporogenous plants both depend on the environment as they are correlated significantly (Vöge, 2014). Both numbers are presented for the study populations in Tab. 2.

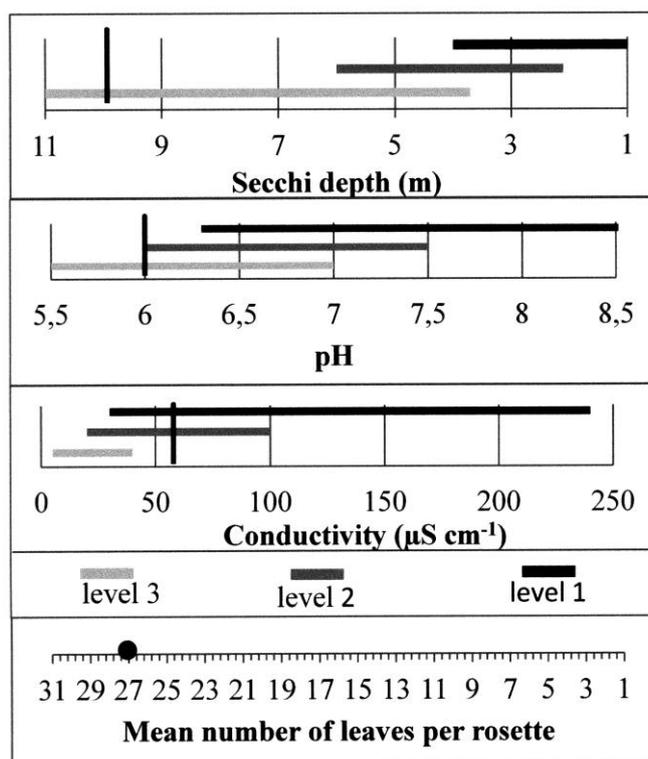


Figure 1a. *Isoëtes lacustris* in Lake Svåvatnet

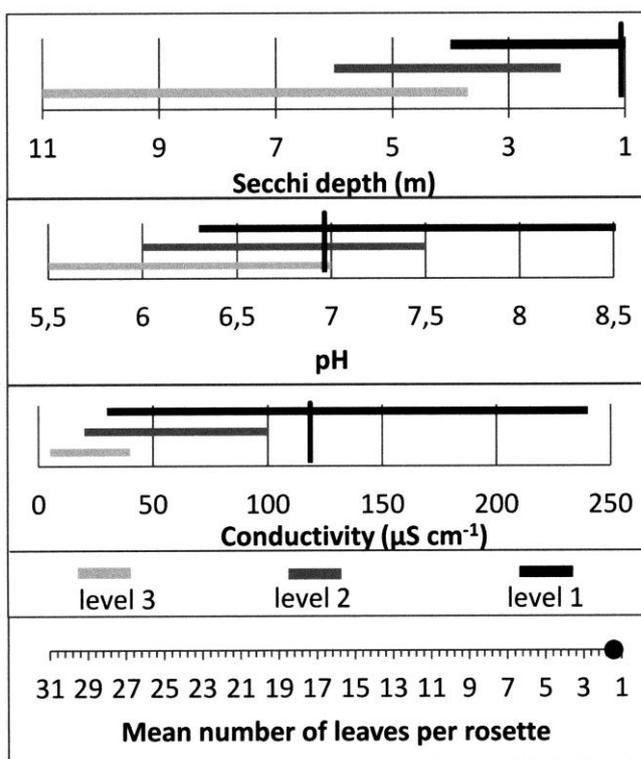


Figure 1b. *Isoëtes echinospora* in Lake Kvie sø

Table 2. Populations under study: Plant density and leaf number per rosette of sporogenous plants

Lake	Population data		
	Number of plants per m ²	Smallest leaf number	Mean leaf number
Svåvatnet a	617	20	30,7 ± 6,3
Svåvatnet b	688	13	25 ± 6,0
Svåvatnet c	700	15	27,1 ± 6,4
Revurd tjørni	533	20	29,6 ± 9,7
Abborvann a	783	8	14,4 ± 4,3
Abborvann b	7200	6	7,6
Lough Corrib	449	9	14,5 ± 2,2

3.3. The structure of the study populations

The abundance of leaf number classes is presented in Fig. 2. Within-lake variation of populations is shown in Fig. 3a-c, from Lake Svåvatnet. The populations (b) and (c) are similar in their leaf number distribution, as well as their plant density and their smallest leaf numbers. Population (a) is characterised by a lower density (Tab. 2) and the plants producing spores support more leaves. In Lake Revurd tjørni, however, one leaf number class covers nearly 60% of the leaves. As soon as they possess 20 leaves the plants turn sporogenous. Quillwort individuals from Lough Corrib and Abborvann (a) possess distinctly fewer leaves due to eutrophication or to boreal /subarctic climate, respectively (Fig. 2). The plants are adult with 9 or 8 leaves, respectively (Tab. 2).

Plant density of the above mentioned populations (between 533 and 783 plants per m²) seems to correspond to the common density of the colonized lake floor of Norwegian sites (Rørslett and Brettum 1989). The population from Abborvann (b) is of 10 fold density and the plants possess less than 12 leaves. The sporelings support up to 3 leaves, the juvenile plants up to 5 leaves. The smallest leaf number of a sporogenous plant is 6, the mean number of leaves of sporogenous plants is 7,6. According to Harper (1977), distinct phenotypic plasticity enables plants to reduce their growth, instead of the plant number, in dense populations.

The structure of the study populations is presented in Tab. 3. The abundance of the sporelings appears incidental: Most of them are observed as groups of 10–20 individuals on the corm of a fertile plant, sometimes between the leaves. Occasionally, as within the population from Lough Corrib, sporelings were not examined. It is assumed that only few sporelings survive between large, adult plants. For this reason, their abundance was not taken into account. The abundance of juvenile plants was between 18 and 38%, that of

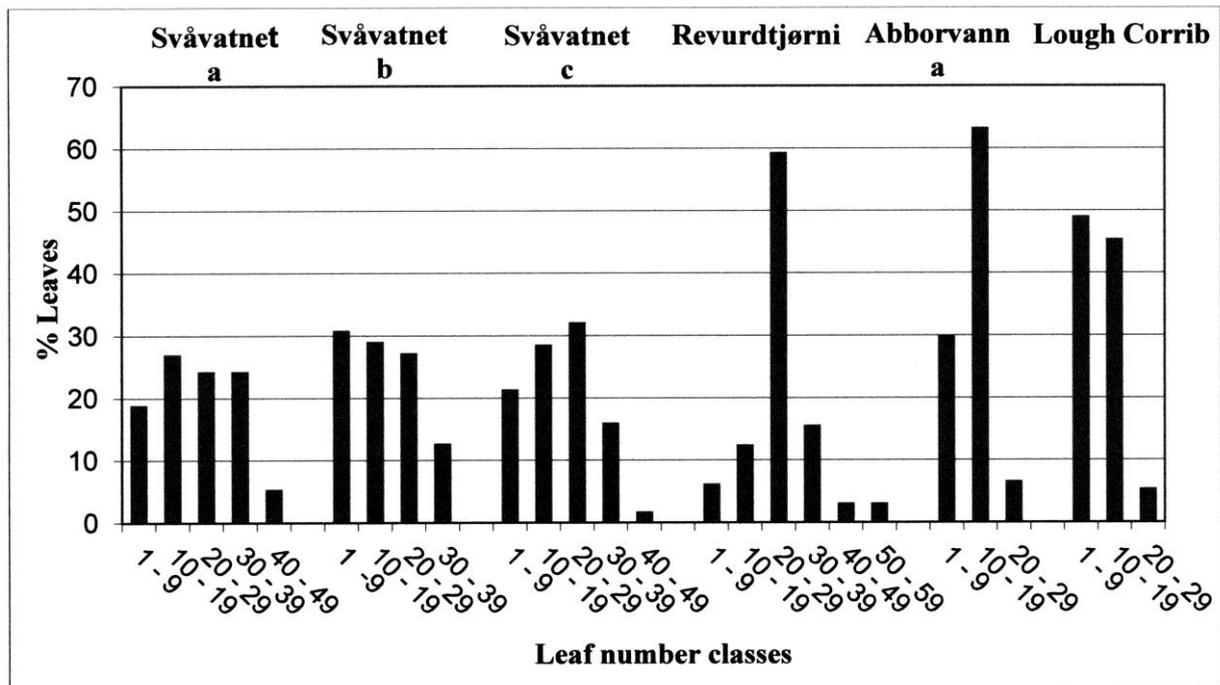


Figure 2. Abundance of leaf number classes of the studied populations

adult sporogenous individuals about 60%, in Lake Svåvatnet; between 3 and 18% of the plants did not produce spores. Senescent plants, showing an extensive corm supporting few leaves only, were extremely rare or were not observed, and were not taken into account.

Regarding the abundance of the developmental stages, the populations from Lake Revurd tjørni and Lake Abborvann (a) show some similarity. More than half of the plants produce spores, but more than 20% do not. In the population from Lough Corrib, only 36% of the individuals are sporogenous, but more than 50% are adult without spores. Experiencing suboptimal / strenuous growing conditions, the development of sporangia is limited (Vöge, 1997a, 1997b).

Table 3. Population structure: Abundance of development stages

Lake	Development stages in the population		
	% Juvenile	% Adult sporogenous	% Adult non-sporogenous
Svåvatnet a	38	59	3
Svåvatnet b	18	67	15
Svåvatnet c	24	58	18
Revurd tjørni	19	53	28
Abborvann a	10	65	25
Abborvann b	71	6	23
Lough Corrib	6	36	58

The population from Lake Abborvann (b) shows a divergent structure, due to the particular plant density. 80% of the individuals are classified as sporelings or juveniles, only 6% produced spores. The plants appear to suffer extremely from density stress.

3.4. Assessing the vitality of *Isoëtes lacustris*

In remote, uninhabited landscape only, all adult plants appear sporogenous; the more deteriorated a lake the more adult plants do not develop spores. Hence, studying the population structure it must be decided, if a plant is adult non-sporogenous or juvenile. The correlation between the smallest and the mean number of leaves enables the decision:

Smallest number of leaves = $0,69 * \text{mean number of leaves} - 0,66$, $R^2 = 0,9349$ (Vöge 2014). All plants supporting at least the smallest number of leaves are adult, if they produce spores or not.

The vitality level describes the performance of the mean leaf rosette and of the mean megasporangium in the population. Herewith a further character is defined, describing the abundance of sporogenous plants in the adult population: the reproduction level. Both levels reflect the environment. They were found to be cor-

related (Fig. 3). The data were established for nine populations in five lakes (Tab. 4). Following the correlation the vitality level 3 corresponds to 85%, vitality level 2 to about 60%, and vitality level 1 to less than 40% sporogenous plants in the adult population. Thereby the correlation enables to assess the reproduction level, in case the non-destructive determination of the vitality level exclusively is possible. In Fig.3 is recognised that some populations do not follow the calculated regression. These deviations require the separate evaluation of the two levels.

Table 4. Vitality and reproduction levels of *Isoëtes lacustris* in 5 lakes

Lake	Vitality level	Reproduction level
Svåvatnet a	3,1	95
Svåvatnet b	2,5	82
Svåvatnet c	2,7	76
Svåvatnet d	2,6	73
Revurd tjørni	3,0	65
Abborvann a	1,4	72
Abborvann b	0,8	21
Indre Flogvatnet	3,4	100
Lough Corrib	1,5	38

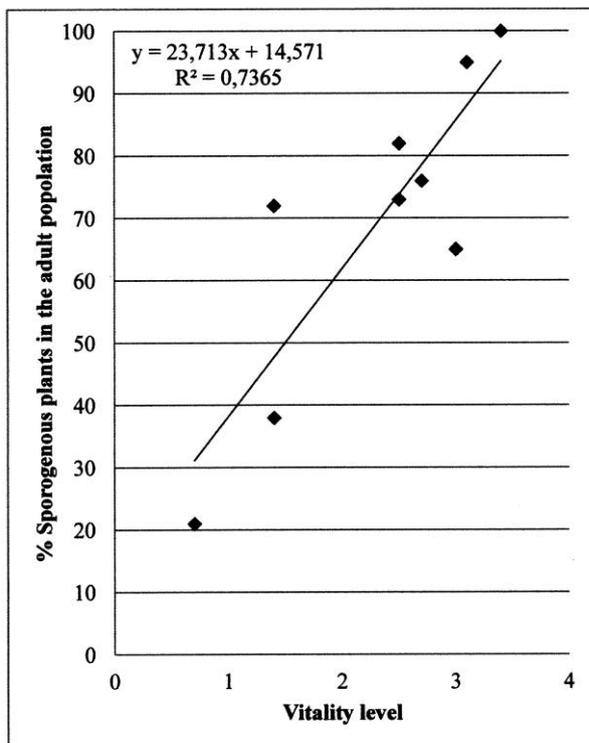


Figure 3. Vitality level related to reproduction level

The populations of *Isoëtes lacustris* experience nearly optimal growing conditions in Lake Svåvatnet and so appears their performance. In Lake Revurd tjørni the plants are rich in leaves (vl=3), a high light availability appears to equalise poor pH and conductivity data. However, there are only 65% sporogenous individuals in the population. Supposedly the light availability promotes the leaf development, whereas the pH determines mainly the spore development. Hence, the performance is regarded suboptimal/optimal. The population from Lake Abborvann (population a) is rather poor in leaves meaning a low vitality level (1,4). The reason is supposed mainly the low water temperature in boreal / subarctic climate. The spore production appears less dependent of climate conditions: 72% plants produce spores. Accounting for both levels the population status is seen suboptimal and not endangered. In Lake Abborvann (population b) strong density stress limits the normal development of the individuals and influences the population structure dramatically. The further development of the population cannot be fore-

seen. Lake Indre Flogvatnet harbours the best developed *Isoëtes*. The population from Lake Corrib suffers from low light availability and water quality effecting small plant growth in strenuous conditions. The population is seen highly endangered.

3.5. Assessing the vitality of *Isoëtes echinospora*

The data of the habitats, in which individuals of *I. echinospora* were sampled, are given in Tab. 1. The performance of *Isoëtes echinospora* in Lake Svåvatnet is similar to that of *I. lacustris*, in the same lake: level 2,4 and 2,6, respectively. *I. echinospora*, in optimal/suboptimal performance, is distinctly less frequent than *I. lacustris*; if there may be competition between both species is not known. The vitality level of *I. echinospora* is 1,1 in the unnamed lake in Iceland. Though living in strenuous growing conditions the population appears not endangered, because the climate conditions influence negatively the vitality. The situation is different in Lake Kvie sø: level 1,3 (Fig. 1b) indicates equally strenuous conditions, but here they are due

to the extremely low Secchi depth, meaning very low light availability. Therefore this population is regarded highly endangered.

Conclusions

The vitality levels of *Isoëtes lacustris* were determined in 63 lakes. The values ranged between 0,6 and 5. In 29% of the lakes the level was between 2 and 2,4. In each 21% it was between 1,5 and 1,9 and between 2,5 and 2,9, respectively. Vitality levels above 3,5 were extremely rare and were determined exclusively in lakes situated within remote, uninhabited landscape; only in such lakes the correlated reproduction level was (near) 100%. Lake deterioration obviously endangers the survival of quillwort. Following repeated studies the vitality level and accordingly the reproduction level may decrease dramatically within few years.

References

- Boston H. L., Adams M. S. Productivity, growth and photosynthesis of two small 'isoetid' plants, *Littorella uniflora* and *Isoëtes macrospora*. J. Ecol. 1987. Vol. 75. P. 333–350.
- Cvrtilikova M., Znachor P., Hekera P. Effects of aluminium toxicity and low pH on the early development of *Isoëtes echinospora*. Preslia. 2009. Vol. 81. P. 135–149.
- Gacia E., Ballesteros E. Population and individual variability of *Isoëtes lacustris* L. with depth in a Pyrenean lake. Aquat. Bot. 1993. Vol. 46. P. 35–47.
- Gacia E., Ballesteros E. Production of *Isoëtes lacustris* in a Pyrenean lake: seasonality and ecological factors involved in the growing period. Aquat. Bot. 1994. Vol. 48. P. 77–89.
- Grzybowski M., Endler Z. & Jaworska B. Disappearance of *Isoëtes lacustris* localities and changes in the phytolittoral of Lake Długie near Iukta. Limnological Review. 2008. Vol. 8. P. 69–77.
- Hanlon R. D. G. The breakdown and decomposition of allochthonous and autochthonous plant litter in an oligotrophic lake (Llyn Frongoch). Hydrobiologia. 1982. Vol. 88. P. 281–288.
- Harper J. L. 1977. The population biology of plants. London, New York: : Academic Press. 892 pp.
- Keeley J.E., Busch G. Carbon assimilation characteristics of the aquatic CAM plant *Isoëtes howelli*. Plant Physiology. 1984. Vol. 76. P. 525–530.
- Krause W., King J. J. The ecological status of Lough Corrib, Ireland, as indicated by physiographic factors, water chemistry and macrophyte flora. Vegetatio. 1994. Vol. 110. P.149–161.
- Mäkirinta U. Ein neues ökomorphologisches Lebensformensystem der aquatischen Makrophyten. – Phytocoenologia. 1978. Vol. 4. P. 446–470.
- Murphy K. J. Plant communities and plant diversity in softwater lakes of northern Europe. Aquat. Bot. 2002. Vol. 73. P. 287–324.
- Pigg K. B. Isoëtalean Lycopside Evolution: from Devonian to present. American Fern Journal. 2001. Vol. 91. P. 99–114.
- Rintanen T. Changes in the flora and vegetation of 113 Finnish lakes during 40 years. Ann. Bot. Fennici. 1996. Vol. 33. P. 101–122.
- Rørslett B., Brettum P. The genus *Isoëtes* in Scandinavia: An ecological review and perspectives. Aquat. Bot. 1989. Vol. 35. P. 223–261.
- Schuettpelz E., Hoot S.B. Inferring the of *Isoëtes*: Exploring alternatives in the absence of an acceptable Outgroup. Systematic Botany. 2006. Vol. 31. P. 258–270.
- Szmeja J. Dynamics of the abundance and spatial organization of isoetid populations. Aquat. Bot. 1994. Vol. 49. P. 19–32.
- Taylor C. W., Hickey R. J. Habitat, evolution and soeciation in *Isoëtes*. Annals of the Missouri Botanical Garden. 1992. Vol.79. P. 613–622.
- Vöge M. Tauchuntersuchungen an der submersen Vegetation in skandinavischen Seen unter besonderer Berücksichtigung der Isoetiden-Vegetation. Limnologica. 1988. Vol.19 /2. P. 89–107.
- Vöge M. Plant size and fertility of *Isoëtes lacustris* L. in 20 lakes of Scandinavia: a field study. Arch. Hydrobiol. 1997a. Vol.139. P. 171–185.
- Vöge M. Number of leaves per rosette and fertility characters of the quillwort *Isoëtes lacustris* L. in 50 lakes of Europe: a field study. Arch. Hydrbiol. 1997b. Vol. 139. P. 415–431.
- Vöge M. Environmentally related demography: Field studies on *Isoëtes lacustris* L. (Lycophyta, Isoëtaceae) in Europe. In: Pteridology in the New Millennium, S. Chandra & M. Srivastava (eds.) Kluwer Acad. Publ. 2003. 544 pp
- Vöge M. Non-destructive assessing and monitoring of populations of *Isoëtes lacustris* L. Limnologica. 2004. Vol. 34. P. 147–153.
- Vöge M. Monitoring the vitality of *Isoëtes lacustris* by using a non-destructive method. Limnological Review. 2014. Vol. 14. P. 153–158, in print.

А. А. Володина¹, М. А. Герб¹, И. Ю. Губарева², А. А. Соколов³
О находках редких видов макрофитов в водоёмах и реках
Калининградской области

¹Атлантическое отделение Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН
236022 Россия, г. Калининград, пр. Мира, 1. E-mail: volodina.alexandra@gmail.com, marger75@mail.ru

²Балтийский федеральный университет им. И. Канта
238300 Россия, г. Калининград, ул. Александра Невского, 14 к. 2. E-mail: gubareva-irin@yandex.ru

³Виштынецкий эколого-исторический музей
238023 Россия, Калининградская обл., Нестеровский р-н, пос. Краснолесье, ул. Школьная, 5-А

Распространение редких макрофитов на территории Калининградской области (Клн. обл.) недостаточно изучено. Цель работы – обобщить литературные данные по флоре (Abromeit et al., 1898–1940; Победимова, 1955; Конспект, 1999; Соколов, 2000; 2003) и результаты многолетних полевых исследований сосудистых растений (с 2000–2015 гг.) и макроводорослей (с 2010–2015 гг.). Сведения о водных мхах не анализировались. Недостаточная изученность макроводорослей Клн. обл. не позволяет в полной мере судить о степени их редкости. Категории статуса редкости таксонов в Красной книге Клн. обл. соответствуют принятым в Красной книге РФ (Красная, 2010).

Клн. обл. площадью 15,13 тыс. км² расположена на западной окраине Русской равнины. Омывается водами Балтийского моря и его заливов: Куршского и Вислинского. С востока и севера она граничит с Литвой, на юге – с Польшей. Все реки области принадлежат бассейнам крупной реки Неман (107 км на территории Клн. обл.) и малой р. Преголя. (Географический..., 2002). Общее количество рек превышает 4,5 тысячи. Густота речной сети составляет около 1 км на 1 км². Большинство озёр образовалось за счёт аккумулятивной деятельности последнего оледенения, а область относится к северо-западному озёрному району. Самое крупное – оз. Виштынецкое, его площадь составляет 16,6 км² (Географический..., 2002), памятник природы регионального значения, с 2012 г. входит в состав Виштынецкого природного парка.

Всего в Клн. обл. отмечается 1436 видов высших сосудистых растений (Конспект..., 1999). Водные и прибрежно-водные растения представлены 396 видами из 180 родов и 61 семейства. Из них гидрофитов – 62 вида (гидатофиты – 43 и плейстофиты – 19), гелофитов – 39 видов (высокотравные – 16, низкотравные – 23, приземные – 8) (Губарева и др., 2006). Согласно А. А. Соколову (2000), среди редких и охраняемых сосудистых растений Клн. обл. – 59 видов относится к водному эколого-фитоценоотическому типу (15,7% от общего количества редких видов). Из них: 30 – относится к водной, 21 – к прибрежно-водной и 8 – к литоральной эколого-фитоценоотической группе. «Необнаруженных» – 13 видов: произрастание известно только по довоенным литературным источникам (Abromeit et al., 1898–1940); 6 – «угрожаемые»; 1 вид – «сокращающиеся» (*Utricularia minor* L.) (Соколов, 2000; 2003).

В Красную книгу Клн. обл. (2010) включены 6 видов водных сосудистых растений 1 категории редкости («под угрозой исчезновения»): *Alisma gramineus* Lej., *Potamogeton obtusifolius* Mert. et Koch, *P. praelongus* Wulf, *P. rutilus* Wolfg., *Hippuris vulgaris* L., *Nymphoides peltata* (S. G. Gmel) O. Kuntze. Однако, в Книгу не были включены сведения о растениях, относящихся к категориям 2–5, но приведён список видов, нуждающихся в особом внимании и контроле (Губарева, Соколов, 2010). На наш взгляд, 9 видам макрофитов из этого списка, необходимо присвоить 3 категорию редкости («редкие виды»), предложенных к охране А. А. Соколовым (2000; 2003): *Batrachium eradatum* (Laest.) Fries, *B. fluitans* (Lam.) Wimm., *B. trichophyllum* (Chaix) Bosch, *Callitriche hermaphroditica* L., *Ceratophyllum submersum* L., *Zannichellia palustris* L., *Z. major* Boenn, *Potamogeton acutifolius* Linc, *P. friesii* Rupr.

Некоторые виды, упоминаемые в довоенных источниках (Abromeit et al., 1898–1940) обнаружены нами в области впервые за долгий период. В приведённом ниже конспекте находок редких макрофитов Клн. обл. в скобках указаны координаты места произрастания, дата сбора, коллектор, место хранения гербарного образца или фотографии (коллекция гидробиологических проб лаборатории морской экологии АО ИО РАН (ЛМЭ); Гербарий Балтийского Федерального Университета им. И. Канта (KLGU); фототека авторов).

Hildenbrandia rivularis (Liebmann) J. Agardh – первые находки вида в области. В тенистых участках на камнях и валунах мелководья рек. Р. Писса (54° 27'006"N, 22° 40'069"E; 09.07.2014, Володина А., ЛМЭ) у водопада. Р. Анграпа (54°22'523"N, 21°59'850"E; 07.07.2014, Володина А., фототека ЛМЭ). Р. Красная (54°26'922"N, 22° 19'693"E; 07.07.2014, Володина А., фототека ЛМЭ).

Batrachospermum turfosum Bory – мелиоративный канал польдера в Славском районе в окрестностях пос. Хрустальное (нет координат, Фещенко Ю.В., 24.06.2013, KLGU). Озерковый комплекс верхового болота Целау (54°31'58,7"N, 20°55'33,5"E; 09.1995; Напреенко М., Володина А., KLGU).

Batrachospermum gelatinosum (L.) DC – на мелководье с каменистым дном и быстрым течением р. Анграпа (54°36'265"N, 21°57'947"E, 14.05.2014, Володина А., ЛМЭ).

Audouinella chalybea (Roth) Bory de Saint-Vincent – первая находка вида в области. Мелководье с каменистым дном и скоростью течения 1–1,4 м/с в р. Анграпа (54°36,265N, 21°57,947E, 14.05.2014, Володина А., ЛМЭ).

Alisma gramineum Lej. – подтверждение произрастания вида в северо-западной части оз. Виштынецкого, известное из довоенных источников (Abromeit et al., 1898–1940), не указанное в Красной книге Клин. обл в современный период (Соколов, 2010а). Обнаружено 6 экземпляров в состоянии плодоношения на глубине 0,5–0,8 м, биотоп с дрейссеной и элодеей канадской (54°27'095"N 22°42'070"E, 15.10.2014, Володина А., ЛМЭ, фототека). Прежняя находка в черте г. Калининграда в зарастающем пруду Мельничном (оз. Инженерное) (Соколов, 2010а) в 2013 г. не подтвердилась.

Potamogeton praelongus Wulf. – новое местообитание в области. Река Шешупе у слияния с р. Неман (55°03,286 N 22°12,069 E, 15.05.2014, Володина А., ЛМЭ, фототека). Предыдущие современные находки выявлены в окрестностях г. Калининграда (Соколов, 2010б).

Potamogeton acutifolius Linc. – новое местообитания в области. Южный берег Куршского залива, в выбросах (54°55'57,3"N 20°41'42,7"E, 28.05.2011, Герб М., ЛМЭ).

Zannichellia palustris L. – новые местообитания в области. Западный берег Куршского залива, в бухте внутри тростниковых зарослей (55°01'33,3"N 20°38'08,8"E, 25.06.2014, Герб М., ЛМЭ). Северо-западная часть оз. Виштынецкое (54°27'095"N 22°42'070"E, 08.07.2014, Герб М., ЛМЭ).

Wolffia arrhiza (L.) Horkele ex Wimm – вид 0 категории редкости, считавшийся ранее исчезнувшим (Губарева, Соколов, 2010). Единственная современная находка – в придорожной мелиоративной канаве в корне Куршской косы (Губарева, 2009), (54°57'57,1"N 20°29'51,2"E, 2004, Губарева И.Ю., KLGU).

Batrachium eradatum (Laest.) Fries – новое местообитание в области. Река Преголя (54°38,636 N 20°58,767E, 20.05. 2014, Герб М., ЛМЭ).

Batrachium trichophyllum (Chaix) Bosch – новое местообитание в области. Река Красная (54°24'59,0"N, 22°23'49,9"E, 24.10.2014, Володина А., ЛМЭ), на каменистом дне и при быстром течении.

Batrachium fluitans (Lam.) Wimm. – новое местообитание в области. Река Неман (55°03'16,9"N, 22°12'02,5"E, 08.07.2014, Володина А., ЛМЭ). Вислинский залив в окрестностях г. Калининграда (54°37'50,2"N 20°16'53,3"E, 24.07.2013, Герб М., фототека).

Huppuris vulgaris L. – подтверждение произрастания вида в северо-западной части оз. Виштынецкого, известное с 1870 г. (Abromeit et al., 1898–1940), но не указанное для области в современный период (Соколов, 2010в). Плодоносящие экземпляры в береговых выбросах северо-западной части оз. Виштынецкого (54°27'10,9"N 22°42'11,6"E, 08.07.2014, Герб М.А., Володина А.А., ЛМЭ; 05.10.2014 Соколов А., фототека; 15.10.2014, Володина А, фототека) Прежние находки на берегу Куршского залива в пос. Морское (Соколов, 2010в) в последние годы не подтверждены вследствие нарушения береговых биотопов при намыве пляжа при проведении берегозащитных работ.

Ceratophyllum submersum L. – Новое местообитание в области. Западный берег Куршского залива (54°58'49,4"N 20°33'44,4"E, 08.08.2010, Герб М., ЛМЭ; 55°01'34,8"N 20°38'10,0"E, 24. 07. 2013, Герб М., ЛМЭ).

Nymphoides peltata (S. G. Gmel.) O. Kuntze – подтверждение находок 1953 г. на восточном берегу Куршского залива (Минкявичус, 1959), не указанных в Красной книге Клин. обл. (Губарева, 2010) (55° 12,115 N, 21°16,374 E, 12.05.2012, Володина А., Герб М., фототека ЛМЭ).

Список литературы

- Географический атлас Калининградской области / Под. ред. В. В. Орленка. Калининград, 2002. С. 64–66.
- Губарева И. Ю. Ботанические объекты // Особо ценные природные и культурные объекты национального парка «Куршская коса»: сб. науч. ст. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2009. С. 19.
- Губарева И. Ю. Болотоцветник щитовидный // Красная книга Калининградской области. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010. С. 173.
- Губарева И. Ю., Парфёнова Я. В., Ковалёва О. Н. Анализ видового разнообразия водных и прибрежно-водных растений Калининградской области // Материалы VI Всерос. Шк.-конф. по водным макрофитам «Гидробиотаника 2005» (п. Борок, 6–11 октября 2005 г.). Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2006. С. 239–242.
- Губарева И. Ю., Соколов А. А. Список таксонов, не включённых в Красную книгу Калининградской области, нуждающихся в особом внимании и контроле. Список видов животных и растений, исчезнувших с тер-

ритории Калининградской области за последние 50 лет // Красная книга Калининградской области. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010. С. 307–311; С. 318–324.

Конспект сосудистых растений Калининградской области / И. Ю. Губарева, В. П. Дедков, М. Г. Напреенко и др. Калининград: Калинингр. ун-т, 1999. 107 с.

Красная книга Калининградской области / под. ред. В. П. Дедкова, Г. В. Гришанова. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010. 334 с.

Минкявичус А., Пиптинис Й. Обзор флоры и растительности залива Куршю Марес // Куршю Марес. Итоги комплексного исследования. Вильнюс, 1959. С. 109–116.

Победимова Е. Г. Состав, распространение по районам и хозяйственное значение флоры Калининградской области // Тр. Бот. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1955. Сер. III (Геоботаника). Вып. 10. С. 225–329.

Соколов А. А. Редкие сосудистые растения Калининградской области и их охрана: Дисс...канд. биол. наук. Калининград: Калинингр. гос. ун-т, 2000. 238 с.

Соколов А. А. Конспект редких сосудистых растений Калининградской области // Ученые записки Русского географического общества (Калининградское отделение). Калининград: КГУ, РГО, 2003. Текст. электр. изд. 5С-1-5С-116.

Соколов А. А. Частуха злаковая // Красная книга Калининградской области. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010а. С. 126.

Соколов А. А. Рдест длиннейший // Красная книга Калининградской области. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010б. С. 188.

Соколов А. А. Хвостовник обыкновенный // Красная книга Калининградской области. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010в. С. 159.

Abromeit J., Neuhoff W., Steffen H., Jentsch A., Vogel G. Flora von Ost- und Westpreußen. Berlin, 1898–1940. Н. 1–2. 1248 S.

Э. В. Гарин

Флора карьеров Мокеихо-Зыбинского торфопредприятия (Некоузский р-н Ярославской обл.)

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок
E-mail: Garin@ibiw.yaroslavl.ru

Искусственные аквальные системы получили широкое распространение и играют в настоящее время большое значение в народном хозяйстве и в сложении ландшафта освоенных земель, а также используется в рекреационных целях. Всё это в полной мере относится и к водоёмам, расположенным на территории Ярославской области. Однако исследование искусственных водоёмов (не считая Рыбинского водохранилища) имеют здесь отрывочный характер – это копани (Гарин, 2004, 2006, 2012 и др.) и пруды водохранилища-охладителя Ярославской ГРЭС (Тихонов, Борисова, 2011). В 2014 году нами начато исследование ещё одного типа малых искусственных водоёмов Ярославского Поволжья – карьеров, оставшихся после выработки торфа. Исследование растительного покрова торфяных карт и выработанных карьеров проводилось на территории Мокеихо-Зыбинского торфопредприятия (далее – МЗТП).

Историческая справка. В 1931 году было проведено исследование земель, некогда принадлежавших помещику Мокею Зыбину. Было установлено, что для целей промышленной разработки пригодны более 18 тысяч гектаров торфоболот, а глубина торфяных залежей достигает местами четырёх метров. Через полтора десятилетия здесь начинается добыча торфа, первым заказчиком которого слала строящаяся в Ярославле ТЭЦ-1. Уже к 1952 году торфоразработки велись на двухстах гектарах, объёмы добычи торфа подходили к отметке 66 тысяч тонн. К этому времени рядом с торфокарьерами был отстроен рабочий посёлок Мокеиха (с 1957 г. – пос. Октябрь). В следующем году в 13-ти км от первой Мокеихи был заложен второй посёлок с одноимённым названием (Мокеиха-2).

Максимального объёма торфодобычи достигла к 1975 году, когда предприятие выработало более двух миллионов тонн торфа! Этот торф использовался преимущественно в качестве топливного материала для Ярославской ТЭЦ-1, Шатурской ГРЭС-5, Костромской, Каменской и Бежецкой ТЭЦ, Волжской шерстопрядильной фабрики; площадь, на которой велись торфоразработки, составила пять тысяч гектаров.

Однако, в связи с тем, что в качестве топлива во всё больших объёмах стали использоваться уголь, нефть и газ, торф стали всё чаще использовать для целей сельского хозяйства, и уже к 1977 году из крупных покупателей Мокеихо-Зыбинского торфа осталась лишь Ярославская ТЭЦ, а в 1995-м поставки топлива были вообще прекращены. К 1996 году прекратилась поставка торфа для ярославского сельского хозяйства.

В 2014 году нами были исследованы два водоёма. Один – неразработанный, имеющий размеры 1.000 × 430 м.; первоначально представлял собой систему отводных каналов (не менее 26 поперечных каналов, соединённых центральным каналом), но в настоящее время подтоплен и приближен по форме к овалу с выступающими по краям каналами длиной до 60 м.; вода очень мутная, водная флора представлена немногочисленными куртинками элодеи и рдестов, местами отмечены отдельные фронды ряски и группы водокрасов; необводнённые участки между каналами заросли тростником, а на обсыхающих площадках отмечены многочисленные сорные однолетники. Второй водоём частично разработанный, имеет форму сужающегося к одному концу четырёхугольника, длиной 680 м.; берега очень крутые (глубина у самого берега более 1,5 м.), вода относительно прозрачна; флора представлена как поясом осок по урезу воды, так и куртинами пузырчатки, элодеи и рдестов. Площадь изученных карьеров составляет соответственно 0,430 и 0,194 км². В первый год исследования нами были составлены флористические описания карьеров, а также собран необходимый гербарный материал, переданный на хранение в Гербарий ИБВВ РАН (Гарин, 2015а), Гербария ЯрГУ (Борисова, Гарин, 2015) и частный Гербарий (Гарин, 2015б), а также была пополнена коллекция семян (Тихонов и др., 2015).



Рис. 1. Затопленная площадка МЗТП. 24.07.2014.



Рис. 2. Выработанный карьер МЗТП. 24.07.2014.

При анализе собранного флористического материала рассмотрены систематическая, экологическая и географическая структура флоры торфокарьеров. Названия сосудистых растений приведены по С. К. Черепанову (1995). Экологические типы даны по В. Г. Папченкову (1985); жизненные формы – по классификации Х. Раункиера (1937).

На изученных нами торфокарьерах был обнаружен 67 видов макрофитов, из них Charophyta – 3 вида, Equisetophyta и Polypodiophyta – по 1 виду, Magnoliophyta – 62 вида (Dicotyledoneae – 36 и Monocotyledoneae – 26 видов). Все обнаруженные растения распределены между 44 родами из 28 семейств. Наиболее крупными семействами оказались Asteraceae Dumort. – 8 видов, Poaceae Barnhart – 6 видов, Cyperaceae Juss. – 5 видов, Onagraceae Juss. и Potamogetonaceae Dumort. – по 4 вида (всего 27 видов, 40,3% от списка флоры). Наиболее крупными родами на торфокарьерах являются Potamogeton L. – 4 вида, Chara L., Chenopodium L., Epilobium L., Lemna L., Salix L. – по 3 вида (всего 19 видов, 28,4%).

Значительная часть слагающих исследуемую флору сосудистых растений – травянистые многолетники (43 вида, 64,2% от общего списка флоры). Роль однолетников не столь заметна – они составляют лишь 31,3% списка флоры (21 вид). Кустарники слабо представлены во флоре копаней (3 вида, или 4,5%) – это виды рода Salix. Подавляющее большинство обнаруженных на торфокарьерах макрофитов относятся к достаточно обычным для флоры Ярославской области видам (52 вида, 77,6%), доля изредка встречающихся (9; 13,4%) и редких для флоры области видов (5, 7,5%) невелика.

В экологической структуре флоры торфокарьеров преобладают гигрофиты, а также гигромезо- и мезофиты и группа гидрофитов.

Таблица 1. Экологическая структура флоры

Экотипы	Количество видов
Гидрофиты	14 (20,9%)
Гелофиты	6 (9,0%)
Гигрогелофиты	5 (7,5%)
Гигрофиты	24 (35,8%)
Гигромезо- и мезофиты	15 (22,4%)
Мезофиты	3 (4,5%)

Для географической структуры рассматриваемой флоры свойственно преобладание в зональном распределении бореальных (30 видов, 44,8% от списка флоры) и плюризональных (27, 40,3%) видов. В региональном отношении в рассматриваемой флоре преобладают голарктические виды (30 видов, 44,8%) и в значительно меньшей степени – евроазиатские (12 видов, 17,9%).

При изучении растительного покрова торфокарьеров МЗТП нами были выявлены новые местонахождения для более чем 10 видов сосудистых растений, внесённых в Красную книгу Ярославской области (2004), а три из них оказались новыми для Некоузского р-на (Гарин, Тихонов, 2014):

Vaeothryon alpinum (L.) Egor. Ранее указывался для Брейтовского, Переславского и Рыбинского р-нов; статус: 1-я категория.

Carex capillaris L. Ранее указывался в 1928 г. В. И. Смирновым без конкретного местонахождения; статус: 0-я категория. Таким образом, это первая достоверная находка вида на территории области, подтверждённая гербарным материалом.

Geranium robertianum L. Ранее указывался для Большесельского, Некрасовского, Переславского, Рыбинского и Ярославского р-нов; статус: 2-я категория.

Список литературы

Борисова М. А., Гарин Э. В. Гербарий Ярославского государственного университета им. П. Г. Демидова // Ботанические коллекции – национальное достояние России: Сб. науч. тр. Всеросс. (с междунар. участием) науч. конф., посвящ. 120-летию Гербария им. И. И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического общества (Пенза, 17–19 февраля 2015 г.). / Под ред. Л. А. Новиковой. Пенза: Изд-во ПГУ, 2015. 205–208. DOI: 10.13140/RG.2.1.1796.3687

Гарин Э. В. Водные и прибрежно-водные макрофиты России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР): Ретроспективный библиографический указатель. Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2006. 180 с. DOI: 10.13140/RG.2.1.3708.3682

Гарин Э. В. Флора и растительность копаней Ярославской области. Автореф. дис.... канд. биол. наук. Саранск, 2004. 21 с.

Гарин Э. В. Флора выгонных копаней северо-запада Ярославской области // Вестник АПК Верхневолжья. 2012. № 4 (20). С. 56–58.

Гарин Э. В. Гербарий ИБВВ РАН на современном этапе // Ботанические коллекции – национальное достояние России: Сб. науч. тр. Всеросс. (с междунар. участием) науч. конф., посвящ. 120-летию Гербария им. И. И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического общества (Пенза, 17–19 февраля 2015 г.). / Под ред. Л. А. Новиковой. Пенза: Изд-во ПГУ, 2015а. 28–30. DOI: 10.13140/RG.2.1.3893.5207

Гарин Э. В. К вопросу о частных Гербариях // Ботанические коллекции – национальное достояние России: Сб. науч. тр. Всеросс. (с междунар. участием) науч. конф., посвящ. 120-летию Гербария им. И. И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического общества (Пенза, 17–19 февраля 2015 г.). / Под ред. Л. А. Новиковой. Пенза: Изд-во ПГУ, 2015б. 31–33. DOI: 10.13140/RG.2.1.3773.9044

Гарин Э. В., Тихонов А. В. Флористические находки на карьерах Мокеихо-Зыбинского торфопредприятия (Ярославская область) // Успехи современного естествознания. 2014. № 12. С. 290.

Красная книга Ярославской области / Под ред. Л. В. Воронина. Ярославль: Изд-во Александра Рутмана, 2004. 384 с., ил.

Папченков В. Г. О классификации макрофитов водоёмов и водной растительности // Экология. 1985. № 6. С. 8–12.

Тихонов А. В., Борисова М. А. Оценка современного состояния прудов водохранилища-охладителя Ярославской ГРЭС по гидробиотическим показателям // Ярославский педагогический вестник. 2011. Т. 3. № 4. С. 99–104.

Тихонов А. В., Маврина О. С., Красавина О. Б. Коллекция семян водных макрофитов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 5-3. С. 520.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

Raunkiaer C. Plant life forms / transl. from Danish by H. Gilbert-Carter. Oxford: Clarendon Press, 1937. 104 p.

Я. М. Голованов¹, З. Б. Бактыбаева²

О некоторых новых ассоциациях класса *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941 в Республике Башкортостан

¹ Ботанический сад-институт УНЦ РАН

450080 Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Менделеева, 195/3. E-mail: jaro1986@mail.ru

² Институт региональных исследований Республики Башкортостан

453830 Республика Башкортостан, г. Сибай, ул. К. Цеткин, 2. E-mail: baktybaeva@mail.ru

Система единиц эколого-флористической классификации прибрежно-водной растительности класса *Phragmito-Magnocaricetea* Республики Башкортостан (РБ) на сегодняшний день включает 4 порядка, 7 союзов, 29 ассоциаций и 1 безранговую единицу (Ямалов и др., 2012). В ходе изучения прибрежно-водной растительности были выявлены 4 ассоциации, которые ранее не указывались для данного региона.

В основу работы положено 18 геоботанических описаний прибрежно-водных сообществ класса *Phragmito-Magnocaricetea*, выполненных в 2012–2014 гг., а также для проведения синтаксономической обработки привлечены 5 неопубликованных описаний И. Н. Григорьева. Классификация проведена методом Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964; Миркин, Наумова, 1998). Для обработки данных использовались база данных TURBOVEG (Hennekens, 1995) и программа JUICE (Tichý, 2002).

Ниже приведены продромус и сокращённая синоптическая таблица (табл.) новых ассоциаций класса *Phragmito-Magnocaricetea* в РБ.

Класс *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941

Порядок *Phragmitetalia australis* Koch 1926

Союз *Phragmition australis* Koch 1926

Ассоциация *Scolochloetum festucaceae* Rejewski 1977

Вариант *typica*

Вариант *Carex atherodes*

Порядок *Magnocaricetalia elatae* Pignatti 1953

Союз *Magnocaricion elatae* Koch 1926

Ассоциация *Caricetum distichae* Nowiński 1927

Вариант *typica*

Вариант *Poa palustris*

Ассоциация *Iridetum pseudacori* Egger 1933

Порядок *Nasturtio-Glycerietalia* Pignatti 1953

Союз *Glycerio-Sparganion* Br.-Bl. et Sissingh in Boer 1942

Ассоциация *Leersietum oryzoidis* Egger 1933

Таблица. Сокращённая синоптическая таблица новых ассоциаций класса *Phragmito-Magnocaricetea* в РБ

Синтаксон	Acc. <i>Scolochloetum festucaceae</i>		Acc. <i>Caricetum distichae</i>		Acc. <i>Iridetum pseudacori</i>	Acc. <i>Leersietum oryzoidis</i>
	Вар. <i>typica</i>	Вар. <i>Carex atherodes</i>	Вар. <i>typica</i>	Вар. <i>Poa palustris</i>		
Число описаний	2	3	5	4	4	5
ОПП, %	80–85	85–90	80–95	80–95	65–80	95–100
Среднее число видов	6	13	14	16	14	15
Д. в. ассоциации <i>Scolochloetum festucaceae</i>						
<i>Scolochloa festucacea</i>	2 ³⁻⁵	3 ³⁻⁵	.	.	.	.

Д. в. варианта Carex atherodes						
<i>Galium palustre</i>	.	3	II	2	2	.
<i>Carex atherodes</i>	.	3	.	1	.	.
<i>Scutellaria galericulata</i>	.	2	I	1	2	.
<i>Carex riparia</i>	.	2	I	.	.	.
Д. в. ассоциации Caricetum distichae						
<i>Carex disticha</i>	.	.	V ⁴⁻⁵	4 ³⁻⁴	.	.
Д. в. варианта Poa palustris						
<i>Phalaroides arundinacea</i>	.	.	.	4	.	I
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	.	4	1	.
<i>Poa palustris</i>	.	.	.	4	.	.
Д. в. ассоциации Iridetum pseudacori						
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	.	4 ³	.
Д. в. ассоциации Leersietum oryzoides						
<i>Leersia oryzoides</i>	.	.	.	.	.	V ⁴⁻⁵
Д. в. порядка Phragmitetalia australis						
<i>Scirpus lacustris</i>	1	3	.	.	.	IV
<i>Phragmites australis</i>	.	2	.	1	2	.
<i>Equisetum fluviatile</i>	1	.	V	.	.	.
<i>Typha latifolia</i>	.	.	.	.	.	V
Д. в. порядка Magnocaricetalia elatae						
<i>Mentha arvensis</i>	.	1	V	2	1	.
<i>Carex acuta</i>	2	2	.	.	4	II
<i>C. vesicaria</i>	.	.	V	2	4	.
<i>Symphytum officinale</i>	.	.	V	2	3	.
Д. в. порядка Oenanthetalia aquaticae						
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	2	I	.	2	II
<i>Eleocharis palustris</i>	1	.	.	1	.	II
Д. в. класса Phragmito-Magnocaricetea						
<i>Lythrum salicaria</i>	1	2	.	.	2	V
<i>Stachys palustris</i>	.	2	III	2	3	.
<i>Lythrum virgatum</i>	.	1	I	3	2	.
<i>Lycopus europaeus</i>	.	1	II	.	.	I
<i>Persicaria amphibia</i>	1	1	.	.	1	.
<i>Rumex aquaticus</i>	.	.	I	.	.	III
<i>Naumburgia thyrsiflora</i>	.	.	.	1	3	.
Д. в. класса Potamogetea pectinati						
<i>Potamogeton pectinatus</i>	.	.	.	.	.	V
<i>P. perfoliatus</i>	.	.	.	.	.	V
<i>Elodea canadensis</i>	.	.	.	.	.	IV
Д. в. класса Bidentetea tripartitae						
<i>Bidens tripartita</i>	.	2	.	.	.	IV
<i>Persicaria hydropiper</i>	.	.	.	.	.	V
<i>Echinochloa crusgalli</i>	.	.	.	.	.	IV
Д. в. класса Molinio-Arrhenatheretea						
<i>Caltha palustris</i>	.	.	IV	3	3	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	V	4	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	III	3	.	.
<i>Ptarmica cartilaginea</i>	.	.	II	3	.	.
<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	II	3	.	.
<i>Rumex confertus</i>	.	.	.	1	2	.
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	2	1	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	.	.	V
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	V	.	.	.
Д. в. класса Stellarietea mediae						
<i>Cirsium setosum</i>	.	1	.	3	.	.

Acc. Scolochloetum festucaceae. Разнообразие сообществ в пределах ассоциации выражено в двух вариантах: **typica** и **Carex atherodes**. Такое разделение связано в первую очередь со снижением

обводнённой местообитаний. В менее обводнённых местообитаниях при этом возрастает доля прибрежно-водных видов класса **Phragmito-Magnocaricetea** и в частности порядка **Magnocaricetalia elatae** (*Carex atherodes*, *C. riparia*, *Galium palustre*, *Scutellaria galericulata* и др.), что выражается в увеличении видового состава ценозов.

Acc. Caricetum distichae. Сообщества ассоциации встречаются, как правило, по зарастающим, обмелевшим старицам, образуя большие по площади ценозы (вариант **typica**). Реже образуют полосу, граничащую с одной стороны с типичными сообществами порядков **Phragmitetalia australis** и **Magnocaricetalia elatae**, с другой – с сырыми лугами порядка **Molinietalia** класса **Molinio-Arrhenatheretea** (вариант **Poa palustris**), что выражается в некотором обогащении сообществ влажнолуговой ми видами.

Acc. Iridetum pseudacori. Сообщества ассоциации образованы видом, занесённым в Красную книгу РБ (2011) – ирисом жёлтым. Данный вид преимущественно распространён по старицам в нижнем течении р. Белая и входит в состав прибрежно-водных сообществ и сырых лугов. Как правило, не образует больших по площади монодоминантных сообществ. Описанные сообщества занимают прибрежную полосу высыхающих стариц и сложены, в основном, видами порядков **Phragmitetalia australis** и **Magnocaricetalia elatae**.

Acc. Leersietum oryzoidis. Сообщества ассоциации занимают, как правило, прибрежную полосу реки, распространяясь на прибрежное мелководье, образуя плотные заросли на илисто-песчаных грунтах. Данный факт способствует присутствию погруженных макрофитов класса **Potametea pectinati**. Специфичной чертой описанных сообществ является наличие блока видов порядка **Phragmitetalia australis** (*Scirpus lacustris*, *Sparganium erectum*, *Typha latifolia*) и практически полное отсутствие видов порядка **Nasturtio-Glycerietalia** (*Glyceria fluitans*, *G. notata*, *Veronica anagallis-aquatica*, *V. beccabunga* и др.).

Таким образом, для территории РБ выявлены 4 новые ассоциации прибрежно-водной растительности класса **Phragmito-Magnocaricetea**. Порядок **Nasturtio-Glycerietalia** и союз **Glycerio-Sparganion** также впервые указываются для республики. Возможно, сообщества ассоциаций **Scolochloetum festucaceae**, **Caricetum distichae**, **Iridetum pseudacori** и **Leersietum oryzoidis** на территории республики имеют более широкое распространение, что требует их последующего поиска.

Список литературы

- Красная книга Республики Башкортостан / Под ред. Б. М. Миркина. Уфа, 2011. 384 с.
Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Наука о растительности (история и современное состояние основных концепций). Уфа, 1998. 413 с.
Продромус растительных сообществ Республики Башкортостан / Ямалов С. М., Мартыненко В. Б., Абрамова Л. М., Голуб В. Б., Баишева Э. З., Баянов А. В. Уфа, 2012. 100 с.
Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Wien; New York, 1964. 865 S.
Hennekens S. M. TURBO(VEG). Software package for input processing and presentation of plantsociological data. User's guide // IBN-DLO, Wageningen et university of Lancaster, 1995. 70 p.
Tichý L. JUICE, software for vegetation classification // J. Veg. Sci. 2002. Vol. 13. P. 451–453.

И. Ю. Губарева¹, М. А. Герб²

Гидроэкологические исследования водоёмов НП «Куршская коса» (Калининградская область)

¹ Национальный парк «Куршская коса»
238535 Россия, Калининградская обл., Зеленоградский р-н, пос. Рыбачий, ул. Лесная, 7.
E-mail: gubareva-irin@yandex.ru

² Атлантическое отделение института океанологии им. П.П. Ширшова РАН
236022 Россия, г. Калининград, пр. Мира, 1-3. E-mail: marger75@mail.ru

Национальный парк «Куршская коса» располагается на северо-западе Калининградской области РФ. Куршская коса представляет одну из самых длинных в мире аккумулятивных песчаных экосистем. Её общая протяженность составляет 98 км. из которых южная половина принадлежит России, здесь же и располагается национальный парк «Куршская коса» (далее НП КК). Всё западное и северо-западное побережье косы омывают воды Балтийского моря, а на востоке её границами служит Куршский залив. Ширина косы небольшая и составляет от 350 до 3800 м. Тело косы слагают разнообразные геологические отложения, среди которых преобладают песчаные наносы моря и рек (в числе которых Неман), материалы абразии береговой линии, а в корневой части – залежи торфа. Что ка-

сается разнообразных по происхождению, структуре и объёму водоёмов НП (у внутренних общая площадь составляет около 40 га), то они весьма неоднородны. На видовой состав их гидрофильной флоры оказывает влияние структура и величина, степень антропогенного воздействия, локализация в определённом фитоценозе, разнообразии грунтов и степень текучести вод.

Целью наших исследований было изучение флористического и экологического состава гидрофильной флоры водоёмов и водотоков (в понимании В. Г. Папченкова и др., 2003) НП КК, включая расположенные в её границах Балтийское море и Куршский залив.

В задачи входило выявление флоры сосудистых растений, их распределение по экотипам и эко-группам, уточнение местообитания редких и охраняемых видов, а также адвентивной фракции гидрофильной флоры. Синантропные виды нами в списки не вносились за исключением массово распространённых или адвентивных гигромезофитов.

Исследования водоёмов НП КК проводились в период 2007–2014 гг. Общепринятыми маршрутными методами, которые включали детальные обследования береговой зоны водоёмов и собственно водного пространства. Для флористического анализа брались водоёмы разной величины: колеи грунтовых дорог, глубокие лужи, копани, в которых вода сохраняется продолжительное время, а также крупные озёра, Куршский залив и Балтийское море. В последнем случае, в том числе, исследовалась береговая зона в местах постоянного воздействия вод и временного формирования водных структур (заводы, лужи и пр.). Сразу же следует отметить, что спецификой НП является наличие многочисленных открытых дренажных канав, которые сплошной сетью пронизывают все тело косы и регулируют водный баланс в лесных кварталах (проложены вдоль квартальных дорог и просек) и на лугах, располагающихся по побережью Куршского залива. Основной водосброс из этих дренажных канав осуществляется в воды залива, поэтому вся дренажная система имеет слабое течение воды в этом направлении. Кроме того, в корневой части косы располагается верховое болото, которое также дренировано открытыми мелиоративными канавами. Здесь же располагается придорожная дренажная канава, идущая вдоль основной автомагистрали КК. Её протяжённость около 1 км и ширина до 1,5 м. Она в основном располагается на торфяных грунтах и, находится ниже уровня залива и моря. Вода в такой канаве почти не пересыхает в течение всего года. В центральной части косы, обследовалось одно из крупных озёр НП – Чайка и многочисленные мелкие озера и пруды (Придорожный, Бобровый, Безымянный, оз. Ржавое), расположенные на древнем моренном плато. На севере косы изучалась гидрофильная флора второе по размерам крупного озера Лебедь. Это озеро узкой косой (около 2–3 м) отделено от вод Куршского залива. Песчаная пересыпь периодически размывается во время половодья или господства северо-восточных ветров и такой непосредственный контакт с Куршским заливом оказывает влияние на флористический состав данного озера. В пос. Морское, на берегу залива, в 80-х гг. прошлого века были созданы два крупных пруда, которые в настоящее время не имеют хозяйственного значения и постепенно зарастают. К настоящему времени в них сформировалось устойчивое видовое разнообразие растений по своему составу весьма схожее с гидрофитами Куршского залива.

Таким образом, большое количество и неоднородность водоёмов НП КК создают условия для распространения в них самых разнообразных таксономических и экологических групп гидрофильных растений.

Материалами для анализа видовой состава гидрофильной флоры НП КК послужили собственные гербарные сборы авторов, образцы гербарных сборов, хранящиеся в их личных коллекциях (2006–2014 гг.) и в коллекции KLGU (1980–2006 гг.). Учитывались также литературные материалы, в том числе по флоре Куршского залива (Шаркинене, Трайнаускайте, 1976; Губарева, 2002) и по отдельным таксонам высших сосудистых растений (Губарева и др., 2006; Губарева, 2010а, 2010б; Губарева, Соколов, 2010а, 2010б; Соколов, 2010; Герб, Соколов, 2011).

В результате обработки полученных материалов по гидрофильной флоре в водоёмах НП КК, Балтийском море и Куршском заливе (в границах НП) установлено произрастание 210 видов растений, из которых: 8 – споровые, 75 – однодольные и 127 двудольные. Состав гидрофильной флоры неоднороден. Кроме типичных водных и прибрежно-водных растений нами были отмечены некоторые синантропные гигро-мезофиты, которые наиболее часто встречаются в прибрежной зоне водоёмов, в том числе на участках подвергающихся интенсивной антропогенной нагрузке. Среди них такие, как *Polygonum aviculare*, *Plantago major*, *Rumex acetosella* и др. Наибольшее видовое разнообразие гидрофильной флоры (более 100 видов) установлено в следующих водоёмах: открытые дренажные каналы – 322 вида; Куршский залив – 164; оз. Чайка – 138; оз. Изумруд – 124; пруды у пос. Морской на берегу Куршского залива – 114. Дренажные каналы в совокупности, содержат наибольшее число видов гидрофильной флоры за счёт их значительной протяжённости и разнообразия фитоценозов, в ко-

торых они располагаются. Нами установлено, что самое большое число видов водных и прибрежно-водных растений встречается в канавах, расположенных в луговых фитоценозах КК – 127. В дренажной канаве, расположенной вдоль шоссе в корневой части косы – 92 вида, в лесных кварталах – 71 вид, на верховом и низинных болотах – 32.

Среди часто и обильно встречающихся в разных водоёмах НП КК растений были выявлены 53 гидрофильных вида. В их состав вошли два споровых растения (*Equisetum fluviatile* и *E. palustre*), шестнадцать однодольных (*Alisma plantago-aquatica*, *Carex pseudocyperus*, *Eleocharis palustris*, *Iris pseudacorus*, *Phalaroides arundinacea*, *Phragmites australis*, *Lemna minor* и др.) и тридцать пять двудольных (*Cirsium oleraceum*, *Myosotis palustris*, *Ranunculus sceleratus*, *Persicaria amphibian*, *Veronica beccabunga*, *Solanum dulcamara*, *Stachys palustris*, *Lythrum salicaria*, *Scutellaria galericulata* и др.). Данные растения встречаются, как правило, одиннадцати из тринадцати, обследованных водоёмов косы. Среди древесных видов по берегам водоёмов чаще других распространена ольха чёрная.

По экотипам и экогруппам (Папченко и др., 2003) все выявленные растения водоёмов НП КК распределились следующим образом. Экотип Гидрофиты (настоящие водные растения) представлен 30-ю видами, экотип Гелофиты (воздушно-водные растения) – 23, экотип околородные растения – 157. Самой многочисленной экогруппой оказались гигромезофиты – 90 видов и травянистые гидрофиты – 45. Самыми малочисленными – гидрофиты, свободно плавающие на поверхности воды и гидрофиты, свободно плавающие в толще воды – 5 и 6 видов соответственно. Представители группы Приземные гелофиты в исследуемых водоёмах обнаружены не были. Анализ гидрофильной флоры по зональной приуроченности позволяет отметить, что большинство растений принадлежит к широкоареальным видам с циркумбореальным или евразийским ареалом.

Среди гидрофильных растений косы отмечено восемь представителей, относящиеся к адвентивному элементу флоры. Это, широко распространившиеся в водоёмах многих стран, *Elodea canadensis* и *Acorus calamus*, синантропный вид – *Bidens frondosa*, декоративные растения, ушедшие из культуры – *Saponaria officinalis*, *Echinocystis lobata*.

Согласно Красной книге Калининградской области в НП КК произрастает 21 редкий вид растений, кроме того в Списках видов «требующие внимания» из числа распространённых на косе видов отмечается 61 растение. Среди них представителей гидрофильной флоры, обитающих в разных типах водоёмов НП КК, выявлено 3 и 16 соответственно. Редкими представителями гидрофильной флоры НП КК с категорией «1» – «вид, находящийся в области под угрозой исчезновения» оказались: *Hippuris vulgaris*, *Nymphoides peltata* и *Ranunculus reptans*. К сожалению, лютик распротёртый, с момента его последней находки на побережье Куршского залива (до 2010г.), нашими исследованиями последних лет выявлен не был. Основная причина – зарастание местообитания тростником и частичное разрушение травяного покрова в результате интенсивной рекреации берега залива в месте обитания вида. Анализ гербарных сборов авторов и устных сообщений Христиана Вольфрама позволяет констатировать наличие некоторых редких видов из списка «исчезнувшие» Красной книги Калининградской области. В том числе: *Glyceria notata* Chevall. (KLGU), *Littorella uniflora* (L.) Aschers. (Герб, 1996), *Callitriche hamulata* Kutz. ex Koch (Christian Wolfram, 2001), *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm. (Губарева, 2004).

Таким образом, гидроэкологические исследования позволили нам выявить видовой состав гидрофильной флоры водоёмов НП КК, установить их экотип и экогруппу, зафиксировать распространение редких и адвентивных видов. После дополнительной обработки данные могут быть использованы в качестве материалов для дальнейших мониторинговых исследований.

Список литературы

- Герб М. А., Соколов А. А. Прибрежно-водная и береговая растительность Куршского залива в пределах национального парка «Куршская коса» // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия НП «Куршская коса». Сб. ст. Вып. 7. Калининград: Изд.-во БФУ им. И. Канта, 2011. С. 5–17.
- Губарева И. Ю. Водные макрофиты // Водоёмы Калининградской области. Оценка экологического состояния. Калининград: Проект TACIS ENVRUS 9803. Экологический мониторинг и управление водными ресурсами Калининградской области. 2002. С. 9–10, 36–41.
- Губарева И. Ю. Болотоцветник щитолистный – *Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) O. Kuntze. // Красная книга Калининградской области. Калининград: Изд.-во РГУ им. И. Канта, 2010а. С. 173.
- Губарева И. Ю. Лютик распротёртый – *Ranunculus reptans* L. // Красная книга Калининградской области. Калининград: Изд.-во РГУ им. И. Канта, 2010б. С. 194.
- Губарева И. Ю., Парфенова Я. В., Ковалёва О. Н. Анализ видового разнообразия водных и прибрежно-водных растений Калининградской области: Материалы VI Всерос. школы-конф. по водным макрофитам «Гидробиотика – 2005» (п. Борок, 6–11 октября 2005 г.). Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2006. С. 239–242.

Губарева И. Ю., Соколов А. А. Список таксонов, не включённых в Красную книгу Калининградской области, нуждающихся в особом внимании. Растения // Красная книга Калининградской области. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010а. С. 296–299.

Губарева И. Ю., Соколов А. А. Список видов животных и растений, исчезнувших с территории Калининградской области за последние 50 лет. Растения // Красная книга Калининградской области. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010б. С. 304–308.

Папченко В. Г., Щербаков А. В., Лапиров А. Г. Основные гидробиологические понятия и соответствующие им термины // Гидробиотаника: методология, методы: Материалы Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2003. С. 27–38.

Соколов А. А. Хвостовник обыкновенный – *Hippuris vulgaris* L. // Красная книга Калининградской области. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010. С. 159.

Шаркинен И. В., Трайнаускайте И. Ю. Макрофитная флора и растительность залива Куршю Марес и дельты р. Нямунас // Фитогеографическая и флористическая характеристика приморской растительности. Вильнюс, 1976. С. 21–24.

А. Г. Девятков

Анатомическое строение перикарпия рдестов Подмосквья в зависимости от экологии

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
119991 Россия, г. Москва, Ленинские горы, 1, стр. 12, Биологический факультет МГУ
E-mail: adeviatov@yandex.ru

Виды рода *Potamogeton* играют важную роль в экосистемах современных водоёмов, их плоды хорошо сохраняются в торфах, илах и прочих донных отложениях, что позволяет достоверно судить об ископаемых водных флорах.

Идентификация костянок рдестов проводится главным образом по внешним признакам, в связи с чем морфология как современных плодов, так и их фоссилизированных остатков сравнительно хорошо изучена (Alato, 1970, Дорофеев, 1986). Имеются многочисленные данные об экологии видов и способах распространения их вегетативных и генеративных диаспор.

Хотя в литературе есть указания на стабильность и важность признаков внутреннего строения плодов рдестов, их анатомия изучена сравнительно слабо. Опубликованы данные только о самых распространённых видах: *Potamogeton lucens* L., *P. pusillus* L., *P. crispus* L., *P. pectinatus* L., *P. natans* L. (Karcz, Toma, 1996; Toma, 2002a, 2002b).

Мы исследовали анатомию плодов *P. acutifolius* Link, *P. alpinus* Balb., *P. berchtoldii* Fieber, *P. compressus* L., *P. crispus* L., *P. gramineus* L., *P. lucens* L., *P. natans* L., *P. nodosus* Poir., *P. obtusifolius* Mert. et W. D. J. Koch, *P. pectinatus* L., *P. perfoliatus* L., *P. praelongus* Wulfen и *P. pusillus* L. Материал собирали в водоёмах Московской и Калужской областей в августе и сентябре 2012 и 2014 гг. Для исследования отбирали зрелые плоды. Срезы делали в средней части костянки на замораживающем микротоме, окрашивали флороглюцином с соляной кислотой и готовили временные препараты по общепринятой методике (Барыкина и др., 2004). Просмотр и измерения проводили на микроскопе Carl Zeiss AxioPlan 2 при помощи программы Axiovision 3.1. Измеряли клеточные стенки внутренней части мезокарпия, прилегающей к эндокарпию. При измерении клеточной стенки учитывали общую толщину стенки между двумя соседними клетками. В результаты анализа включали только плоды с хорошо развитым зародышем.

Плоды всех исследованных видов имеют однотипное строение и представляют собой 4-членную многокостянку, при созревании распадающуюся на 4 плодика.

Анатомическое строение зрелого плода также имеет сходную структуру у всех видов. В зрелом перикарпии заметны зоны экзокарпия (в зрелом плоде представленного наружной эпидермой), мезокарпия, отчётливо дифференцированного на две зоны: наружную, образованную клетками с нелигнифицированными клеточными стенками и с крупными межклетниками, и внутреннюю, которая вместе со склерифицированным эндокарпием формирует косточку, при созревании открывающуюся крышечкой.

Достоверных различий по соотношению толщины зон перикарпия мы не отмечали. Различия были заметны в строении экзокарпия и косточки. У разных видов экзокарпий мог разрушаться до созревания плода, формироваться из клеток с утолщёнными нелигнифицированными стенками и мощной наружной кутикулой либо одревесневать. Клетки, образующие косточку, имели лигнифициро-

ванные стенки, различающиеся по толщине у разных видов. Результаты измерений представлены в табл. 1.

Таблица 1. Анатомические признаки плодов рдестов

Вид	Характер экзокарпия	Толщина клеточных стенок косточки мк
<i>P. acutifolius</i>	Клетки нелигнифицированы, наружная стенка не утолщена	12,21±1,37
<i>P. alpinus</i>	Клетки с лигнифицированными стенками	36,5,2±5,8
<i>P. berchtoldii</i>	Клетки нелигнифицированы, с утолщённой наружной стенкой	7,78±2,16
<i>P. compressus</i>	Клетки нелигнифицированы, или слабо лигнифицированы, наружная стенка утолщена	9,57±1,79
<i>P. crispus</i>	Клетки нелигнифицированы, наружная стенка тонкая	6,925±2,125
<i>P. gramineus</i>	Клетки нелигнифицированы, наружная стенка тонкая	9,38±1,93
<i>P. lucens</i>	Клетки нелигнифицированы, наружная стенка утолщена	5,425±1,31
<i>P. natans</i>	Клетки с лигнифицированными стенками	40,0±7,49
<i>P. nodosus</i>	Клетки нелигнифицированы, наружная стенка утолщена	15,29±3,88
<i>P. obtusifolius</i>	Клетки нелигнифицированы, наружная стенка тонкая	15,06±4,63
<i>P. pectinatus</i>	Клетки нелигнифицированы, наружная стенка тонкая	3,575±0,8
<i>P. perfoliatus</i>	Клетки нелигнифицированы, наружная стенка утолщена	5,47±1,125
<i>P. praelongus</i>	Клетки с лигнифицированными стенками	15,77±2,87
<i>P. pusillus</i>	Клетки нелигнифицированы, наружная стенка утолщена	6,72±1,24
<i>P. rutilus</i>	Клетки нелигнифицированы, наружная стенка утолщена	11,59±2,85

Наименьшей толщиной клеточных стенок в косточке обладали виды, в наших условиях массово встречающиеся в проточной воде (*P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *P. lucens*). Из этих видов *P. perfoliatus* и *P. lucens* имеют сравнительно мощную наружную клеточную стенку, защищающую внешние слои мезокарпия, у *P. pectinatus* к моменту созревания плода целостность эпидермы нарушается. К ним примыкает группа видов, встречающихся в основном в стоячей и слабо проточной воде. Помимо относительно небольшой толщины стенок мезокарпия в области косточки, для большинства этих видов характерно отсутствие лигнификации экзокарпия.

По признакам анатомии плода резко выделяются два вида: *P. natans* и *P. alpinus*. Склеренхима в их косточках имеет наибольшую толщину клеточных стенок, причём в процессе развития от полости клетки почти ничего не остаётся. Кроме того, у этих видов мы отмечали лигнификацию экзокарпия.

Анатомическое строение перикарпия влияет на возможности распространения генеративных диаспор. Так, слабые защитные свойства экзокарпия не обеспечивают хорошей плавучести орешков. У *P. pectinatus* при скорости течения 0,2 м/с большинство плодов оседает не далее 5 м от материнского растения (Koch et al, 2010). Для этого вида характерно доминирование вегетативного размножения и распространения вегетативных диаспор. Так, G. Boedeltje et al. (2003) на 73 вегетативных диаспоры этого вида обнаружили только одну генеративную.

Помимо гидрохории, для рдестов характерно распространение плодов животными. Так, эндозоохорное распространение утками отмечалось для *Potamogeton berchtoldii*, *P. gramineus*, *P. natans*, *P. nodosus*, *P. obtusifolius* и *P. pectinatus*. (Barrat-Segretain, 1996, Arzel et al., 2007, Brochet et al., 2009, 2010). В основном это виды с хорошо защищёнными диаспорами, предпочитающие непроточную воду. Защитные свойства перикарпия также играют важную роль в этом процессе. При исследовании эндозоохорного распространения рыбами В. J. A. Pollux (2011) обнаружил, что у *P. natans* с хорошо развитой склеренхимой перикарпия после прохождения через желудочно-кишечный тракт жизнеспособность сохраняют 16% плодов, в то время как у слабее защищенного *P. pectinatus* – только 6.

Автор благодарит Андрея Викторовича Щербакова за помощь в сборе и определении материала.

Список литературы

- Барыкина Р. П., Веселова Т. Д., Девятов А. Г., Джалилова Х. Х., Ильина Г. М., Чубатова Н. В. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. 312 с.
- Дорофеев П. И. Ископаемые *Potamogeton* (пособие для определения ископаемых плодов) Л.: Наука, 1986. 134 с.
- Aalto M. *Potamogetonaceae* fruits. 1. Recent and subfossil endocarps of the Fennoscandian species // Acta Bot. Fenn. 1970. Vol. 88. P. 1–85.

Arzel C., Elmberg J., Guillemain M., Legagneux P., Bosca F., Chambouleyron M., Lepley M., Pin C., Arnaud A., Schricke V. Average mass of seeds encountered by foraging dabbling ducks in western Europe // Wildl. Biol. 2007. Vol. 13. P. 328–336.

Barrat-Segretain M. H. Strategies of reproduction, dispersion and competition in river plants: a review. Vegetation 1996. Vol. 123. P. 13–37.

Boedeltje G., Bakker J. P., Bekker R. M., van Groenendael J. M., Soesbergen M. Plant dispersal in a lowland stream in relation to occurrence and three specific life-history traits of the species in the species pool // Journal of Ecology. 2003. Vol. 91, № 5. P. 855–866.

Brochet A.-L., Guillemain M., Fritz H., Gauthier-Clerc M., Green A.J. The role of migratory ducks in the long-distance dispersal of native plants and the spread of exotic plants in Europe // Ecography. 2009. Vol. 32. P. 919–928.

Brochet A. L., Guillemain M., Fritz H., Gauthier-Clerc M., Green A.J. Plant dispersal by teal (*Anas crecca*) in the Camargue: Duck guts are more important than their feet // Freshwater Biology. 2010. Vol. 55, No. 6. P. 1262–1273.

Karcz J., Toma C. Budowa dojrziałych owoców niektórych przedstawicieli rodzaju *Potamogeton* L. (*Potamogetonaceae*) // Fragmenta Floristica et Geobotanica Seria Polonica 1996. T. 3. P. 369–388.

Koch E. W., Ailstock M. S., Booth D. M., Shafer D. J., Magoun A. D. The Role of Currents and Waves in the Dispersal of Submersed Angiosperm Seeds and Seedlings // Restoration Ecology 2010. Vol. 18. N 4. P. 584–595.

Pollux B. J. A. The experimental study of seed dispersal by fish (ichthyochory) // Freshwater Biology. 2011. Vol. 56. P. 197–212.

Toma C. Fruitlet development in the genus *Potamogeton* (*Potamogetonaceae*). // Acta Biologica Cracoviensia. Ser. Botanica. 2002a. Vol. 44. P. 63–71.

Toma C. Lid formation in the fruitlets of the genus *Potamogeton* // Nordic Journal of Botany. 2002b. Vol. 22, No. 3. P. 341–347.

Т. Н. Дьяченко, А. А. Морозова, М. С. Черткова Макрофиты водотоков килийской дельты Дуная

Институт гидробиологии НАН Украины

04210 Украина, г. Киев, пр-т Героев Сталинграда, 12. E-mail: t_dyachenko@ukr.net

Килийская дельта Дуная представляет собой огромный по площади плавневый массив, расчленённый рукавами на множество островов. Здесь господствуют тростниково-осоковые сообщества с видами болотного разнотравья. На более обводнённых участках они сменяются ценозами тростника обыкновенного (*Phragmites australis**) с рогозом узколистым (*Typha angustifolia*), манником большим (*Glyceria maxima*) и ежеголовником прямым (*Sparganium erectum*), а на более осолоненных – со схеноплектами трёхгранным (*Schoenoplectus triquetet*), приморским (*Sch. litoralis*) и клубнекамышом морским (*Bolboschoenus maritimus*).

Аквальная часть ландшафта дельты состоит из морских заливов, внутريدельтовых водоёмов, разветвленной сети действующих и отмирающих рукавов, проток, каналов и ериков.

Основные заросли макрофитов сосредоточены во внутريدельтовых водоёмах и морских заливах. Строение ложа рукавов с резким нарастанием глубин, значительные скорости течения (особенно в паводковый период) и высокая мутность воды (Гидрология..., 2004) не способствуют развитию макрофитов (за исключением воздушно-водных), которые встречаются лишь на отмелях, в «затухающих» рукавах и на обмелелом взморье. Возможно поэтому в литературных источниках, как конца XIX – начала XX веков (Липский, 1889; Пачосский, 1914 и др.), так и более современных (Зеров, 1961; Клоков, 1978; Определитель..., 1987; Дубина и др., 2003; Дьяченко, 2010 и др.) растительность водотоков представлена лишь отрывочными сведениями.

Поэтому целью наших исследований явилось изучение водных макрофитов (высшие водные гидрофиты, кроме амфибийных видов, и гелофиты) водотоков Килийской дельты. Для чего в июле и сентябре 2013 г. принятыми в гидробиотанике методами (Катанская, 1981) изучали видовой, экологический состав и распределение макрофитов в 21 водотоке с разной гидрологической активностью (16 водотоков северной и центральной частей дельты и 6 ериков г. Вилково). Всего обследовано 45 участков примерно одинаковой протяжённости (около 50 м). В крупных рукавах учитывались растения с 3–4 участков, расположенных в верхнем, среднем и нижнем течении, в более мелких рукавах и ериках – с одного, протяжённостью 100–150 м.

Встречено 39 видов из 19 семейств. Максимальным видовым богатством характеризуются семейства *Potamogetonaceae* (7) и *Lemnaceae* (5). В семействах *Typhaceae*, *Cyperaceae*, *Hydrocharitaceae* отмечено по 3 вида, в остальных – по 1–2. Более чем в 40% описаний встречаются 7 видов, из которых 3 высокотравных гелофита (*Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Sparganium erectum*), 3 свободно-

плавающих вида (*Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza*, *Salvinia natans*) и плавающий в толще воды *Ceratophyllum demersum*.

Проведенный кластерный анализ по Брау-Куртису (Pielou, 1984) показал достаточно высокий (выше 50%) уровень сходства видового состава макрофитов на изученных участках.

Вода крупных рукавов с максимальными величинами водного стока, согласно классификации О. А. Алекина, относится, как правило, к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Величины минерализации в них в период исследований изменялась от 377 до 427 мг/дм³ (Табл.). По мере распластывания водного потока по многочисленным более мелким рукавам происходит метаморфизация водных масс, что выражается в постепенном нарастании минерализации от 474 до 617 мг/дм³. Это приводит к смене класса воды на карбонатно- и сульфатно-натриевый. Ерики, как водотоки с минимальным водным стоком, характеризуются ещё большими величинами минерализации воды и сменой её класса вплоть до хлоридно-натриевой (ерик на ул. Первомайской). Увеличение минерализации в рукавах сопровождается постепенным нарастанием содержания в воде аммонийного азота и уменьшением – фосфат-ионов. В то же время, в ериках из-за увеличения антропогенной составляющей отмечается увеличение концентрации как аммонийного азота, так и ионов фосфора.

Таблица. Некоторые гидрохимические показатели в водотоках Килийской дельты Дуная, лето 2013 г.

Водотоки	Σ^- , мг/дм ³	NO_2^- , мг N /дм ³	NO_3^- , мг N /дм ³	NH_4^+ , мг N /дм ³	PO_4^{3-} , мг P /дм ³
Рукава					
1. Килийский	377,3	0,006	0,033	0,158	0,032
3. Быстрый	394,6	0,001	0,044	0,172	0,040
4. Очаковский	393,5	0,0	0,040	0,198	0,042
5. Восточный	427,3	0,016	0,044	0,188	0,017
7. Гнеушев	475,9	0,0	0,040	0,195	0,056
8. Анкудинов	617,6	0,015	0,019	0,425	0,025
9. Белгородский	474,3	0,002	0,040	0,180	0,032
10. Отножный	588,6	0,005	0,021	0,445	0,025
Ерики					
11. ул. Первомайская	933,4	0,005	0,010	2,88	0,636
12. ул. Татарбунарск. восстан.	701,1	0,004	0,012	0,88	0,636
13. ул. Горького	477,0	0,053	0,008	0,19	0,062

В донных отложениях действующих рукавов преобладает серый ил, на взморье – заиленный песок, в отмирающих рукавах – черный грубодетритный ил. Обычно у края плавневых тростников или у коренного берега отмечаются глубины свыше 2 м. Где они меньше, настоящие водные растения или их разреженные заросли встречаются в узкой прибрежной полосе до глубины 0,6–0,7 м. Рукава, утратившие гидрологическую активность, постепенно заносятся илом. Сначала полоса зарослей расширяется, потом они полностью зарастают плавающей в толще воды и свободноплавающей растительностью, со временем сменяющейся плавневыми сообществами. В мелких протоках этот процесс идет быстрее.

В верхнем и среднем течении наиболее крупных рукавов со значительным стоком (Килийский, Старостамбульский, Быстрый, Очаковский, Восточный) отмечается 4–9 видов растений из 3–5 экологических групп (1–5 на рис.). Во всех из них встречаются и доминируют высокотравные гелофиты и погруженные виды (*Potamogeton perfoliatus*, *P. pectinatus*). С незначительным покрытием и не везде – низкотравные гелофиты и плавающие виды (из видов с плавающими листьями *Potamogeton nodosus*). По составу растений и характеру их распределения к вышеописанным рукавам близок Соединительный канал (№ 6), сток по которому небольшой, но стабильный. Несколько выделяются по составу макрофитов рукава Очаковский и Восточный (4, 5). Возможно, это связано с тем, что сток последнего самый маленький в группе (4% от стока Килийского рукава), а сток Очаковского резко сокращается после строительства судоходного хода по рукаву Быстрому (Гидрология..., 2004). На мелководьях Очаковского и Килийского (в пределах г. Вилково) рукавов, в устье рукава Восточный количество видов возрастает до 16–20, представлены все экологические группы. Доминируют *Trapa natans*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. pectinatus*, *Ceratophyllum demersum*.

В рукавах с незначительным стоком (Гнеушев, Анкудинов, Белгородский) насчитывается 12–16 видов (7–9 на рис.), максимальное количество отмечено среди высокотравных гелофитов и свободноплавающих видов. Во всех рукавах этой группы встречаются плавающий в толще *Ceratophyllum*

demersum и виды с плавающими листьями (*Trapa natans*, *Potamogeton nodosus*), в Гнеушевском рукаве последние явно доминируют.

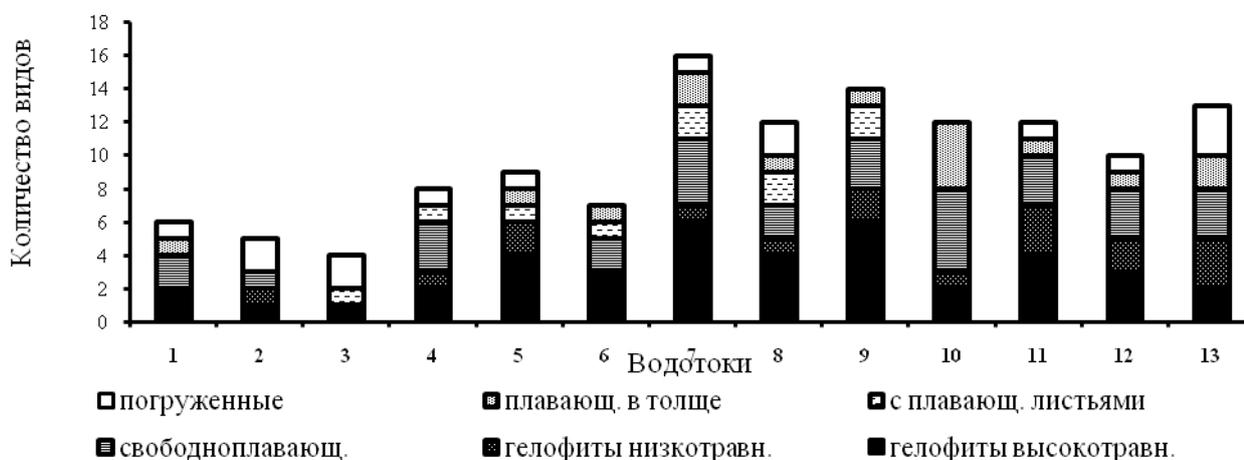


Рисунок. Экологическая структура макрофитов водотоков Килийской дельты Дуная

В рукаве Отножном (10), давно утратившем связь с морем, также встречено 12 видов, 3 из которых относятся к гелофитам. Глубины здесь не превышают 1,0–1,3 м. Растительность пронизывает всю толщу воды, покрывая дно и более 60% поверхности рукава. Преобладают плавающие в толще воды и свободноплавающие виды. Доминируют *Ceratophyllum demersum* и *Stratiotes aloides*.

Ерики г. Вилково характеризуются множественными антропогенными нагрузками и, как следствие, высоким разнообразием биотопов. От рукавов их отличают морфометрические (меньшая протяжённость, ширина около 5 м, глубина 45–60 см), гидрологические и гидрохимические параметры. В наиболее изолированных, полностью зарастающих, ериках (10–13 на рис.) встречается 10–13 видов макрофитов. Примерно равно представлены высоко-, низкотравные гелофиты и свободноплавающие гидрофиты. Доминируют в ериках мезо-евтрофные виды, характерные для малопроточных вод – плавающий в толще воды *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis* из погруженных видов, *Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza* и *Salvinia natans* из свободноплавающих.

Таким образом, максимальное количество видов макрофитов встречается на мелководьях рукавов с незначительным водообменом, скоростью течения и повышенным содержанием биогенных веществ, что м.б. вызвано в т. ч. антропогенным воздействием. При затухании рукава увеличивается количество гелофитов, свободноплавающих видов и видов с плавающими листьями. В рукаве, полностью утратившем связь с морем, преобладают плавающие в толще и свободноплавающие виды. Для городских ериков характерно увеличение количества низкотравных гелофитов с доминированием небольшого количества свободноплавающих, плавающих в толще и погруженных видов.

Список литературы

- Гидрология дельты Дуная / Под ред. В. Н. Михайлова. М.: ГЕОС, 2004. 448 с.
- Дубина Д. В., Шеляг-Сосонко Ю. Р., Жмуд О. І. та ін. Дунайський біосферний заповідник. Рослинний світ. Київ: Фітосоціоцентр. 2003. 450 с.
- Дьяченко Т. Н. Динамика высшей водной растительности заливов Килийской дельты Дуная в связи с антропогенным воздействием // Гидробиол. журн. 2010. Т.46. № 5. С. 30–42.
- Зеров К. К. 1961. Водная растительность Килийской дельты Дуная // Дунай и сопредельные водоёмы в пределах СССР. Киев: Изд-во АН УССР. С. 37–49.
- Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Л.: Наука, 1981. 187 с.
- Клоков В. М. Водная растительность и флористические особенности Килийской дельты Дуная: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1978. 20 с.
- Липский В. И. Исследования о флоре Бессарабии // Записки Киев. О-ва естествоиспытат. 1889. Т. 10. Вып. 2. С. 228–387.
- Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин и др. Киев: Наук. думка, 1987. 548 с.

И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская
Пространственная динамика макроальгоценозов биологического литоконтура Феодосийского залива (Чёрное море)

Институт биологии южных морей им. О. А. Ковалевского
299011 Россия, Республика Крым, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2. E-mail: Logrianin@nm.ru

Существующие сведения о донной растительности Феодосийского залива Чёрного моря (Калугина-Гутник, Костенко, 1981; Костенко и др., 2004; 2006) касаются временной динамики видового состава и количественного распределения бентосных макрофитов залива на текущий момент. Исходя из этого, любые исследования флоры такого крупного черноморского залива не теряют своей актуальности. Тем более целенаправленное изучение фитообрастания естественных субстратов самой мелководной части залива и особенно размещённых здесь вдольбереговых сооружений никто не проводил. Перед авторами стояла задача исследовать структурно-функциональные особенности макрофитоперифитона (МФП) искусственных сооружений и макрофитобентоса (МФБ) прилегающей к ним акватории вдоль берега и на разном расстоянии от него. Результаты первой части изысканий находятся в печати, второй – представлены в данной работе.

Цель настоящей работы – в сравнительно-динамическом аспекте исследовать состав и структуру МФП и МФБ литоконтура мелководья Феодосийского залива на разном расстоянии от берега. За основу принято понимание, что биологический литоконтур моря включает каменистую грань, сформированную скалами, глыбами, валунами и камнями, а также антропогенный контур, в качестве которого выступают размещённые здесь же твёрдые субстраты и объекты искусственного происхождения (Зайцев, 2006).

Пробы МФП и МФБ отбирали в июне 2011 г. на боковой вертикальной стенке и торце самого длинного волнореза (60 м), расположенного вблизи базы отдыха «Ай-Петри (г. Феодосия), а также с естественного субстрата прилегающей акватории. При отборе водорослей руководствовались соблюдением одного и того же расстояния от поверхности воды (0,2 м) и от берега (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 мот суши и на торце волнореза). Размер учётной площадки составил 25 см × 25 см. Идентификацию водорослей проводили по определителю (Зинова, 1967) с учетом последних номенклатурных изменений (Algae of Ukraine..., 2006). Для описания экологической структуры фитоценозов применяли шкалу А. А. Калугиной-Гутник (Калугина-Гутник, 1975), а для характеристики их видового состава рассчитывали коэффициенты флористического сходства по Жаккару (K_j) и встречаемости видов (Дажо, 1975). Степень изменчивости признаков альгоценозов определяли по шкале (Зайцев, 1990), учитывающей величины коэффициента вариации.

В составе МФП волнореза и МФБ прилегающей к нему акватории обнаружены 33 вида трех отделов (Ch – зелёные, Rh – бурые, Rh – красные водоросли), из которых 26 – входят в состав первого типа альгоценозов и 28 – второго. Из общего числа видов, обнаруженных на волнорезе и на естественном субстрате вблизи него, 65% имеют максимально высокую встречаемость на обоих субстратах, примерно треть видов характерна только для одного из них.

Видовое соотношение отделов в МФБ отличается от МФП и свидетельствует о преобладании Rh и примерно равном представительстве двух других отделов. При этом видовое разнообразие Rh и Rh в составе МФБ выше, а Ch – ниже на несколько таксонов, чем в МФП. В сообществе, развивающемся на естественном субстрате, богаче перечень базовых порядков и семейств. Вместе с тем в составе МФП и МФБ по числу видов господствует один и тот же род *Enteromorpha*.

Видовая структура отделов макроводорослей МФП и МФБ зависит от расстояния места обитания по отношению к берегу и это особенно характерно для обрастания естественного субстрата. Однако все надвидовые таксоны сравниваемых сообществ, независимо от расстояния от берега, проявляют высокое качественное сходство ($K_j = 53 – 63\%$). Общее число видов МФП варьирует от 7 (0 м) до 19 (торец), составляя в среднем 13 ± 3 таксона. По шкале Г. Н. Зайцева степень изменчивости данного показателя соответствует «верхней» норме. Общее число видов МФБ варьирует в той же степени, что и у МФП, но в более узких границах (5–13 видов). Среднее для станции число видов МФБ не много ниже, чем на волнорезе. С удалением от берега видовое разнообразие МФП и МФБ проявляет тенденцию увеличения у первого и чаще снижения у второго.

Экологический спектр макроводорослей МФП и МФБ на элементах литоконтура залива включает виды 11 групп, среди которых полным составом представлены только группы встречаемости, продолжительности вегетации и сапробности. Для динамики состава экогрупп МФБ и МФП на разном расстоянии от берега характерно сходство и различие, причём сила преобразований экологической структуры, в отличие от видовой, более существенна у МФБ. Общим для динамики видового состава экологических групп МФБ и МФП на разном расстоянии от берега является незначительность преобразований в одноименных частях экоспектра, их противофазность у сопутствующей и редкой групп, единая направленность в сторону увеличения числа видов в ведущей, одно- и многолетней группах на самых отдалённых от берега участках, а также идентичность изменений у олигосапробионтов. Различие пространственной динамики состава экогрупп МФБ и МФП проявляется в противоположности знака изменений в мезосапробной, морской и частично в солонатоводно-морской группах каждого сообщества. Максимум видовой разнообразия большинства групп МФП и МФБ приурочен к торцу волнореза. Для МФП характерны «нормальный» и «значительный» тип пространственной изменчивости числа видов в группах с существенным преобладанием первого и прежде всего такого подтипа как «верхненормальный». Видовой состав экогрупп МФБ пространственно изменяется не только по «нормальному» и «значительному» типам варибельности, но и по «очень большому».

Летом фитомасса видов-обрастателей и их ценозов варьирует в широких пределах. Максимум фитомассы МФП, МФБ и слагающих их отделов чаще приходится на отметку 30 м, минимум же территориально не совпадает. Общая фитомасса видов МФБ на любом расстоянии от берега, за небольшим исключением, превышает таковую у МФП. Средняя для станций фитомасса максимальна у отделов МФБ, у которых в МФП она минимальна.

Среди видов МФП самая низкая фитомасса у *Lomentaria clavellosa* (Turn.) Gail., самая высокая – у *Ceramium secundatum* Lyngb. В МФБ минимум показателя характерен *Callithamnion corymbosum* (Sm.) Lyngb. и *Chaetomorpha aërea* (Dillw.) Kütz., а максимум – тому же виду керамиума. Наибольшая средняя фитомасса среди видов МФП отмечена у *Enteromorpha intestinalis* (L.) Nees (15% фитомассы ценоза), *Cystoseira crinita* (Desf.) Vory. (15%) и *C. secundatum* (22%). В МФБ подобный уровень анализируемого показателя обнаружен у тех же видов, за исключением замены лидирующего продуцента *C. crinita* на *Cystoseira barbata* C. Ag. Степень пространственной изменчивости фитомассы МФП и каждого из его отделов варьирует от «значительной» у Ph до «аномально высокой» у Rh, у Ch она укладывается в рамки «верхней» нормы. У Ch и Ph МФБ пространственные изменения фитомассы одинаково «большие», а у Rh и всего ценоза – «значительные».

Список литературы

- Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 296 с.
- Зайцев Ю. П. Введение в экологию Чёрного моря. Одесса: Эвен, 2006. 224 с.
- Зинова А. Д. Определитель зелёных, бурых и красных водорослей южных морей СССР. М.–Л.: Наука, 1967. 397 с.
- Дажо Р. Основы экологии. М.: Прогресс, 1975. 245 с.
- Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Чёрного моря. Киев: Наукова думка, 1975. 248 с.
- Калугина-Гутник А. А., Костенко Н. С. Донная растительность Феодосийского залива // Экология моря. 1981. Вып. 7. С. 10–25.
- Костенко Н. С., Дикий Е. А., Алексеева С. П. Фитобентос юго-восточной части Крымского побережья Чёрного моря // Карадаг. Гидробиологические исследования / Сб. науч. тр., посвящ. 90-летию Карадагской биол. станции им. Т. И. Вяземского и 25-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины. Кн. 2. Симферополь: СОНАТ, 2004. С. 66–84.
- Костенко Н. С., Дикий Е. А., Заклецкий А. А., Марченко В. С. Донная растительность Феодосийского залива и её изменения с 1985 по 2005 гг. // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана: Темат. сб. науч. тр. 2006. С. 169–174.
- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Vol. 1. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, Rhodophyta / Ed. Petro M. Tsarenko, Solomon P. Wasser, Eviatar Nevo. – Ruggel: Gartner Verlag, 2006. 716 p.

Э. В. Епремян, Р. О. Кобелян
Современное состояние макрофитов реки Аргичи (Армения)

Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН РА
0014 Армения, Ереван, ул. П. Севака, 7. E-mail: ehermine2000@yahoo.com

Водно-прибрежные растения (макрофиты) представляют начальное звено в круговороте веществ и энергии водоёма, интенсивно поглощают минеральные вещества, накапливают ионы тяжёлых металлов, выступают в роли минерализаторов и детоксикантов пестицидов. В зарослях макрофитов осаждаётся значительное количество приносимых водой минеральных и органических взвесей. Таким образом, высшие растения являются хорошим биофильтром. Они предохраняют водные массы в центральных частях водоёмов от загрязнений и биогенных элементов, ограничивая чрезмерное развитие фитопланктона. Процессы самоочищения воды при участии высших водных растений протекают в течение всего года.

Объектом исследования является р. Аргичи. Одна из наиболее протяжённых рек, впадающих в Большой Севан. Река Аргичи берет начало с северного склона Гегамского хребта Гндасарского горного массива. Протяжённость реки 51 км, площадь водосбора 384 км². У восточной Армаганской низменности протекает в неглубоком ущелье и впадает в озеро Севан (Природа Армении, 2006).

Изучение флоры водоёмов было проведено по общепринятым методикам (Катанская, 1981). Маршрутные обследования проводились в течение нескольких лет (2011–2014) в летний период. В верхнем, среднем и нижнем течении реки был выделен участок размером 100 м², где на типичных биотопах реки на глубинах от 0,3 до 0,7 м были выбраны 4 опытные площадки по м² каждая. С каждой площадки отбиралось по 7 проб.

При описании растительности отмечались следующие параметры: проективное покрытие, встречаемость, их сырая биомасса, обилие видов по шкале Друде (soc. – растения обильны, сор.₃ – растений очень много, сор.₂ – растений много, сор.₁ – растений довольно много, sp. – растения в небольших количествах, sol. – растения единичны, un. – встречаются единичные экземпляры). Экологическая оценка р. Аргичи проведена на основе метода косвенной оценки условий местообитаний по растительности, используя метод фитоиндикационных работ В. Сладечека (цит. по: А. П. Садчиков, М. А. Кудряшов, 2004). Для оценки сходства по видовому составу водных парциальных флор применён коэффициент Жаккара-Малышева (К J-M) (Малышев, 1972). Изучение продуктивности макрофитов р. Аргичи проведено в конце июня – августа 2014 г. Фитомассу определяли методом укусов.

С каждой станции отбиралось по 28 проб, общее число укусов составило 84. Определение продуктивности макрофитов производилось на основе известных методик (Белавская, 1979; Катанская, 1981; Катанская, Распопов, 1983; Распопов, 2003).

В результате исследований, проведённых в 2012–2014 гг. в верхнем, среднем и нижнем течении р. Аргичи выявлены 19 видов, относящиеся к 13 семействам. Экологический спектр водной флоры представлен четырьмя экологическими типами. По числу видов лидируют гидрофиты: 13 видов или 68% от общего числа видов. При этом преобладают погруженные укореняющиеся растения – 9 видов, воздушно-водные растения (гелофиты), представленные 2 видами (10% от водной флоры), гигрогелофиты представлены 1 видом (5%), гигрофиты – 3 видами (16%).

Температура воды р. Аргичи за период изучения колебалась в пределах от 18,2 до 23,0°C. Из-за сильного течения (0,3 м/с) в верхнем участке реки водная растительность была представлена бедно. Встречались представители родов *Polygonum*, *Batrachium*, биомасса которых составляла 800 г/м². Однако, в верхнем течении русло реки расширяется (10–15 м), течение становится медленным (0,1 м/с), в результате чего образуются болотистые участки. На данном участке проективное покрытие макрофитов в реке составило 100%. Вся площадь данного участка реки была покрыта толстым слоем *Potamogeton natans* L. В некоторых местах встречались скопления *Myriophyllum spicatum* L. (частота встречаемости 28%), образующие сообщество с плавающими в воде видами *Ceratophyllum demersum* L. (частота встречаемости 14%).

У побережья лентообразно встречались *Hippuris vulgaris* L., *Sparganium microcarpum* (Neum.) Raunk. Но, на станции, находящейся приблизительно на 50 м ниже от вышеуказанного участка, наблюдалась иная картина. Здесь река образует меандры, что создаёт благоприятные условия для развития макрофитов. Кроме того, на участке расположены животноводческие фермы, способствующие накоплению в воде органического вещества. Грунт состоит в основном из гальки, песка, а у побережья из ила. В июне 2011–2013 гг. проективное покрытие макрофитов составило 50–70%, скорость течения 0,2 м/с, доминантным видом являлась *Lemna trisulca* L. (частота встречаемости 89%), считаю-

щаяся 0-β мезосапробным видом. Корни ряски, протянувшиеся вниз на 6–8 см, сплетаясь, создавали густую сеть, являющуюся приютом для мелких водных животных. В июне 2014 г. проективное покрытие макрофитов составило 95%. При этом была отмечена смена доминирования: вид *Lemna trisulca* заменил β-мезосапробный вид *Batrachium kauffmannii* (Clerc) V. Krecz.) (водяной лютик), сырая биомасса которого составила 6443 г/м², обилие частота встречаемости 96,4%.

В качестве сопутствующих видов выступали ряска малая (*Lemna minor* L.) и уруть колосистая (*Myriophyllum spicatum* L.), ряска тройчатая (*L. trisulca*). На участках открытой воды на глубине до 0,5 м были широко распространены также сообщества *Ceratophyllum demersum* и *Potamogeton pectinatus* L. (частота встречаемости 42,8%). Индикатором возрастания концентрации органических веществ может являться и рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*), который является β-мезосапробным видом, а также указывает и на α-мезосапробность. Сырая биомасса рдеста составила 3225 г/м².

На данном участке реки выявлен также фонтиналис противопожарный (*Fontinalis antipyretica* (Hedw)), сырая биомасса которого составил 3477 г/м², частота встречаемости 28,5%. Данный вод требователен к чистоте воды. В мутной воде растение теряет свою окраску, буреет и погибает. Фонтиналис растёт круглый год – зимой медленнее, весной очень быстро. Служит хорошим убежищем для мальков. Оптимальная температура для водяного мха 18–20°C. Заметим, что на этом участке р. Аргичи обнаружена гренландия густая (*Groenlandia densa* (L.) Fourr.), внесённая в Красную книгу РА как исчезающий вид (частота встречаемости 25%).

В среднем течении русло реки узкое (20–22 м), скорость течения 0,3 м/с. Грунт состоял из 60% песка, 20% ила и 20% гальки. Проективное покрытие макрофитов составило 70%. На данном участке реки преобладал водяной лютик (частота встречаемости – 67%, биомасса в среднем составляла 1462 г/м²). Субдоминантом являлся *Myriophyllum spicatum* (биомасса – 1687 г/м², встречаемость – 50%). На этом участке выявлены также *Fontinalis antipyretica*, *Potamogeton pectinatus*, *Lemna minor* L. Здесь также зарегистрированы гелофиты, гигрогелофиты и гигрофиты (таблица 2).

В устье реки Аргичи (температура воды – 20°C, скорость течения – 0,5 м/с, грунт на 50% состоит из валунов, на 40% заиленного песка и на 10% ила, проективное покрытие макрофитов – 40%) доминировал *Batrachium kauffmannii* (сырая биомасса – 3500 г/м², частота встречаемости – 46,4%). Водяной лютик был выявлен с *Myriophyllum spicatum* и *Potamogeton pectinatus*. В 2012 году на данном участке реки был обнаружен также редко встречающийся вид *Lemna gibba* L., являющийся биоиндикатором эвтрофикации и органического загрязнения. Здесь из гелофитов были зарегистрированы *Sparganium microcarpum*, *Equisetum palustre* (полный список макрофитов в табл. 2).



Рисунок 1. Верхнее течение р. Аргичи (*Batrachium kauffmannii*) 08.06.2014 г.

Определение продуктивности макрофитов – одна из основных задач изучения гидроэкосистемы. Была рассчитана продуктивность наиболее часто встречаемых макрофитов р. Аргичи в 2014 г. Поскольку различные виды достигают максимального развития в разное время, их продукция была рассчитана по максимальной биомассе. Была изучена продуктивность 9 видов макрофитов, имеющих первостепенное значение в продукционном балансе реки. Расчёт годовой продукции был выполнен на основании полученных данных по абсолютно-сухой фитомассе макрофитов. В верхнем течении реки максимальную абсолютно-сухую фитомассу создают сообщества гидрофитов, которые продуцировали в среднем 21–437 г органического вещества на 1 м² площади ценозов в год, что эквивалентно 10–202,72 г углерода. Наибольшей продуктивностью отличались сообщества *Batrachium kauffmannii*, формации которой в истоке реки достигала 437 г/м² абсолютно-сухого вещества (табл. 1).

Таблица 1. Наземная фитомасса и продукция макрофитов р. Аргичи (2014 г.)

Виды растений	Месяц макс. биомассы	Продукция, г/м ² год					
		Сырой вес, кг/м ² ±SD	вс г/м ²	абс.-сухая масса	общая прод.	углерод (С)	энергия ккал/м ²
исток реки							
<i>Potamogeton natans</i>	08	1762±256,3	155,8	140,4	126,31	58,61	586,1
<i>Potamogeton pectinatus</i>	07	3225±193,13	285,14	256,88	218,35	101,31	1013,1
<i>Fontinalis antipyretica</i>	08	3477,5±65,9	307,47	277	235,45	109,25	1092,5
<i>Batrachium trichophyllum</i>	06	6443,75±225,5	570	514	436,9	202,72	2027,2
<i>Groenlandia densa</i>	08	691±134,4	61,09	55,03	47	21,81	218,08
<i>Myriophyllum spicatum</i>	07	1712,5±425,4	151,41	136,4	115,94	53,79	53,9
<i>Lemna trisulca</i>	07	292,3±45,3	25,84	23,28	21	10	100
<i>L. minor</i>	08	123,25±26,9	10,89	9,81	8,83	4,09	40,9
<i>Ceratophyllum demersum</i>	08	747,5±183,3	66,09	59,54	50,6	23,4	234
среднее течение							
<i>Fontinalis antipyretica</i>	08	550±73,8	48,62	43,81	37,23	17,27	172,7
<i>Potamogeton pectinatus</i>	08	632,5±84,5	55,87	50,34	42,79	19,85	198,54
<i>Myriophyllum spicatum</i>	08	1687,31±267,99	149,18	134,39	114,23	53,00	530
<i>Batrachium trichophyllum</i>	06	1462,5±207,5	129,31	116,49	9,02	45,94	459,4
<i>Lemna minor</i>	08	71,25±11,61	6,29	5,68	5,10	2,37	23,7
устье реки							
<i>Batrachium trichophyllum</i>	06	1575±331,9	139,25	125,45	106,63	49,48	494,8
<i>Lemna minor</i>	08	90±12,9	8,1	7,30	6,57	3,05	30,5
<i>Potamogeton pectinatus</i>	08	897,5±123,9	79,35	71,49	60,76	28,19	281,9
<i>Myriophyllum spicatum</i>	07	1332,5±378,4	117,81	106,14	53,07	24,62	246,2

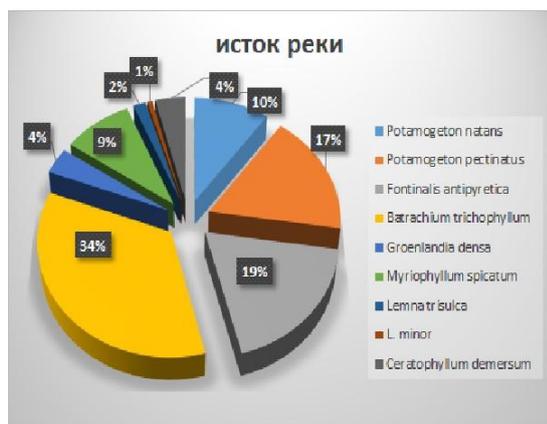


Рис. 2. Процентное соотношение продуктивности макрофитов верхнего течения р. Аргичи.



Рис. 3. Процентное соотношение продуктивности макрофитов среднего течения р. Аргичи.



Рис. 4. Процентное соотношение продуктивности макрофитов нижнего течения р. Аргичи.

В верхнем течении р. Аргичи общая продукция органического вещества гидрофитных макрофитов от абсолютно сухого веса составила 1260,4 г/м², что эквивалентно 584,04 г/м² углерода. Основным продуцентом является *Batrachium kauffmannii*, составляющий 34% от общей продуктивности макрофитов данного участка реки (рис. 2).

В среднем течении общая продукция органического вещества гидрофитных макрофитов от абсолютно сухого веса составила 298,37 г/м², что эквивалентно 138,43 г/м² углерода. На данном участке высокую продуктивность проявляет *Myriophyllum spicatum*, составляющий 38% от общей продуктивности макрофитов (рис. 3).

В нижнем течении р. Аргичи общая продукция органического вещества гидрофитных макрофитов абсолютно сухого веса составила 227,03 г/м², что эквивалентно 105,34 г/м² углерода. Здесь высокую продуктивность проявил также *Batrachium kauffmannii*, составляющий 47% от общей продукции макрофитов данного участка реки (рис. 4).

Таким образом, максимальная продукция макрофитов была отмечена в верхнем течении реки Аргичи (1281,4 г/м²), что создаёт благоприятные условия для развития фитофильных беспозвоночных животных. Несмотря на то, что в верхнем и нижнем течении реки Аргичи уровень сходства флоры был невысоким (коэффициент Жаккара составил 27%), на всех участках реки качество воды по уровню сапробности макрофитов соответствовало β-мезосапробному классу (умеренно чистая).

Таблица 2. Список макрофитов р. Аргичи и их обилие

	Экогруппа	Исток	Сред. течение	Устье реки
Cladophoraceae				
<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kütz.	I	cop. 1	cop. 2	cop. 2
Fontinalaceae				
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	I	cop. 2	cop. 1	–
Ceratophyllaceae				
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	I	cop. 1	–	–
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	II	cop. 2	–	–
Juncaceae				
<i>Juncus inflexus</i> L.	IV	–	–	Sp.
Lemnaceae				
<i>Lemna trisulca</i> L.	I	soc.	sp	–
<i>L. minor</i> L.	I	cop. 2	cop. 1	cop. 1
<i>L. gibba</i> L.	I	–	–	sp
Lamiaceae				
<i>Menta asiatica</i> Boriss.	IV	cop. 1	cop. 1	cop. 1
Haloragaceae				
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	I	cop. 2	cop. 3	cop. 2
Ranunculaceae				
<i>Batrachium kauffmannii</i>	I	soc.	cop. 3	cop. 3
Potamogetonaceae				
<i>Potamogeton natans</i> L.	I	cop. 3	–	–
<i>P. pectinatus</i> L.	I	cop. 3	cop. 2	cop. 2
<i>Croenlandia densa</i> L. Fourg.	I	cop. 2	–	–
Polygonaceae				
<i>Polygonum amphibium</i> (L.) S. F. Gray.	I	cop. 1	Sp.	–
<i>P. lapathifolia</i> (L.) S. F. Gray	IV	cop. 1	cop. 2	–
Typhaceae				
<i>Sparganium microcarpum</i> (Neum.) Raunk.	II	cop. 1	cop. 2	cop. 1
<i>Glyceria natata</i> Chevall.	III	–	+ cop. 1	cop. 1,

Список литературы

- Белавская А. П. К методике изучения водной растительности // Бот. журн. 1979. Т. 64, № 1. С. 32–41.
- Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.
- Катанская В. М., Распов И. М. Методы изучения высшей водной растительности // Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Наука, 1983. С. 163–169.
- Природа Армении (энциклопедия). 2006. 157 с.
- Распов И. М. Продукция макрофитов водоёмов с замедленным водообменном: основные понятия, методы изучения // Гидробиотаника: методология, методы: Материалы Шк. по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апр. 2003 г.). Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2003. С. 146–150.
- Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Гидробиотаника: Прибрежно-водная растительность. М.: Академия, 2005. 240 с.

А. А. Жукова

Сезонная динамика роста тростника в литорали оз. Нарочь

Белорусский государственный университет

220030 Республика Беларусь, г. Минск, пр. Независимости, 4. E-mail: anna_eco@tut.by

Прибрежная зона представляет собой один из важнейших экотонов в лимнической экосистеме. Макрофитный пояс – это первый барьер на пути стока биогенных и загрязняющих веществ с водосборной территории, это участки концентрации и сохранения биоразнообразия в водоёме, это зона повышенной биоактивности, где формируется значительная доля первичной продукции мелководных водоёмов (Бульон, 2004; Экологическая..., 1985). Воздушно-водные растения, развивающиеся в литорали водоёмов, являются одними из наиболее активных продуцентов органического вещества в биосфере (Бульон, 2004). Аккумулируя биогенные элементы в период роста, и выделяя их в воду в процессе отмирания и разложения, макрофиты оказывают существенное влияние на гидрохимический режим водных объектов и формирование качества воды.

Оз. Нарочь – один из примеров водоёмов, где макрофиты определяют особенности биотического круговорота и в значительной степени формируют облик экосистемы. Это мезотрофно-олиготрофный полимиктический водоём, расположенный на северо-западе Беларуси (54°52' N, 26°50' E), его площадь 79,6 км², средняя глубина 8,9 м, максимальная – 24,8 м. Оз. Нарочь является одним из наиболее изученных в гидробиологическом плане водоёмов Беларуси – ряды наблюдений длятся около 70 лет. Для озера характерны высокие значения прозрачности воды (в период исследования в мае–августе 2012 г. – 7,4–9,0 м), обширная литораль, занимающая по разным оценкам от 30 до 50% площади озера (Жукова и др., 2005; Бюллетень..., 2013).

Первые сведения о макрофитах оз. Нарочь датируются 1950-ми гг. (Бюллетень..., 2013), в дальнейшем исследования проводили регулярно с интервалом около 10 лет, что позволяет проследить изменения в структуре и функционировании макрофитного пояса. По данным последней съёмки (Жукова, 2007) заросли воздушно-водных растений в озере не образуют сплошной зоны, размещаясь участками разной величины и густоты от уреза воды до глубины 2 м; общая их площадь составляет 2,7 км² или 3,4% площади озера, биомасса в период максимального развития достигает 2,62 тыс. тонн абсолютно сухого вещества (при выраженном доминировании тростника: 88% общего зарастания и 95% массы). Именно тростник является основным продуцентом органического вещества в прибрежной зоне (от уреза воды до глубины 2 м) (Wetzel, 1983). Кроме того, макрофиты являются основным субстратом для развития обрастаний в озере.

Таким образом, целью данной работы была оценка сезонной динамики роста тростника в литорали оз. Нарочь. Полученные данные позволяют оценить продукцию тростника на протяжении периода вегетации, а также площадь растительного субстрата для перифитона.

Исследования выполнены на базе Учебно-научного центра «Нарочанская биологическая станция им. Г. Г. Винберга» в 2012 г. В прибрежной зоне оз. Нарочь был выбран типичный биотоп – тростниковые заросли средней плотности; глубина в месте отбора проб колебалась от 0,5 до 0,7 м на протяжении периода исследований. Для определения параметров растений еженедельно в период с конца мая по начало августа проводили укусы с площади 0,25 м² в 3-х повторностях. В укусах измеряли количество, длину и диаметр стеблей (в нижней части), также после высушивания на открытом воздухе измеряли воздушно-сухую массу тростника, затем досушивая навеску в сушильном шкафу при 70°C до постоянной массы определяли коэффициент пересчета воздушно-сухой на абсолютно сухую массу; сжигая навеску при 450°C оценивали содержание минеральных веществ (зольность) в растениях.

Результаты изучения сезонной динамики длины тростника и диаметра стебля представлены в таблице 1. Интенсивный рост растений наблюдали до конца июня, затем, в июле отмечалось появление в укусах молодого прироста, что привело к сохранению средних значений длины на протяжении нескольких недель при существенном увеличении размаха колебаний в выборке. В целом, увеличение длины тростника (до максимальных величин) с высокой точностью аппроксимируется степенным уравнением $y=107,2x^{0,38}$ ($R^2=0,98$), где x – порядковый номер пробы (недели наблюдений), y – средняя длина растения в пробе.

Максимальные значения длины тростника в укусах и диаметра стебля отмечены в конце июля, в августе начиналось усыхание растений. Связь изменений диаметра стебля (y) и длины тростника (x) за время от начала наблюдений до пика развития растений хорошо описывается уравнением $y=0,37\ln(x)-1,32$ ($R^2=0,84$).

Динамика массы тростника носит схожий характер (таблица 2): максимальные значения зафиксированы 19 июля, в августе отмечается снижение индивидуальной массы растений.

Таблица 1. Динамика роста тростника в литорали оз. Нарочь (май–август 2012 г.)

№ пробы	Дата сбора	Количество стеблей в пробе* (n), экз.	Длина** тростника, см	Диаметр** стебля в нижней части, см
1	22.05.	72	108,1±16,0 (72,9–142,2)	0,36±0,19 (0,10–1,05)
2	30.05.	71	140,3±18,0 (103,0–189,3)	0,54±0,15 (0,10–0,85)
3	06.06.	65	155,0±22,4 (93,6–190,6)	0,62±0,16 (0,25–1,05)
4	14.06.	60	177,8±27,7 (103,2–231,5)	0,56±0,19 (0,10–0,85)
5	21.06.	74	205,1±29,6 (124,3–267,3)	0,64±0,17 (0,10–0,95)
6	28.06.	54	226,5±35,7 (132,0–268,1)	0,72±0,14 (0,35–0,95)
7	05.07.	68	222,3±42,2 (86,0–294,4)	0,69±0,16 (0,20–1,00)
8	12.07.	65	222,0±57,7 (104,5–380,0)	0,60±0,19 (0,10–1,10)
9	19.07.	59	250,9±32,6 (163,5–297,0)	0,74±0,17 (0,20–1,00)
10	26.07.	57	247,8±36,4 (130,0–308,0)	0,74±0,15 (0,36–1,20)
11	02.08.	68	244,9±38,9 (120,0–294,0)	0,68±0,15 (0,26–0,93)
12	09.08.	59	232,3±36,6 (138,0–288,0)	0,68±0,13 (0,25–0,93)

Примечание. *общее количество растений в 3-х укосах с площади 0,25 м² каждый, **средние значения ± стандартное отклонение (минимум-максимум) для всей выборки (n)

Таблица 2. Динамика массы, зольность, содержание органического углерода в укосах тростника в литорали оз. Нарочь (май-август 2012 г.)

№ пробы	Плотность зарослей, экз./м ²	Воздушно-сухая масса (I), г/экз.	Абсолютно сухая масса (II), г/экз.	(II)/(I)	Зольность, %	Органический углерод, г/экз.
1	96 (72–112)	3,9 (3,5–4,4)	2,8 (2,6–3,3)	0,72	–	1,3
2	95 (88–100)	6,1 (5,6–7,0)	4,6 (4,3–5,1)	0,76	5,3 (4,1–6,6)	2,2
3	87 (72–104)	7,8 (7,0–8,6)	5,9 (5,3–6,7)	0,76	–	2,8
4	80 (68–100)	9,2 (8,4–9,6)	6,5 (5,8–7,0)	0,70	7,6 (6,7–8,4)	3,1
5	99 (76–128)	11,5 (10,0–12,4)	8,2 (7,2–8,8)	0,71	5,8 (5,1–6,4)	3,9
6	72 (68–76)	16,6 (14,5–17,9)	11,4 (9,8–12,3)	0,69	6,7 (6,5–6,9)	5,4
7	91 (76–100)	16,7 (15,0–18,3)	10,8 (9,6–11,7)	0,65	–	5,1 (6,4**)
8	87 (80–112)	17,4 (15,1–21,1)	10,9 (9,2–13,3)	0,63	–	5,1 (6,9**)
9	79 (72–84)	24,0 (22,3–24,7)	16,4 (16,1–17,0)	0,69	5,7 (5,2–6,2)	7,7
10	76 (68–92)	17,9 (16,5–19,6)	14,0 (13,0–15,9)	0,78	6,3 (4,8–7,4)	6,6
11	91 (64–112)	16,1 (14,4–18,0)	12,8 (11,6–14,4)	0,80	6,0 (4,2–7,8)	6,0
12	79 (68–88)	14,8 (14,1–15,6)	11,6 (11,3–12,0)	0,79	4,7 (4,3–5,0)	5,5

Примечание. В табл. приведены средние значения (минимум-максимум) для средневзвешенных в трёх укосах, **без учёта молодого прироста (<150 см), составившего в пробах 5–10% от общего числа растений

Процентное содержание минеральных веществ (зольность) в укосах тростника существенно не изменялось в течение периода исследования и составляло небольшую часть сухой массы растений (в среднем 6%, что аналогично полученным ранее данным для оз. Нарочь (Жукова, 2007)). Содержание органического углерода высчитывали с учётом зольности проб при допущении, что на него приходится 50% от общего количества органического вещества.

Наиболее интенсивный прирост в единицах углерода отмечен в июне, пик (как и для ранее рассмотренных показателей) отмечен во второй половине июля.

Следует отметить, что несмотря на синхронность изменения ростовых параметров тростника, прирост длины до конца июня идёт быстро и с одинаковой скоростью, затем замедляется и на протяжении почти двух месяцев длина растений остаётся практически неизменной и близкой к максимальной (рис.). Прирост в абсолютно сухой массе и органическом углероде идёт более равномерно вплоть до достижения пиковых значений, затем эти показатели довольно резко снижаются (за 3 недели теряется около 30% от максимальных значений).

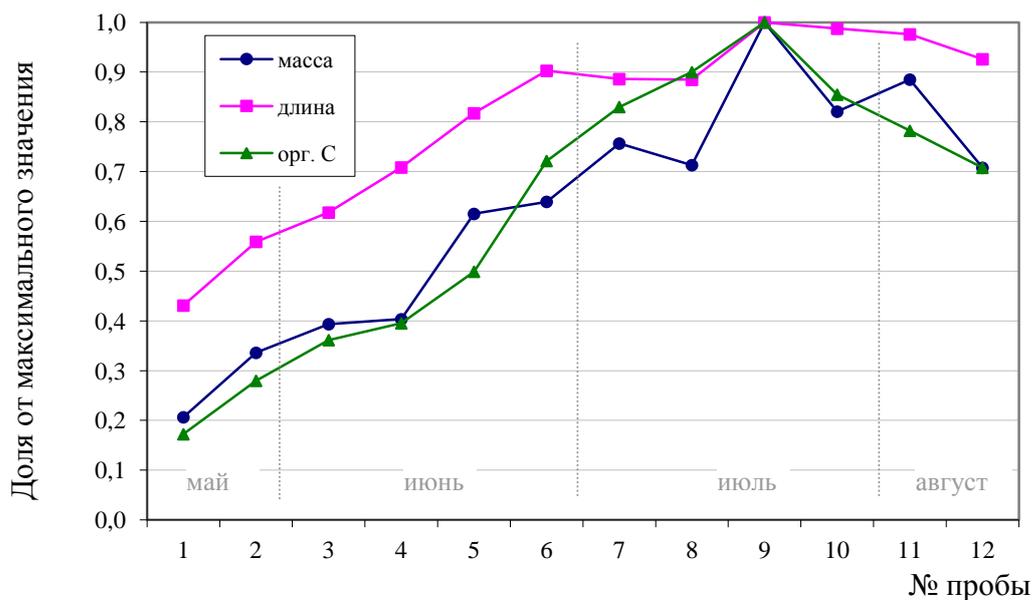


Рисунок. Динамика изменения средних для пробы значений длины, сухой массы и содержания органического углерода тростника (в расчёте на 1 экз.) относительно их максимальных величин.

Таким образом, наиболее активный прирост тростника и продуцирование им органического вещества наблюдается в июне (более 40% от максимальной биомассы), в мае и июле скорость роста примерно одинакова (прирост составляет около 30% от максимальной биомассы). К августу рост тростника практически прекращается и его роль в новообразовании органического вещества в озере заключается в том, что он является субстратом для развития обрастаний, которые достигают пика биомассы и продукции в августе-сентябре (Wetzel, 1983).

Автор выражает искреннюю благодарность сотруднику УНЦ «Нарочанская биологическая станция им. Г. Г. Винберга» Азаренкову А. Ю. за помощь в сборе материала.

Список литературы

- Бульон В. В. Вклад основных групп автотрофных организмов в первичную продукцию водоёмов // Водные ресурсы. 2004. Т. 31, № 1. С. 1–11.
- Экологическая система Нарочанских озёр / Под ред. Г. Г. Винберга. Мн., 1985. 303 с.
- Бюллетень экологического состояния озёр Нарочь, Мясстро, Баторино (2012 год) / Т. В. Жукова и др.; под общ. ред. Т. М. Михеевой. Минск: БГУ, 2013. 119 с.
- Жукова Т. В., Макаревич О. А., Жукова А. А., Остапеня А. П. Современное состояние надводной растительности в оз. Нарочь и её роль в функционировании экосистемы // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоёмов европейского севера: Материалы IV Междунар. конф., 5–10 декабря 2005 г., Вологда, Россия. Вологда, 2005. С. 149–151.
- Жукова А. А. Оценка значимости различных автотрофных компонентов в формировании продуктивности мезотрофного озера: Дис. ... канд. биол. наук. Минск, 2007. 212 с.
- Wetzel R. G. Limnology. 2nd ed. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1983. 858 p.

Н. Р. Зарипова

Структура биоразнообразия флоры ряда водоёмов г. Казани

Казанский (Приволжский) федеральный университет
420000 Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, 18. E-mail: gut_medi@mail.ru

Для выявления структурного биологического разнообразия была использована классификация экологических групп (экотипов) макрофитов, разработанная Папченковым В. Г. (2001), Папченковым В. Г., Щербаковым А. В., Лапировым А. Г. (2001, 2003). Под флорой макрофитов понимается совокупность видов водных и заходящих в воду крупных, видимых невооружённым глазом растений, вне зависимости от их систематического положения, закономерно встречающихся в водных объектах (Папченков и др., 2003).

Приводится результат исследований пяти разнотипных водоёмов г. Казани (акваторий и их прибрежной зоны), проведённых автором в ходе исследований, осуществлённых Лабораторией оптимизации водных экосистем КФУ (под руководством зав. лаб., проф. Н. М. Мингазовой). В таблице 1 указана встречаемость видов, относящихся к экологическим группам (гидрофиты, гелофиты и гигрогелофиты).

Таблица 1. Встречаемость водных и водно-болотных видов сосудистых растений

Экотипы	Вид	оз. Большое Голубое	оз. Комсомольское	оз. Марьино	ВБК у Парка Победы	оз. Харовое с водоёмом
Гидрофиты	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.			++	++	+
	<i>Persicaria amphibia</i> (L.) S. F. Gray			+	+	+
	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.		+			
	<i>Utricularia vulgaris</i> L.		+			
	<i>Potamogeton natans</i> L.			+		
	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.		+	++	++	++
	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.				+	
	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	+				
	<i>Lemna minor</i> L.	+	+	++	+++	++
	<i>Lemna trisulca</i> L.	+		+	++	+
Гелофиты	<i>Juncus tenuis</i> Willd.	++	+	+		
	<i>Scirpus lacustris</i> L.	++	+			
	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult.			+	++	
	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	+	+			
	<i>Phragmites altissimus</i> (Benth.) Nabile					+
	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	++		++	++	+++
	<i>Typha angustifolia</i> L.	+	++	+++	+	++
	<i>Typha latifolia</i> L.	+	+	+	+	+
	<i>Typha laxmanii</i> Lepech.					+
Гигрогелофиты	<i>Lythrum salicaria</i> L.			+	+	+
	<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir.			+	+	
	<i>Carex acuta</i> L.				+++	++
	<i>Carex pseudocyperus</i> L.	+		+++	++	
	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	+	+		+	

Озеро Большое Голубое (малое озеро старично-карстового происхождения) входит в систему Голубых озёр, солоноватоводное, сульфатное (Уникальные..., 2001). По результатам полевых исследований в 2014 г. на озере Б. Голубое и в прибрежной зоне выявлено 27 видов сосудистых растений различных групп (табл. 1, 2), кроме того 2 вида мхов: *Calliergon giganteum* (Schimp.) Kindb, *Fontinalis antipyretica* Hedw. и 2 вида макроводорослей – *Cladophora glomerata* (L.) Kutz., *Chara contraria* A. Br. Сосудистые гидрофиты – *Lemna minor* L., *Lemna trisulca* L., *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. имеют слабое развитие и редко встречаются. Видов «водного ядра», слагающихся из сосудистых растений, выявлено 9.

Озеро Комсомольское (Комсомольский бассейн) находится в пос. Дербышки, по ул. Солидарности, ул. Парковая. Озеро малое, искусственное, подпитывается артезианскими водами. Озеро используется в рекреационных целях. Ярус погружённых растений включает 4 вида – *Myriophyllum verticillatum* L., *Chara vulgaris* L. emend. Wallr, *Utricularia vulgaris* L., *Potamogeton pectinatus* L. Высоко-травные гелофиты образуют редкие заросли, низкотравные гелофиты – прерывистый узкий пояс растительности.

Таблица 2. Экологическая структура флоры сосудистых растений

Экотипы растений	Оз. Б. Голубое	Оз. Комсомольское	Оз. Марьино	ВБУ у парка Победы	Оз. Харовое с водоёмом
Гидрофиты	3 (11%)	4 (9,7%)	6 (7,9%)	6 (7,0%)	5 (10,4%)
Гелофиты	6 (22%)	6 (14,6%)	6 (7,9%)	5 (6,0%)	6 (12,5%)
Виды «водного ядра»	9 (33%)	10 (24,4)	12 (15,8%)	11 (13%)	11 (22,9%)
Гигрогелофиты	2 (7,4%)	1 (2,4%)	3 (4%)	5 (6%)	2 (4,1%)
Гигрофиты	5 (18,5%)	7 (17%)	19 (25%)	18 (16,7%)	8 (16,6%)
Гигромезофиты	2 (7,4%)	6 (14,6%)	7 (9,2%)	10 (12%)	7 (14,5%)
Мезофиты	9 (33%)	16 (39%)	31 (40,7%)	39 (46,4%)	18 (37,5%)
Мезоксеро- и ксерофиты	–	–	3 (4%)	–	–
Всего	27	41	76	84	48

Озеро Марьино, Водно-болотные угодья (ВБУ) у парка Победы и озеро Харовое располагаются на месте прежнего бывшего обширного Кизического болота, образовались вследствие торфоразработок в 1970-х гг., являются остатком водно-болотных угодий в пойме р. Казанки. Озеро Марьино (малое, неглубокое) расположено между ул. Бондаренко и Короленко, у здания администрации. С 2004 на территории вблизи оз. Марьино проводятся строительные работы, начавшиеся с засыпки около ¼ части озера. В 2014 г. произведено благоустройство озера. Выявлено 76 видов растений (табл. 1, 2). В водоёме развито двухъярусное сообщество гидрофитов. «Водное ядро» состоит из 12 видов. Растительный покров после укрепления склонов восстановился, повысилось количество видов. На естественном склоне у воды распространилось сообщество гигрофитов. В прибрежной части произрастают ксерофиты, это отражает засыпку озера и укрепление берегов песком и галькой, щебнем.

ВБУ у парка Победы находятся между ул. Чуйкова, Мусина, пр. Ямашева и Бондаренко, площадью около 25 га. Это несколько малых, неглубоких озёр, соединённых протоками и заболоченными участками. Было выявлено 84 вида водных и прибрежных травянистых растений. Высокотравные гелофиты местами образуют густые заросли. В зоне уреза воды, на границе копаней разрослись гигрогелофиты (табл. 1, 2).

Озеро Харовое расположено центральной части г. Казани, между улицами Ф. Яруллина и М. Вахитова. С западной части озера располагается заболоченный водоём, ранее относился к озеру. В акватории озера до 2014 г. Отмечалась макроскопическая водоросль *Chara vulgaris* L. Em Wallroth., образуя массовые заросли (Экология..., 2005). В сформированном густом поясе гелофитов доминантом является *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. В образовании пояса принимают участие ещё 4 гелофита, в т. ч. *Typha laxmanii* Lerech (редкий вид, Приложение к Красной книге РТ). Только на выступе берега озера Харовое выявлены единичные заросли *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile. Заросли *Ph. altissimus* достигают до 5 м высоты. Один из высоких экземпляров (перезимовавший сухой стебель 2014г.) вместе с соцветием составляет высотой 5,2 м, длина сухого соцветия 0,45 м, ширина листа 5 см. Был отмечен в Волжско-Камском заповеднике (Бакин, 2005).

Анализ флоры пяти разнотипных городских водоёмов и их побережий проведён по структуре адвентивного и рудерального компонентов (табл. 3). По современным классификациям адвентивных видов (Сосудистые..., 2000) в этой группе видов различаются виды по трём критериям: по времени заноса, способу заноса и по степени натурализации.

Всего отмечалось 8 адвентивных видов, из которых 5 – мезофитов. На ВБУ у парка Победы выявлено 3 вида-адвента, относящиеся к экотипу мезофиты, на территории озёр Комсомольское и Б. Голубое – по 2 адвентивных вида. На территории оз. Марьино выявлено 5 адвентов, из которых один гелофит (*Juncus tenuis* Willd), три мезофита и один ксерофит. Такое количество адвентивных видов по сравнению с другими объектами и наличие ксерофита соответствует силе антропогенного воздействия на территорию и показывает на значительную антропогенную трансформацию. *Phragmites altissimus* отмечается только на выступе берега озера Харовое, является колонофитом, не натурализовался (Нотов, 2005).

Анализ адвентивной флоры по времени заноса (табл. 3) показал преобладание кенофитов. Большая часть из кенофитов натурализовалась во вторичных местообитаниях и продолжает расселяться (эпикофиты). По способу заноса преобладают ксенофиты.

Таблица 3. Структура адвентивного и рудерального компонентов флоры водоёмов

Вид, адвентивная группа	Оз. Б. Голубое	Оз. Комсомольское	Оз. Марьино	ВБУ	Оз. Харовое с водоёмом
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Crong. (кенофит, ксенофит, агриофит)	+		++	+	
<i>Juncus tenuis</i> Willd. (кенофит, ксенофит, колонофит)	++	+	+		
<i>Kochia scoraria</i> (L.) Schrad. (кенофит, ксенофит, эпекофит)			+		
<i>Xanthum strumarium</i> L. (кенофит, ксенофит, эпекофит)			+	++	
<i>Lepidotheca suaveolens</i> Nutt. (кенофит, ксенофит, эпекофит)				+	
<i>Chinichloa crusgalli</i> P. Beauv. (археофит, ксенофит, эпекофит)		++			
<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth. – (кенофит, газофит, эфемерофит)			+		
<i>Phragmites altissimus</i> (Benth.) Nabile (ксенофит, колонофит)					+
Всего по адвент. компоненту, (% от общ. кол-ва видов в водоёме)	2 (7,4)	2 (4,8)	5 (6,6)	3 (3,6)	1 (2)
Рудеральный компонент, (% от общ. кол-ва видов в водоёме)	5 (18,5)	12 (29,2)	24(31,6)	29 (35)	16 (33)

Высокие значения по рудеральному компоненту во флоре наблюдаются для оз. Харовое с заболочиваемым водоёмом, оз. Марьино (31,6%) и ВБУ у парка Победы (35%). Такие показатели могут отражать антропогенное воздействие, в т. ч. использование водных объектов в качестве рекреационной территории. Большое количество рудералов на территории оз. Харовое и оз. Марьино отражает засыпку части площади водоёмов и строительство. Процессы антропогенной трансформации обычны для городских территорий, но сильнее выражены на территории строительства частично засыпанных водоёмов.

Список литературы

- Бакин О. В. Болотоцветник щитовидный (*Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) O. Kuntze; *Menyanthaceae*) в Волжско-Камском заповеднике // Тр. Волжско-Камского гос. природ. заповедника. Казань. 2005. С. 48–53.
- Нотов А. А. Материалы к флоре Тверской области. Ч. 1. Высшие растения. 4-я версия. Тверь, 2005. 156 с.
- Папченко В. Г. О распространении *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile (*Poaceae*) // Рос. Журн. Биол. Инвазий. 2008. № 1. С. 36–41.
- Папченко В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Средней Волги. Ярославль: Изд-во ЦМП МУБиНТ, 2001. 213 с.
- Папченко В. Г., Щербаков А. В., Лапиров А. Г. Основные гидрботанические понятия и сопутствующие им термины // Гидрботаника: методология, методы: Материалы Школы по гидрботанике. Рыбинск, 2003. С. 27–38.
- Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озёр Среднего Поволжья / Под. ред. А.Ф. Алимова, Н.М. Мингазовой. М.: Изд-во Казан. ун-та, 2001. 256 с.
- Щербаков А. В. Классификации жизненных форм и анализ информации по региональным флорам водоёмов // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1994. Т. 99, вып. 2. С. 70–75.
- Экология города Казани. Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2005. 576 с.

О. В. Зеленская
Синантропная флора и растительность каналов рисовых систем
Краснодарского края

Кубанский государственный аграрный университет
350044 Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13. E-mail: zelenskayaolga-2011@mail.ru

Зона рисосеяния Краснодарского края расположена в низовьях реки Кубани. Рис здесь ежегодно выращивается на площади около 130 тыс. га на специально сооружённых ирригационных системах. Эта культура орошаемого земледелия является наиболее водоёмкой, так как слой воды не менее 15 см постоянно поддерживается в течение всей вегетации растений. Время подачи воды обычно приходится на вторую декаду мая, когда среднесуточная температура воздуха составляет не менее 15°C. Вода подаётся из Краснодарского водохранилища по магистральным каналам, далее поступает в каналы-распределители, в оросители, а из них – в чеки. В конце вегетации риса вода отводится по сбросным каналам зарегулированным стоком в Приазовские лиманы. В результате в сбросные каналы и лиманы попадают остатки удобрений и средств защиты растений, применяемых на рисовых полях. Все каналы регулярно очищают от заиления механическим способом, прибрежную растительность выкашивают. Таким образом, изучаемые водные системы испытывают сильные антропогенные нагрузки и подвержены эвтрофикации. Регулярное поступление биогенных элементов с водой из рисовых чеков приводит к массовому развитию растительности на откосах каналов и в их русле, что приводит к замедлению скорости течения воды, заилению, усиливает испарение. Поэтому, прибрежно-водные растения рисовых систем считают сорными и повсеместно используют методы ограничения их численности. При этом не учитывается их ресурсный потенциал и индикаторное значение для определения степени загрязнения окружающей среды.

Объектом исследования была синантропная флора рисовых систем в дельте р. Кубани. Прибрежно-водные растения оросительной сети изучали в 2000–2013 гг. во всех рисосеющих районах Краснодарского края маршрутным методом. Виды растений определяли с помощью определителя высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья И. С. Косенко (1970), названия уточняли по С. К. Черепанову (1995). Жизненные формы растений приведены по А. С. Зернову (2006).

Анализ флоры рисовых систем Краснодарского края выявил наличие 204 видов из 154 родов и 49 семейств сосудистых растений. Непосредственно в каналах отмечено 27 видов растений из 19 родов и 15 семейств. Изучение таксономического состава флоры показало, что растения относятся к двум отделам: *Polypodiophyta* и *Magnoliophyta*. К отделу *Polypodiophyta* принадлежат два вида класса *Polypodiopsida* порядка *Salviniales* – азолла каролинская (*Azolla caroliniana* Willd.) и сальвиния плавающая (*Salvinia natans* (L.) All). Отдел *Magnoliophyta* представлен двумя классами: *Magnoliopsida* и *Liliopsida*. К классу двудольных принадлежат только 3 вида растений: роголистник погруженный, горец земноводный и рогульник азовский. Большинство прибрежно-водных растений относились к классу однодольных – 22 вида (82%) из 10 семейств.

В систематическом спектре ведущих семейств исследованной флоры преобладают семейства *Cyperaceae*, *Potamogetonaceae* (по 4 вида), *Lemnaceae* и *Typhaceae* (по 3 вида), на долю которых приходится 52%. Семейства *Alismataceae* и *Poaceae* содержат по 2 вида, остальные семейства представлены только одним видом.

Подавляющее большинство изученных прибрежно-водных растений (93%) – представители аборигенной флоры дельты р. Кубани. Анализ флоры и растительности ериков и лиманов Приазовья выявил аналогичный видовой состав прибрежно-водных растений как в природных условиях, так и на рисовых системах. Доминирующим видом в плавневой зоне Краснодарского края является тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.). По берегам водоёмов обычны его ассоциации с рогозом широколистным (*Typha latifolia* L.) и узколистным (*T. angustifolia* L.), камышом озёрным (*Scirpus lacustris* L.) и двукисточником тростниковым (*Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert.). Очень редко встречаются куртины ежеголовника (*Sparganium erectum* L.). На берегах каналов рисовых систем эти высокорослые растения выкашивают, выжигают и подвергают химической прополке. Последние два приёма недопустимы, так как оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Учитывая, что эти растения имеют кормовую и техническую ценность, необходимо регулярно скашивать их в определённую фазу вегетации и рационально использовать в смежных отраслях сельского хозяйства.

Лиманы дельты Кубани отличаются богатством погруженной в воду растительности, состоящей из видов рдеста, урути, валлиснерии, роголистника и др. (Тильба, 1981). В каналах рисовых сис-

тем обнаружено 4 вида рдеста: курчавый, плавающий, гребенчатый, пронзеннолистный. Но наиболее распространён роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum* L.), образующий заросли.

Из плавающих растений часто встречаются сальвиния и ряска, и прежде всего ряска малая (*Lemna minor* L.). Это растение можно использовать как биоиндикатор состояния водоёма. *Salvinia natans* (L.) All очень редко встречается в природных водоёмах плавневой зоны. В каналах же рисовых систем, особенно в санитарных зонах населённых пунктов, где запрещены авиаобработки посевов риса, она широко распространена. Площадь проективного покрытия водной поверхности некоторых сбросных каналов сальвинией составляет 100%, что негативно сказывается на их гидрохимическом режиме.

Адвентивная фракция флоры представлена только двумя видами сосудистых растений: азоллой каролинской и рогозом Лаксмана (*Typha laxmannii* Lepesch.). Азолла – адвентивный вид североамериканского происхождения из группы эргазиофитов. Она была интродуцирована на рисовые поля экспериментального орошаемого участка (ЭОУ) ВНИИ риса (пос. Белозерный) в качестве зелёного удобрения, но широкого распространения не получила из-за несоответствия экологических требований растения и климатических условий Краснодарского края. По мнению некоторых авторов, азолла относится к так называемым «беглецам из культуры» (Зернов, 2006). Наши наблюдения подтверждают способность азоллы расселяться как в агроэкосистемах, так и в естественных местообитаниях. С 2009 г. Она была отмечена в чеках и каналах ЭОУ ВНИИ риса (пос. Белозерный) и на рисовой системе АФ «Россия» (станция Новомышастовская), а в 2012-2013 гг. в сбросных каналах и рисовых чеках в окрестностях станций Марьянской Красноармейского района и Новониколаевской Калининского района Краснодарского края. Кроме того, азолла ежегодно регистрировалась и за пределами рисовых систем в каналах вдоль дорог Красноармейского района в сообществе с *Spirodela polyrhiza* L. и *Lemna trisulca* L. Однако широкое внедрение азоллы в естественные сообщества в ближайшее время маловероятно, так как на Кубани с периодичностью в 5–7 лет бывают суровые зимы, когда температура опускается до минус 20°C, что губительно для этого теплолюбивого тропического растения.

Рогоз Лаксмана – кенофит южноазиатского происхождения. По способу заноса – эргазиофит. По степени натурализации – агриофит, так как растения устойчиво возобновляются не только в антропогенно нарушенных местах обитания (например, по берегам каналов и дренажам рисовых систем), но и в природных экосистемах – по берегам рек плавневой зоны Краснодарского края и лиманам. По сравнению с аборигенными видами – рогозом широколистным и узколистным – встречается значительно реже. Отмечен на рисовых системах Красноармейского и Крымского районов, образует куртины.

В спектре жизненных форм значительно преобладают многолетние травянистые растения – 25 видов (93%). Крптофиты, почки возобновления которых находятся в иле или в воде, составляют 82%: гелофиты представлены 14 видами (52%), гидрофиты – 8. Следующая по численности группа в спектре жизненных форм – гемикрптофиты – 11%. Терофиты составляют всего 7%, что характерно и для природных водоёмов плавневой зоны.

Экологическая структура синантропной флоры определяется совокупностью многих факторов, среди которых ведущую роль играют гидрологические условия и количество растворённых в воде биогенных элементов. По отношению к влажности почвы в равной степени представлены гидрофиты и гигрофиты с широкой экологической амплитудой – 13 и 14 видов соответственно. Прибрежно-водные растения рисовых систем требовательны к почвенному плодородию и к наличию растворённых в воде питательных веществ, все они являются эвтрофами. Однако некоторые из них – 37% – в природных условиях менее требовательны к богатству почв и могут проявлять себя как мезотрофы. Рис возделывают и на засоленных землях, поэтому такие широко распространённые прибрежные растения как тростник и клубнекамыш приморский (*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla) являются солевыносливыми – галофитами. По отношению к свету большинство изученных нами видов (81%) – гелиофиты, остальные менее требовательны к интенсивности освещения. Как правило, это погруженные в воду растения.

В составе синантропной флоры каналов рисовых систем отмечено наличие кормовых, технических, лекарственных и декоративных растений. Например, представители семейств *Lemnaceae*, *Potamogetonaceae* являются кормовыми растениями для водоплавающей птицы, а семейств *Poaceae* и *Superaceae* – для крупного рогатого скота. Техническую ценность имеют многие прибрежно-водные растения: тростник, рогозы, сусак зонтичный (*Butomus umbellatus* L.) и др. Папоротники азолла и сальвиния используются как декоративные растения в аквариумистике, а сусак и ирис (*Iris pseudacorus* L.) – в оформлении прудов. Ирис ложноаирный имеет ещё и лекарственное значение, это

растение-медонос, также как и горец земноводный (*Persicaria amphibia* (L.) S. F. Gray), и виды рода *Alisma*.

Изучение синантропной флоры каналов выявило два вида растений, подлежащих охране на региональном уровне: водокрас лягушачий (*Hydrocharis morsus-ranae* L.) и рогульник азовский, или чилим (*Trapa maotica* Woronow). В Краснодарском крае эти растения обитают в стоячих и слабопроточных водах р. Кубани, в Приазовских плавнях. Иногда образуют обширные заросли. Чилим был отмечен в 2009 г. только в водном местообитании пригородной зоны г. Краснодара и после механической очистки канала больше не регистрировался. Водокрас, напротив, отмечался ежегодно в каналах разных рисосеющих хозяйств, причём численность его популяций возрастала. По нашему мнению это связано с изменением ассортимента средств защиты растений на рисовых полях и отзывчивостью растения на высокое содержание растворенных в воде биогенных элементов.

Анализ синантропной флоры каналов рисовых систем выявил преобладание представителей местной флоры, характерной для Приазовских плавней, а также наличие в её составе хозяйственно-ценных видов растений.

Список литературы

- Зернов А. С. Флора Северо-Западного Кавказа. М.: Издательство научных изданий КМК, 2006. 664 с.
Косенко И. С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. М.: Колос, 1970. 613 с.
Тильба А. П. Растительность Краснодарского края. Краснодар: Изд-во Кубанского государственного университета, 1981. 84 с.
Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья. 1995. 992 с.

Л. Н. Зуб

Оценка рекреационной трансформации растительного покрова олиго-мезотрофного водоёма с использованием методов ДЗЗ

Институт эволюционной экологии НАН Украины
03143 Украина, г. Киев, ул. акад. Лебедева, 37. E-mail: lesyazub@yandex.ru

Исследования любых изменений, происходящие в экосистемах, подразумевают временной сравнительный анализ. Среди современных методов построения рядов ретроспективных сравнений наиболее эффективными являются методы, основанные на использовании данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Особенно актуальным является использование результатов дистанционного мониторинга в случае изучения крупных природных объектов, для которых проводить регулярные полевые наблюдения сложно и затратно. В наши задачи входило оценить долговременное влияние рекреационной нагрузки на экосистему самого крупного пресноводного водоёма Украины – оз. Свитязь (расположено в Северо-Западном Полесье на границе с Польшей и Беларусью). Высокое качество воды (водоём оценивается как олиго-мезотрофный (Оксиук и др., 1997)), значительная мелководная зона, песчаные пляжи и расположение на территории Шацкого Национального природного парка сделали оз. Свитязь излюбленным объектом рекреации. Современная рекреационная нагрузка на экосистему водоёма и его побережий, за ежегодными отчётами Шацкого НПП, составляет более 100 тыс. рекреантов (5–6 тыс. чел./сутки) и наблюдается тенденция к увеличению числа отдыхающих.

Существующие антропогенные нагрузки сказываются на всех биотических компонентах экосистемы водоёма, в том числе и на сообществах макрофитов, за счёт фотосинтезирующей деятельности которых развиваются продукционные системы водоёма. Именно поэтому любая трансформация/деградация его фитали может повлечь за собой перестройку всей экосистемы (Карпова, Зуб, 2003). При таких условиях, для сохранения природного статуса водоёма, площадь и структура фитали должны оставаться постоянными, а любые изменения (даже минимальные) будут служить индикаторами нарушений сбалансированных природных процессов. Именно поэтому дешифровка космических снимков с целью выявления трансформации площадей и структуры зарослей макрофитов озера будет эффективным методом оценки наличия/отсутствия последствий антропогенного влияния.

Сообщества макрофитов, формирующиеся в оз. Свитязь, занимают достаточно большие территории (23% площади водоёма составляя мелководные биотопы с глубинами до 2 м). Благодаря высокой прозрачности воды (5 м), спецификой фитали оз. Свитязь является распространение зарослей

высших водных растений до глубины 5–7 м (Зуб, Карпова, 2010), а харовых водорослей – до глубин 7–12 м (Борисова и др., 2008).

Для оценки трансформацию растительного покрова была проведена дешифровка космических снимков спутников Landsat TM и ETM+ периода 1988–2010 гг. (12 снимков). Низкая раздельная способность снимков (30 м /пиксель) не позволило нам дешифровать растительность до ценозов ранга ассоциации, и, к сожалению, на глубинах более 3 м.

Анализ общей картины зарастания озера позволил выделить в его границах несколько надфитоценологических уровней сообществ макрофитов, объединённых однородными условиями среды, которые были сведены к пяти экологическим типам (комплексам) растительности, границы которых чётко прослеживались на космических снимках:

- прибрежный комплекс гелофитов – пояс сомкнутых (ПП в ценозах 80–100%) высокотравных гелофитов (сообщества асс. *Phragmito-Caricetum*, *Calistegio-Phragmitetum*, *Thelypteridi-Phragmitetum*, *Lemno-Phragmitetum*, *Typhetum angustifoliae*, *Typhetum latifoliae*) вдоль берегов водоёма на глубине 0–0,5 м;

- мелководный комплекс макрофитов – заросли низкотравных гело- и гидрофитов мозаичной структуры с ПП 80–100% и постоянным присутствием харовых водорослей (ценозы асс. *Charetum fragilis*, *Charetum asperae*, *Chareto-Potametum pectinati*, *Chareto-Potametum graminei*, *Chareto-Eleocharetum palustris*, *Chareto-Scirpetum lacustris*), формирующиеся на обширных песчаных мелководьях глубиной до 1 м;

- растительный комплекс "рекреагенных" мелководный – регрессивная стадия предыдущего типа растительности, возникающая в результате механического вытаптывания мелководий отдыхающими; характерны разреженные (ПП 5–10%) заросли макрофитов, выпадение харовых водорослей или замещение аборигенных видов (*Chara fragilis* Desv. in Loisel) адвентами (*Ch. aspera* C. L. Willdenow); представлены ценозы асс. *Charetum asperae*, *Potametum pectinati*, *Eleocharetum palustris*;

- комплекс литоральных высокотравных гелофитов – уникальные олиготрофные сообщества асс. *Chareto-Phragmitetum*, формирующие прерывистый пояс вдоль всего периметра водоёма на глубинах 1,0–2,0 м с ПП 80–100% (ярус тростников разрежен до 30–40%);

- глубоководный комплекс гидрофитов – сообщества *Chareto-Potametum perfoliati*, *Chareto-Potametum lucentis* с ПП 60–80%, формирующиеся на глубинах более 2 м.

Для всего ретроспективного ряда снимков были обчислены площади, занимаемые указанными типами растительности (Подгородецкая и др., 2010), сравнение которых показали, что за период 1988–2010 гг. произошли существенные изменения в структуре фитали водоёма (рис. 1):

- наблюдается стойкая тенденция к увеличению площадей, занятых зарослями прибрежных гелофитов (с 1988 г. Она увеличилась с 12 до 14% общей площади фитали);

- чётко прослеживается увеличение площадей "рекреагенных" мелководий – с 7% до 10% (если в 1988 г. следы вытаптывания наблюдались на четверти всех мелководных биотопов озера, то сегодня регрессивная стадия уже охватывает половину этих площадей);

- уникальный литоральный комплекс высокотравных гелофитов – индикатор олиготрофных условий – постепенно уменьшается (с 27% в 1988 г. до 22% в 2011 г.).

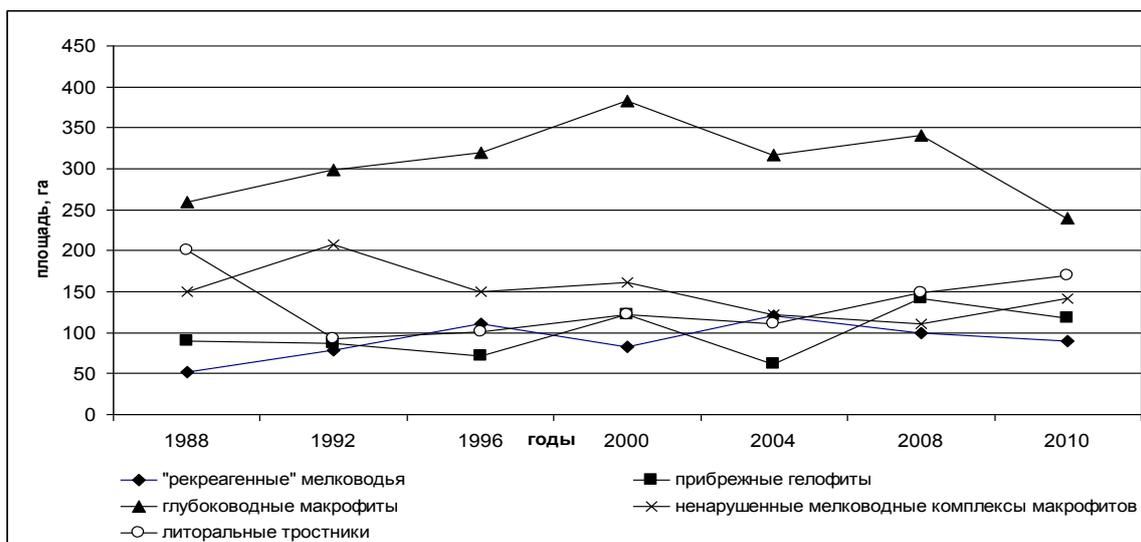


Рис. 1. Изменение площадей выделенных типов растительности для оз. Свитязь по результатам дешифровки данных ДЗЗ.

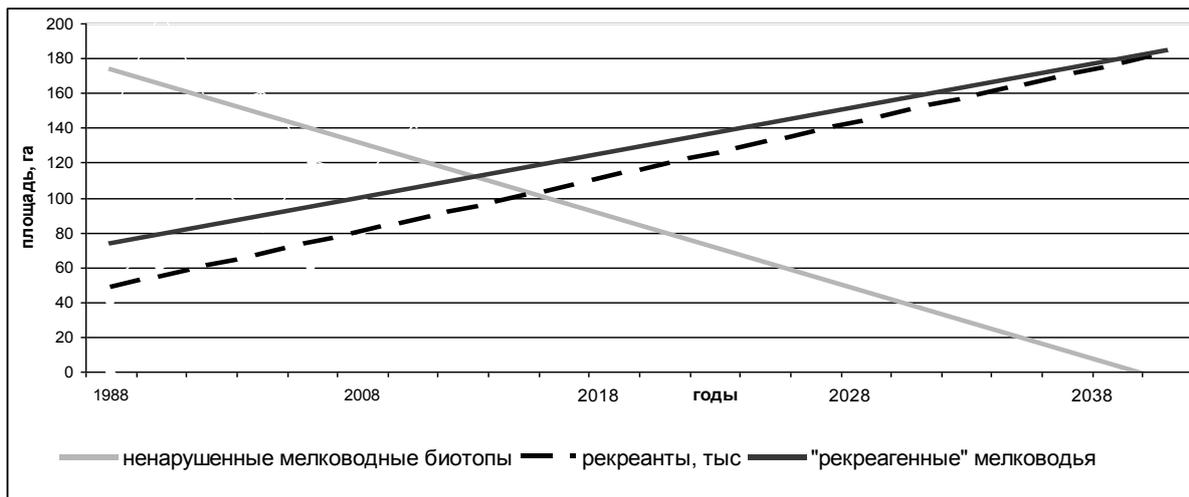


Рис. 2. Прогноз структуры фіталі оз. Світязь на бліжэйшыя 40 лет по результатам дешифровки даных ДЗЗ.

Последствия рекреационного влияния, которые были ещё не столь явными в 80-х гг. прошлого столетия, сегодня очень четко прослеживаются на космических снимках в местах постоянного скопления людей даже визуально (Зуб, 2012).

Анализируя тренды изменения площадей основных типов растительности (рис. 2), отметим, что наблюдается прямая зависимость структуры фитали водоёма от количества рекреантов: при достижении числа последних 75 тыс. чел./год происходит видимое увеличение площадей деградированных биотопов. Число 100 тыс. чел./год уже можно назвать «точкой невозврата» – при такой нагрузке мы наблюдаем полное перераспределение площадей в сторону преобладания эвтрофных и дигрессивных сообществ макрофитов. При условии постоянного и неконтролируемого роста рекреации уже через 40 лет на водоёме все мелководные растительные комплексы будут уничтожены или деградированы.

Анализ изменений структуры и площадей отдельных типов растительности на оз. Світязь (Украина) за результатами дешифровки даных ДЗЗ, позволяет сделать вывод об усилении дегрессивных процессов на мелководьях в результате повышенной рекреационной нагрузки. Сложившаяся картина распределения между основными растительными комплексами свидетельствует о том, что экосистема водоёма сегодня находится на границе своей стойкости и существует реальная угроза изменения его трофического статуса. Наметившиеся тенденции изменений в структуре фитали водоёма свидетельствуют о том, что в ближайшем будущем может значительно понизиться самовосстановительный потенциал водоёма и экологическая стойкости всей экосистем. Дальнейшее освоение рекреационного потенциала оз. Світязь возможно при условии ограничения числа отдыхающих до 70–75 тыс. чел./год.

Список литературы

- Борисова Е. Б., Царенко П. М., Якушенко Д. Н. Современное разнообразие Charales озера Світязь (Шацкий национальный природный парк, Волынское Полесье, Украина) // Альгология. 2008. Т. 18. № 4. С. 449–456.
- Зуб Л. М. Оцінка екологічного стану оз. Світязь за багаторічною динамікою рослинних комплексів аквальных біотопів // Природа Західного Полісся та прилеглих територій, Луцьк, 2012. С. 337–343.
- Зуб Л. Н., Карпова Г. А. Антропогенная трансформация макрофитной флоры и растительности озёр Шацкой группы // Материалы I (VII) Международной конференции по водным макрофитам «Гидробиотаника 2010» (Борок, 9–13 октября 2010 г.). Ярославль: «Принт Хаус», 2010. С. 125–127.
- Карпова Г. А., Зуб Л. Н. Современное состояние макрофитов оз. Світязь (Шацкие озёра, Украина) в условиях нарастающей рекреационной нагрузки // Озёрные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. Минск: Нарыч, 2003. С. 170–172.
- Оксиук О. П., Якушин В. М., Тимченко В. М. Трофо-сапробиологическая характеристика Шпцких озёр // Гидробиол. журн. 1997. Т. 33. № 1. С. 24–35.
- Підгородецька Л. В., Зуб Л. М., Федоровський О. Д. Використання інформації комічного геомоніторингу для оцінки екологічного стану водойм на прикладі озера Світязь // Космічна наука і технологія. 2010. Т. 16. № 4. С. 51–56.

Л. Н. Зуб¹, О. В. Томченко²

Использование космической информации ДЗЗ для изучения зарастания крупного равнинного водохранилища

¹Институт эволюционной экологии НАН Украины, г. Киев
03143 Украина, г. Киев, ул. академика Лебедева, 37. E-mail: lesyazub@yandex.ru

²Центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины
01601 Украина, г. Киев, ул. О. Гончара, 55-б. E-mail: tomch@i.ua

Зарегулирование реки и строительство водохранилища влечёт за собой, с одной стороны, разрушение природных ландшафтов на значительных территориях, с другой – формирование целого ряда новых аквальных комплексов. В случае строительства крупных равнинных водохранилищ оно, зачастую, сопровождается формированием обширной мелководной зоны, площадь которой может достигать десятков тысяч км². Так, в результате строительства каскада днепровских водохранилищ на месте затопленной речной поймы и фрагментов береговых террас образовалось более 130 тыс. га мелководий, на которых началось формирование новых, специфических водно-болотных угодий (ВБУ) достаточно сложной ландшафтной структуры (Зуб и др., 2006).

Наиболее доступной физиономической характеристикой ландшафта, в том числе и аквального, является растительный покров, поскольку в любой ландшафтной структуре выделяются пространственные участки, которым свойственны однородность абиотических факторов и формирование характерного набора фитоценозов. Все разнообразие совокупностей фитоценозов, объединенных исторически и территориально, в свою очередь, можно свести к определённым типам растительности и, соответственно, к типам природно-территориальных комплексов (ПТК), которые могут занимать значительные площади, а их границы чётко прослеживаются на космических снимках (КС). Размеры, форма и связанность таких типов ПТК на большой территории позволяют проводить анализ зарастания и формирования ландшафтного разнообразия крупного искусственного объекта (в нашем случае – водохранилища). Типы ПТК при этом рассматриваются как классификационные единицы при дешифрировании КС и различаются на основе мозаичности растительного покрова, контрастности/яркости изображения и различных свойств отражающих поверхностей (Иванов, Крушина, 2006).

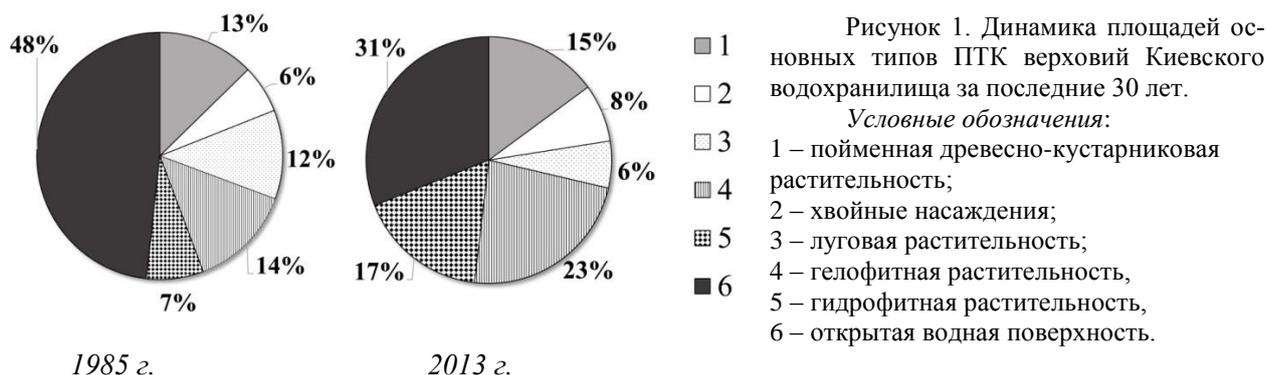
Целью наших исследований стало изучение трансформации ландшафтной структуры крупного равнинного водохранилища на базе анализа изменений, происходящих в структуре его растительного покрова по результатам дешифрирования ретроспективных рядов КС. Как модельный объект были выбраны водно-болотные ландшафты верховий Киевского водохранилища (р. Днепр). Оценка ландшафтного разнообразия проводилась с использованием многоканальной сканерной съёмки Landsat 5,8 за период с 1985 по 2013 гг. После необходимых преобразований снимков в программе Erdas Imagine 9.2 было выполнено дешифрирование КС (методом нейронной классификации) и составление карт типов ПТК.

В итоговом тематическом растре ПТК территории водохранилища за каждый год было выделено 6 типов: хвойные насаждения, пойменная древесно-кустарниковая растительность, луговая, воздушно-водная (гелофитная) и гидрофитная растительности. Как отдельный тип ПТК также была классифицирована открытая водная поверхность. Использование КС с разрешением 30 м/пиксель и малая прозрачность воды в верховьях Киевского водохранилища (0,6–1,3 м, Томченко и др., 2013) не позволили более подробно дешифрировать сообщества высших водных растений (ВВР).

В качестве дешифровочных признаков использовались спектральные яркости отражающих поверхностей выделенных типов ПТК, полученных на основе эталонных участков, заверенных в ходе полевого дешифрирования. Отнесение того или иного исследуемого участка к конкретному типу ПТК производилось путём определения ценотической структуры произрастающих на нем фитоценозов.

Результаты дешифрирования КС верховий Киевского водохранилища за 30-летний период (1985–2013 гг.) показали значительную трансформацию ландшафтной структуры сформировавшихся здесь ВБУ (рис. 1). Эти изменения произошли за счет перераспределения площадей основных типов гидро- и гидроморфных ландшафтов: с одной стороны, наблюдается усиление зарастания мелководий, с другой – постоянное уменьшение площадей незаросших акваторий. Так, за период исследований, площадь заросших гелофитами мелководий увеличилась более чем в 1,5 раза (с 8,2 до 14,0 тыс. га), площадь зарослей гидрофитов – более чем в 2 раза (с 4,5–10,4 тыс. га). Площадь незаросших акваторий уменьшилась более чем на 1/3 (с 29,1 до 18,7 тыс. га). Ежегодно процессы обмеления и зарастания в верховьях водохранилища охватывали приблизительно 350 га новых акваторий, что под-

тверждает представленную ранее нами гипотезу о прохождении в верховьях крупных равнинных водохранилищ процессов вторичного поймообразования (Мальцев, Зуб, 1987; Мальцев, 2010).



Для прогнозной оценки дальнейшей трансформации ВБУ верховий Киевского водохранилища были рассчитаны ландшафтные метрики (Викторов, 1986), описывающие ландшафтную структуру с помощью количественных характеристик разнообразия (площади, формы, линии границ выделенных типов ПТК). В качестве основного аналитического инструмента было использовано ПО Fragstats 4.2 (FRAGSTATS), предназначенное для расчета широкого спектра ландшафтных метрик на основе категориальных карт наземного покрова (в нашем случае карт типов ПТК, полученных в результате дешифрирования КС).

В настоящее время для исследования, мониторинга и оценки ландшафтной структуры разработано значительное количество ландшафтных метрик (McGarigal). Из большого числа показателей, используемых для оценки разнообразия по космическим снимкам (Пузаченко и др., 2002; Nagenda, 2002), были выбраны индекс Шеннона и индекс Симпсона.

Индекс разнообразия Шеннона (*Shannon's Diversity Index – SHDI*) измеряет разнообразие с учётом распространённости и равномерности (формула 1), то есть количества типов выделов в ландшафте (композиционный компонент), и их равномерного распределения в пределах территории исследования (структурный компонент). Его значения равны нулю, если всю территорию занимает только один тип ПТК, соответственно ландшафтное разнообразие отсутствует. Индекс возрастает с увеличением видового богатства и более равномерным распределением ПТК на территории. Результаты расчётов индекса Шеннона для верховий Киевского водохранилища можно представить, как в виде картографического изображения (рис. 2), так и в виде статистических значений (рис. 3).

Так, рисунок 2 демонстрирует увеличение показателя разнообразия в области наиболее интенсивного зарастания водоёма ВВР, а именно в области соединения русел Днепра и Припяти. Визуализация результатов в виде изображения произведена за счёт вычисления "ландшафтных" метрик для скользящего окна 3×3 пикселя (радиус окна в 100 метров).

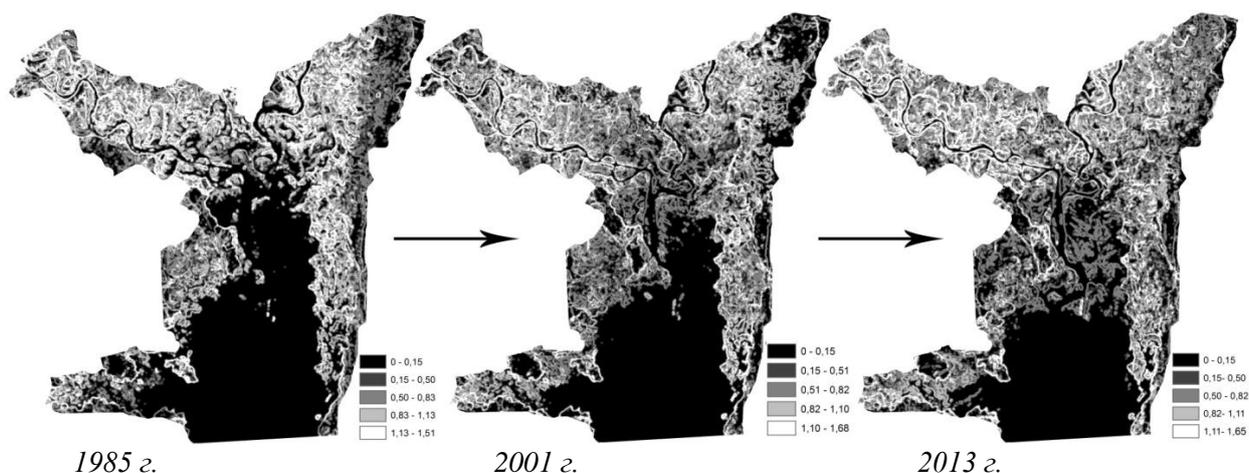


Рис. 2. Распределение значений показателя SHDI

Индекс однородности Симпсона (*Simpson's Evenness Index – SIEI*) – отражает однородность распределения площади среди разных ПТК (формула 2). Чем выше его значение, тем более равномер-

ным будет распределение площадей между разными типами ландшафтов (Мэгарран, 1992). Таким образом, однородность выступает опосредованным признаком доминантности. $SIEI = 0$, когда ландшафт содержит только 1 тип ПТК (означает отсутствие разнообразия), а также приближается 0 когда распределение площади между различными типами ПТК становится все более неравномерным (т.е. доминирует 1 тип). $SIEI = 1$, когда распределение площади между разными типами ПТК равномерное.

$$SHDI = -\sum_{i=1}^m (P_i \ln P_i) \quad (1)$$

$$SIEI = \frac{1 - \sum_{i=1}^m P_i^2}{1 - \left(\frac{1}{m}\right)} \quad (2)$$

P_i – доля ландшафта занята классом i -го типа; m – количество классов ландшафтов

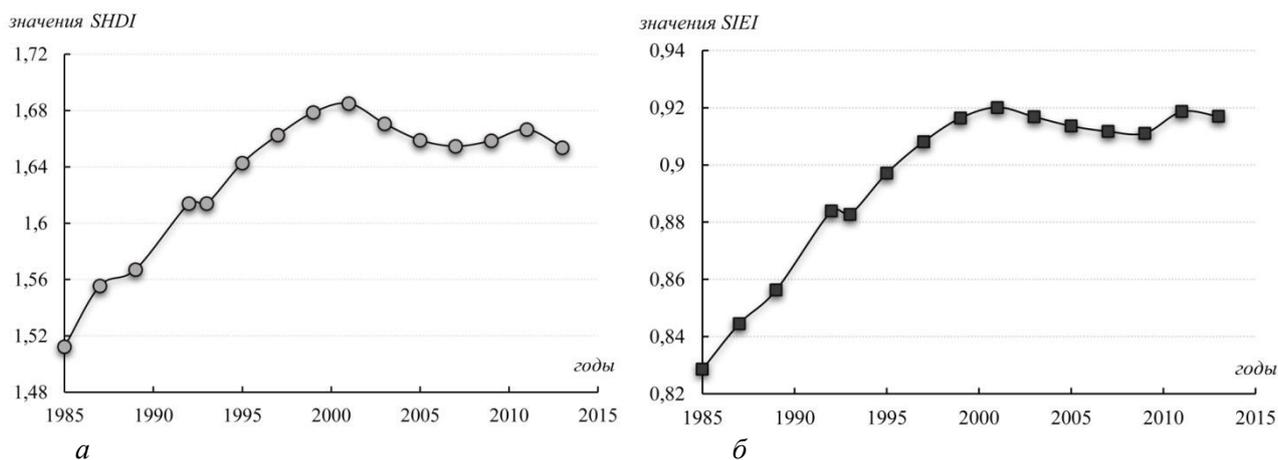


Рис. 3. Значение индексов Шеннона (а) и Симпсона (б) для верховий Киевского водохранилища

Прослеживается высокая степень корреляции между значениями индексов Шеннона и Симпсона ($r = 0,98$). Расчёты указанных индексов показали, что процессы ландшафтопреобразований в верховьях Киевского водохранилища шли путём достижения наибольшего разнообразия, фрагментации доступных для трансформации акваторий и оптимального распределения площадей между разными типами ПТК. Значения индексов свидетельствуют о достижении устойчивого разнообразия типов ПТК и полного распределения площадей между ними в современной структуре ВБУ, что можно интерпретировать как приостановление процессов ландшафтопреобразований. Это позволяет сделать вывод о том, что к 50-му году существования водохранилища произошло полное становление ландшафтной структуры и растительного покрова в его верховьях, а дальнейшие внутренние изменения не будут носить столь стремительного характера. Восстановление вторичной речной поймы на этом участке можно считать завершённым, а ожидаемые в дальнейшем трансформации будут связаны с ходом естественных для пойменных экосистем сукцессий.

Список литературы

- Викторов А. С. Рисунок ландшафта. М.: Мысль, 1986. 180 с.
- Зуб Л. Н., Мальцев В. И., Карпова Г. А. Ландшафтно-ценотическая классификация мелководий днепровских водохранилищ // Материалы VI Всерос. школы-конф. по водным макрофитам «Гидробиотика 2005». Рыбинск, 2006. С. 37–40.
- Иванов А. Н., Крушина Ю. В. Ландшафтное разнообразие и методы его измерения // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. С. 99–102.
- Мальцев В. И. Динамика зарастания Киевского, Каневского и Каховского водохранилищ полупогруженными макрофитами // Материалы I (VII) Международной конференции по водным макрофитам «Гидробиотика 2010» (Борок, 9–13 октября 2010 г.). Ярославль: «Принт Хаус», 2010. С. 205–207.
- Мальцев В. И., Зуб Л. Н. Роль зарастания в процессах развития речной дельты в крупном равнинном водохранилище (на примере Каховского водохранилища) // Влияние водохранилищ на водно-земельные ресурсы. Пермь, 1987. С. 96–97.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184с.
- Пузаченко Ю. Г., Дьяконов К. Н., Алещенко Г. М. Разнообразие ландшафта и методы его измерения // География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во НУМЦ, 2002. С. 143–302.
- Тімченко В. М., Линник П. М., Холодько О. П., Беляев В. В., Вандюк Н. С., Гуляева О. О., Жежеря В. А. Абіотичні компоненти екосистеми Київського водосховища. Київ: Логос, 2013. 60 с.

FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. [Электр. ресурс] – Режим доступа: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

Grossberg S. 1974. Classical and instrumental learning by neural networks //Progress in theoretical biology. Vol. 3. New York: Academic Press, 1974. P. 51–141.

McGarigal K. FRAGSTATS: Spatial Analysis Program for Quantifying Landscape Structure [Электр. ресурс] Режим доступа: <http://iale.org.uk/files/pdfs/What-is-Fragstats.pdf>

Nagendra H. Opposite trends in response for the Shannon and Simpson indices of landscape diversity // Applied Geogr. 2002. Vol. 22. P. 175–185.

Н. В. Зуева, А. И. Вельгоша, Ю. А. Зуев

Видовой состав макрофитов заливов Валаамского архипелага

Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ)

Санкт-Петербург, пр. Малоохтинский, 98. E-mail: nady.zuyeva@ya.ru

По характеру зарастания литоральная зона Ладожского озера подразделяется на геоботанические районы. Валаамский архипелаг относится к шхерному району, комплексные исследования водной растительности которого проводились под руководством д.б.н. И. М. Распопова (1961, 1968, 1985, 2011 и др.) в институте Озероведения РАН. В настоящее время, изучение макрофитов заливов Валаамского архипелага Ладожского озера также ведётся на учебно-научной станции РГГМУ «Валаам».

Начиная с 2011 по 2015 год, в июле и августе, периоде максимального развития макрофитов, были обследованы заливы северо-западной и юго-восточной частей Валаамского архипелага. Исследования проводились, в том числе с использованием водолазного оборудования, что дало возможность проследить изменение характера зарастания по глубине, от уреза воды до внешних границ растительных группировок. В данную работу включены данные о 5 заливах и бухтах. Заливы Невод, Мельничный и Дивная бухта расположены в юго-восточной части архипелага, бухта Малая Никоновская и залив Естественной протоки – в северо-западной.

Таксономический список макрофитов изученных заливов складывается из 55 видов растений (таблица), относящихся к 5 отделам. Большую часть из них (93 %) составляют представители отдела *Magnoliophyta*, причём на долю *Magnolipsida* приходится 30 видов (69 %), а *Liliopsida* – 21 вид (38 %). Кроме цветковых, в списке присутствует по 1 виду растений из отделов: *Charophyta*, *Bryophyta*, *Equisetophyta* и *Lycopodiophyta*.

Наибольшее видовое богатство и разнообразие макрофитов присуще заливу Естественной протоки и бухте Малой Никоновской. Число видов в каждом из них насчитывает 36, а индекс Шеннона составляет 5,1 и 5,0 соответственно, что не удивительно, так как это две самые крупные акватории из обследованных. В бухте Дивной было зафиксировано минимальное число видов – 18 и относительно низкое видовое разнообразие (4,1 бит), хотя она глубоко врывается в сушу и имеет сложную форму с плёсами и кутами, благоприятную для развития водных растений. В заливах Невод и Мельничном количество видов не превышает 30.

Общими для исследованных заливов оказались 9 видов макрофитов. Значения индекса сходства Жаккара при сравнении всех акваторий изменялись 0,4 до 0,6, то есть сходство их достаточно велико. Максимальное значение подобия наблюдается для близко расположенных заливов Невод и Мельничный.

Гигрофиты лидируют по количеству видов, их 20, следующая группа – истинно-водные (гидрофиты), включает 16 видов. Остальные 19 видов – это гигрогелофиты и гелофиты. Надо отметить, что 3 гидрофита обнаруженные в течение работ, ранее для этого района не отмечались. Это *Callitriche sophocarpa*, *Muriophyllum alterniflorum* и *Nuphar lutea*.

В заключение, хочется отметить, что подробные работы, проведённые в бухте Малая Никоновская в 2015 г. с использованием водолазного оборудования, позволили выяснить нижнюю границу зоны обитания макрофитов в этом заливе. Так, представители вида *Elodea canadensis* встречаются до глубины 10 метров, а отдельные водоросли рода *Nitella* – до 12 метров.

Таблица 1. Таксономический список макрофитов изученных заливов

№	Таксон	бухта Дивная	залив Ест. протоки	залив Невод	залив Мель- ничный	бухта М. Нико- новская
1	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+	+	+	.	+
2	<i>Batrachium peltatum</i> (Schrank) Bercht. & J. Presl	+	+	+	.	+
3	<i>Calamagrostis canescens</i> (Web.) Roth	.	+	.	.	+
4	<i>C. neglecta</i> (Ehrh.)	.	+	.	.	.
5	<i>Callitriche cophocarpa</i> Sendtn.	.	.	.	.	+
6	<i>C. hermaphroditica</i> L.	.	.	.	.	+
7	<i>Caltha palustris</i> L.	+	+	+	+	+
8	<i>Cardamine amara</i> L.	.	+	.	.	.
9	<i>Carex acuta</i> L.	+	+	+	+	+
10	<i>C. vesicaria</i> L.	.	+	+	+	+
11	<i>Cicuta virosa</i> L.	.	+	+	+	.
12	<i>Comarum palustre</i> L.	.	+	.	.	+
13	<i>Drosera anglica</i> Huds.	.	.	+	.	.
14	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schult.	.	.	.	.	+
15	<i>E. palustris</i> (L.) Roemer et Schultes.	+	+	+	+	+
16	<i>Elodea canadensis</i> Michx	+	+	.	+	+
17	<i>Epilobium palustre</i> L.	.	.	+	.	+
18	<i>Equisetum fluviatile</i> L.	.	+	+	+	+
19	<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw	.	+	.	+	+
20	<i>Galium trifidum</i> L.	.	+	+	+	+
21	<i>G. palustre</i> L.	.	+	.	.	.
22	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br	.	.	.	+	+
23	<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	+	.	.	.
24	<i>Isoetes lacustris</i> L.	+	+	.	+	.
25	<i>Juncus balticus</i> Willd.	+	.	.	.	.
26	<i>J. bufonius</i> L.	.	.	.	.	+
27	<i>J. filiformis</i> L.	.	.	.	+	.
28	<i>Lemna minor</i> L.	.	+	.	.	.
29	<i>L. trisulca</i> L.	.	+	+	.	.
30	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	+	+	+	+	+
31	<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	+	+	+	.
32	<i>Mentha aquatica</i> L.	.	+	+	+	.
33	<i>M. arvensis</i> L.	.	.	.	.	+
34	<i>Myosotis palustris</i> L.	+	+	+	+	+
35	<i>Myriophyllum alterniflorum</i> DC.	.	.	.	+	.
36	<i>M. spicatum</i> L.	+	+	.	+	+
37	<i>Naumburgia thyrsoiflora</i> (L.) Rchb.	.	.	.	.	+
38	<i>Nitella</i> sp.	.	.	.	.	+
39	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith	.	.	+	.	.
40	<i>Pedicularis palustris</i> L.	.	+	.	.	+
41	<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert	+	+	+	+	+

№	Таксон	бухта Дивная	залив Ест. протоки	залив Невод	залив Мель- ничный	бухта М. Нико- новская
42	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud	.	+	+	.	.
43	<i>Persicaria amphibia</i> (L.) S. F. Gray	+	+	+	+	+
44	<i>P. minor</i> (Huds.) Opiz	.	.	.	+	+
45	<i>Potamogeton gramineus</i> L.	+	+	+	+	+
46	<i>P. perfoliatus</i> L.	+	+	+	+	+
47	<i>Ranunculus repens</i> L.	.	+	+	+	+
48	<i>R. reptans</i> L.	+	+	+	+	.
49	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	.	.	.	.	+
50	<i>Scutellaria galericulata</i> L.	.	.	+	.	+
51	<i>Sium latifolium</i> L.	.	+	.	.	.
52	<i>Sparganium emersum</i> Rehmman	+	.	+	.	+
53	<i>Stachys palustris</i> L.	.	+	+	.	+
54	<i>Stellaria palustris</i> Retz.	.	+	.	.	.
55	<i>Utricularia intermedia</i> Hayne	.	+	+	+	.

Список литературы

Распопов И. М. Высшая водная растительность шхерного района Ладожского озера // Комплексные исследования шхерной части Ладожского озера. М.-Л., 1961. С. 193–210.

Распопов И. М. Высшая водная растительность Ладожского озера // Растительные ресурсы Ладожского озера. Л., 1968. С. 16–72.

Распопов И. М. Высшая водная растительность больших озёр Северо-Запада СССР. Л., 1985. 200 с.

Распопов И. М. Видовое и ценотическое разнообразие высших водных и прибрежно-водных растений в литоральной зоне Ладожского озера // Литоральная зона Ладожского озера. СПб., 2011. 52–64 с.

И. В. Казанцев¹, С. В. Саксонов², С. А. Сенатор³

Фитосозологическая оценка водно-болотных памятников природы Самарской области

¹Поволжская государственная социально-гуманитарная академия, 443090, г. Самара, ул. Антонова-Овсеенко, д. 26. E-mail: kazantceviv@mail.ru

^{2,3}Институт экологии Волжского бассейна РАН, 445003, Тольятти, ул. Комзина, 10.

²E-mail: sv saxonoff@yandex.ru; ³E-mail: stsenator@yandex.ru

Самарская область – регион, расположенный на юго-востоке Восточно-Европейской равнины в лесостепной и степной зонах. Положение области на стыке природных зон, недостаточное увлажнение на большей её территории, обуславливает особое внимание водно-болотным памятникам природы.

Из 214 памятников природы регионального значения к водно-болотным относятся 62 общей площадью 245,3 км² (0,45% от территории Самарской области). Наибольшую площадь из них занимают устья рек и пойменные участки (158,6 км²), далее следуют заболоченные участки и болота (40,2 км²), озёра (22,8 км²) и истоки рек (16,4 км²), наименьшую площадь занимают родники и источники (7,1 км²).

Интерес представляет фитосозологическая оценка водно-болотных памятников природы, основанная на разработанной авторами статьи методике (Саксонов и др., 2014; Саксонов, Казанцев, 2015). Эта методика базируется на существующих представлениях об основах охраны редких, уникальных и типичных фитоценозов и критериях отбора видов для региональных Красных книг и учитывает степень изученности растительного покрова территории, её демонстрационное (эталонное) значение, ве-

личину занимаемой площади, степень антропоустойчивости растительного покрова, ценоотическое разнообразие, общую численность видового разнообразия сосудистых растений, число видов, включенных в федеральную и региональную Красные книги, степень трансформированности территории и восстановительный потенциал.

Таблица. Значение фитосозологического статуса водно-болотных памятников природы в Самарской области

Показатель (в скобках указано максимально возможное значение и его расшифровка)	Родники и источники	Озёра	Устья рек и пойменные территории	Заболоченные территории и болота	Истоки рек
степень изученности растительного покрова (4 – хорошо изучен)	0,24	1	1,1	2,25	0,8
демонстрационное (эталонное) значение (8 – очень большое)	2,8	14,2	5,0	7,5	5,5
площадь памятника природы (12 – более 300 га)	2,52	6,6	10	8,25	8,6
антропоустойчивость растительного покрова (16 – очень слабая)	1,12	3,4	4	8	5,5
ценоотическое разнообразие (20 – более 4 типов растительности)	2,48	6,4	7,7	7,5	10
общая численность видового разнообразия (24 – более 300 видов)	7,68	14,5	16,3	18	15,75
число видов, занесённых в Красные книги (28 – более 21 вида)	2,52	6,5	6,3	22,75	11,3
степень трансформированности (32 – коренные сообщества)	14,72	20,5	20,3	28	21
восстановительный потенциал (36 – очень слабый)	10,8	14,7	13,9	24,75	18

Максимальным значением фитосозологического статуса в Самарской области обладают заболоченные территории и болота (средний показатель – 127,0 баллов из 176 возможных), далее следуют истоки рек (96,6), устья рек и пойменные территории (85,1), озёра (78,3), наименьшее значение приходится на родники и источники (45,04). В таблице представлены значения показателей указанным группам.

Из таблицы видно, что максимальные значения фитосозологического статуса почти по всем показателям свойственны заболоченным территориям, т.е. среди водно-болотных памятников природы они изучены лучше всего, обладают максимальной численностью видового разнообразия сосудистых растений, в том числе находящихся под охраной, являются коренными сообществами со средней степенью антропоустойчивости растительного покрова, максимально пострадавшими от хозяйственной деятельности и обладающие слабым восстановительным потенциалом. Минимальные значения фитосозологического статуса характерны для родников и источников, которые занимают небольшую площадь, следовательно им свойственно невысокое ценоотическое разнообразие, невысокая численность видового разнообразия и охраняемых видов, растительный покров их изучен слабо, они максимально трансформированы, имеют невысокое эталонное значение, но в то же время им свойственна высокая степень антропоустойчивости и высокий восстановительный потенциал.

Среди водно-болотных памятников природы по совокупному значению фитосозологического статуса особо выделяются такие памятники природы, как «Озеро Молочка» (147 баллов из 176 возможных), «Истоки р. Большой Иргиз» (136), «Муранские озёра» (136), «Моховое болото» (135), «Семь ключей» (131), «Майтуганские солонцы» (126), «Узилово болото» (124), «Гипновое болото» (123) и «Иргизская пойма» (121), остальные ООПТ идут со значительным отрывом.

Среди растений, произрастающих на территории водно-болотных памятников природы Самарской области, особый природоохранный и ботанико-географический интерес представляют следующие виды: *Carex lasiocarpa* Ehrh. (встречается на территории памятников природы Моховое болото, Узилово болото, Гипновое болото), *C. limosa* L. (Моховое болото, Узилово болото), *Cladium mariscus* (L.) Pohl (Озеро Молочка), *Comarum palustre* L. (Александровская пойма, Моховое болото, Узилово болото, Гипновое болото), *Dactylorhiza fuchii* (Druce) Soó (Муранские озёра, Моховое болото, Озеро Молочка), *D. incarnata* (L.) Soó (Озеро Молочка), *D. maculata* (L.) Soó (Озеро Молочка), *Drosera rotundifolia* L. (Моховое болото, Узилово болото), *Epipactis palustris* (L.) Crzntz (Моховое болото, Муранские озёра, Озеро Молочка, Гипновое болото), *Eriophorum gracile* Koch (Моховое болото, Узилово болото), *E. latifolium* Норре (Озеро Молочка), *E. polystachion* L. (Моховое болото, Узилово болото, Гипновое болото), *Herminium monorchis* (L.) R. Br. (Озеро Молочка), *Iris sibirica* L. (Александровская пойма, Заливы острова Тушинский, Устье реки Чапаевки, Иргизская пойма, Самаро-Кинельская стрелка, Подбельские пойменные дубравы), *Lycopodium annotinum* L. (Моховое болото, Узилово болото), *Menyanthes trifoliata* L. (Моховое болото, Узилово болото, Гипновое болото), *Nymphaea candida* J. Presl. (Мастрюковские озёра, Самарское устье, Васильевские острова, Иргизская пойма), *Orchis militaris* L. (Озеро Молочка), *Oxycoccus palustris* Pers. (Моховое болото, Узилово болото), *Salvinia natans* (L.) All. (Васильевские острова, Заливы острова Тушинский, Озеро Яицкое, Самарское устье, Царевщинское озеро, Моховое болото, Узилово болото, Иргизская пойма), *Schenus ferrugineus* L. (Озеро Молочка) и *Sparganium minimum* Wallr. (Моховое болото, Узилово болото, Родник истока р. Съезжей).

Список литературы

- Саксонов С. В., Розенберг А. Г., Сенатор С. А. Фитосозологическая оценка памятников природы Самарской области // Вестн. Самар. гос. экономич. ун-та. Спецвыпуск. 2014. С. 146–153.
- Казанцев И. В., Саксонов С. В. Фитосозологический рейтинг памятников природы регионального значения Самарской области // Изв. Самар. НЦ РАН. 2015. Т. 17, № 2(2). С. 45–54.

Л. В. Канцерова

Разнообразие флоры обводнённых глиняных карьеров Южной Карелии

Институт биологии Карельского научного центра РАН
185910 Россия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11. E-mail: Kancerova.L@mail.ru

На территории Южной Карелии в подзоне средней тайги с 2009 по 2014 гг. нами были исследованы четыре группы обводнённых глиняных карьеров: Сулажгорские карьеры (61°50'51,11" с. ш., 34°13'15,27" в. д.), Соломенские (61°51'13,67" с. ш., 34°18'09,81" в. д.), Сунские (62°07'57,47" с. ш., 34°13'44,72" в. д.) и Бесовецкие (61°51'37,26" с. ш., 34°11'22,12" в. д.). Во время флористических исследований было изучено 85 обводнённых карьеров, в которых выполнено 401 геоботаническое описание. Исследовались сообщества, сформировавшиеся за последние 30–40 лет. Изучение флоры проводилось маршрутным методом, в процессе описания обводнённых карьеров, проводили сбор трудных для определения растений, редких видов сосудистых растений и мохообразных в соответствии с основными правилами гербарного дела (Скворцов, 1977; Гербарное дело, 1995; Лисицына, 2006). Всего собрано около 450 гербарных образцов высших растений, из которых 350 листов сосудистых растений и 100 образцов мохообразных. Таксономия сосудистых растений приводится по А. В. Кравченко (2007), мхов по Ignatov et al. (2006).

В результате изучения флоры обводнённых карьеров установлено, что из 1814 зарегистрированных в Карелии видов сосудистых растений (Кравченко, 2007), в исследованных нами обводнённых карьерах произрастает 184 вида, принадлежащих к 111 родам, 49 семействам, 4 классам и 3 отделам (*Equisetophyta*, *Polypodiophyta* и *Magnoliophyta*). Из изученных видов цветковых растений на долю двудольных приходится 97 видов из 73 родов и 34 семейств, а на долю однодольных – 82 вида из 35 родов и 12 семейств, т. е. по числу видов, родов и семейств двудольные доминируют над однодольными. Наибольшим числом видовых таксонов среди сосудистых растений во флоре обводнённых карьеров, выделяются семейства *Cyperaceae* – 27 видов, *Poaceae* – 23, *Asteraceae* – 13, *Juncaceae* – 11, *Salicaceae*, *Rosaceae* – по 9, *Lamiaceae* – 6, *Apiaceae*, *Caryophyllaceae* – по 5, *Sparganiaceae* – 4. На долю 10 ведущих семейств приходится более половины всего видового состава (около 60%) флоры обводнённых карьеров, что подчёркивает её типично бореальный характер. Семейств, представленных лишь одним видом – 23.

Ввиду большого разнообразия биотопов в пределах района исследования, флора включает значительное число родов – 111, из них 73% (от общего числа родов) представлены всего 1 видом. Наибольшее число видов включает род *Carex*, содержащий 22 вида, *Juncus* – 10 видов, *Salix* – 8, *Calamagrostis* – 5, *Equisetum*, *Sparganium*, *Potamogeton* – по 4, *Cirsium*, *Ranunculus*, *Rumex* – по 3.

Флора обводнённых карьеров состоит из видов, относящихся к различным жизненным формам. По классификации И. Г. Серебрякова (1962): деревьев – 5 видов, кустарников – 16, кустарничков – 1, полукустарников – 1, полукустарничков – 2, травянистых растений – 159 видов (86%), из них преобладают многолетние травы – 148. Резкое преобладание травянистых растений в целом характерно для таёжных флор, так как ведущими семействами в них являются *Superaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae*, и ряд других, не содержащих древовидных форм в бореальной зоне. Биологический спектр жизненных форм по классификации К. Раункиера (Raunkiaer, 1932) представлен: фанерофитов – 19 видов, хамефитов – 5, гемикриптофитов – 97 (53%), криптофитов – 50 (27%), терофитов – 13. Явное преобладание гемикриптофитов характерно для флор таёжной зоны и присуще флоре нарушенных увлажнённых местообитаний Карелии (Канцерова, 2012).

Экологические группы сосудистых растений по фактору увлажнения представлены в основном влаголюбивыми видами (131 вид, 71%), предпочитающие обводнённые и сильно переувлажнённые местообитания. Из них гидрофиты занимают 27%, гигрогидрофиты – 9%, гидрогидрофиты – 5%, гигрофиты – 33%, мезогидрофиты – 12% и гигромезофиты – 14%. Типичных мезофитов и ксеромезофитов, не способных выдерживать длительное подтопление, меньше (29%). Экологические группы сосудистых растений по фактору трофности представлены в основном мезотрофными видами (141 вид, 77%), количество мезоолиготрофных, олигомезотрофных, олиготрофных – 26 видов (14%), евтрофных, евтрофномезотрофных, мезоевтрофных – 17 видов (9%). Основу ценотического спектра флоры сосудистых растений обводнённых карьеров составляют лугово-болотные (45 видов, 24%), водно-болотные (38 видов, 21%) и лесно-болотные (37 видов, 20%) виды, наименьшая роль у водных (23 вида, 13%), луговых (21 вид, 11%) болотных (12 видов, 7%), лесных (8 видов, 4%) растений.

Формирование растительного покрова происходит в основном за счёт активного расселения аборигенных видов растений (173 вида, 94%). Каждый аборигенный вид отнесён к определённой группе апофитов – видов, поселяющихся на испытывающих антропогенную нагрузку местообитаниях и реагирующих на действие антропогенных факторов: а) явно положительно (евапофиты) – 50 видов, 29%, б) умеренно (гемиапофиты) – 71 вид, 41%, в) слабо (олигоапофиты) – 52 вида, 30%. Принадлежность вида к аборигенной или адвентивной фракции и его антропотолерантный статус, а также группы апофитов приводятся в соответствии с оценками А. В. Кравченко (2007).

Также во флоре обводнённых карьеров выявлено 40 видов мхов, относящийся к 13 семействам, 17 родам, что составляет 8% от общей бриофлоры Карелии (Максимов, Бойчук, 2013). Ведущим семейством в таксономическом спектре является семейство *Sphagnaceae*, ведущим родом *Sphagnum* (13 видов). Для данной бриофлоры характерно преобладание бореальных циркумполярных видов, значительное участие «верных» болотам видов, преобладание гигрофитов и евтрофных, мезоевтрофных видов в экологическом спектре, лесно-болотных и водно-болотных видов в фитоценотической структуре, что в целом характерно для таёжных бриофлор. Также во флоре обводнённых карьеров было обнаружено 3 вида печёночников: *Chiloscyphus pallescens* (Ehrh. ex Hoffm.) Dumort., *Plagiochila porelloides* (Torrey ex Nees) Lindenb. и *Ricciocarpos natans* (L.) Corda.

По частоте встречаемости сосудистые растения и мохообразные обводнённых карьеров разбиты на 5 групп:

1. очень часто встречающиеся (отмечены более чем на 81% изученных обводнённых карьерах) – отсутствуют.

2. часто встречающиеся (на 61–80%) – 1 вид – это *Equisetum fluviatile* L., отмечен в 69% обводнённых карьеров.

3. спорадически встречающиеся (41–60%) – 5 видов: *Comarum palustre* L. (60%), *Calla palustris* L. (47%) *Epilobium palustre* L. (42%), *Salix phylicifolia* L. (41%), *Lemna minor* L. (41%).

4. изредка встречающиеся (21–40%) – 12 видов: *Galium palustre* L. (39%), *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. (36%), *Salix myrsinifolia* Salisb. (34%), *Carex rostrata* Stokes. (34%), *Salix cinerea* L. (33%), *Naumburgia thyrsoiflora* (L.) Reichenb. (32%), *Scirpus sylvaticus* L. (28%), *Typha latifolia* L. (26%), *Cicuta virosa* L. (25%), *Calliargon cordifolium* (Hedw.) Kindb. (24%), *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. (23%), *C. neglecta* (Ehrh.) Gaertn., B. Mey. & Scherb. (22%).

5. редко встречающиеся (до 20%) – во флоре обводнённых карьеров они составляют 209 таксонов.

В ходе полевых исследований флоры обводнённых карьеров были обнаружены редкие для Карелии виды сосудистых растений – *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., *Carex pseudocyperus* L., внесённые в Красную книгу Республики Карелии (2007).

Список литературы

- Гербарное дело*. Справочное руководство. Рус. изд. / под ред. Д. Бридсон, Л. Формана. Кью: Королевский бот. сад, 1995. 341 с.
- Канцерова Л. В. Флора увлажнённых местообитаний среднетаёжной Карелии // Изучение, охрана и рациональное использование растительного покрова Арктики и сопредельных территорий. Архангельск: Северный (Арктический) ун-т им. М. В. Ломоносова, 2012. С. 26–28.
- Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 403 с.
- Красная книга Республики Карелия / под ред. Э. В. Ивантера, О. Л. Кузнецова. Петрозаводск: «Карелия», 2007. 368 с.
- Лисицына Л. И. Особенности гербаризации водных растений, работа с коллекциями // Материалы VI Всерос. Школа-конф. по водным макрофитам «Гидрботаника 2005» (пос. Борок, 11–16 октября 2005 г). Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2006. с. 27–33.
- Максимов А. И., Бойчук М. А. Видовое богатство мхов охраняемых территорий Карельской части зелёного пояса Фенноскандии // Зелёный пояс Фенноскандии: Материалы междунар. конф. (Петрозаводск, 7–12 октября 2013 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. С. 146–147.
- Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 277 с.
- Скворцов А. К. Гербарий. Пособие по методике и технике. М.: Наука, 1977. 199 с.
- Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa* 2006. Vol. 15. P. 1–130.
- Raunkiaer C. The Life Forms of Plants and Statistical Geography. Oxford, 1934. 623 p.

Е. А. Кацман

Флора макрофитов реки Таденки и впадающих в неё ручьев (территория Приокско-Террасного государственного природного биосферного заповедника)»

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
119071 Россия, г. Москва, Ленинский проспект, 33. E-mail: elenkz05@gmail.com

Изучение флористического состава сообществ высших водных растений поймы р Таденки проводилось в весенне-летние сезоны 2010–2011 гг., изучение флоры впадающих в реку ручьев – Соколова ручья и ручья Жидовина – летом 2013 г. В данном исследовании рассмотрены травянистые сосудистые водные и околоводные растения, флора мхов в пойме реке Таденки и впадающих в неё ручьев нами практически не исследовалась, поэтому точнее говорить об исследовании флоры высших сосудистых травянистых растений данного водотока. Следует отметить, что исследованные водные объекты и, следовательно, присущая им флора высших сосудистых растений находится под долговременным влиянием средообразующей (строительной, кормодобывающей *et. ct.*) деятельности значительной по численности колонии речного бобра (*Castor fiber* L.), реинтродуцированного в Приокско-Террасном биосферном заповеднике около 60 лет тому назад.

Лесной покров поймы р. Таденки и впадающих ручьев сформирован неморально-нитрофильными черноольшаниками, неморальными дубняками, ельниками, липняками, также имеются участки сфагновых болот и безлесные участки (Атлас..., 2005; Методические..., 2010). Таким образом, травянистый ярус поймы реки в одних случаях формируется под пологом леса, в других на открытых участках. Варьируются и площади участков, занятых водными и околоводными растениями и растением увлажнённых местообитаний: от узкой, менее 1 м шириной полосы вдоль уреза воды до участков пойменного луга шириной до 50 м.

Исследование фитоценозов поймы р. Таденки осуществлялось на протяжении 6 км верхнего, среднего и нижнего течения. Впадающие ручьи были обследованы на протяжении 1,5 км течения для Соколова ручья и 2 км для ручья Жидовина. Путём визуального осмотра, глазомерной оценки и выделения часто встречающихся сообществ были намечены 36 станций с наиболее характерными фитоценозами. В силу особенностей пространственного распределения растительных сообществ провести описание фитоценозов на стандартных пробных площадках площадью 100 м² в соответствии с общепринятой в гидрботанике методикой В. М. Катанской (1981) не представлялось возможным. Поэто-

му для изучения флористического состава, обилия, оценки проективного покрытия использовались пробные площадки площадью 4 м² в соответствии с методикой, предложенной В.Г. Папченковым (2003), на каждой станции обследование проводилось в трёх повторностях (итого было изучено 108 пробных площадок), в ходе флористического обследования был произведён отбор проб для определения биомассы (всего сделано 108 укосов с площадок размером 0,25 м²), в соответствии с общепринятой в гидробиотических исследованиях методикой (Садчиков, Кудряшов, 2005). Для всех укосов определены воздушно-сухая и абсолютно сухая биомассы с целью дальнейшей оценки продуктивности растительных сообществ.

Составлен конспект флоры исследованного водотока с обозначением принадлежности вида к экологической группе по В. Г. Папченкову (1985), оценкой встречаемости и обилия. Видовая принадлежность растений определялась по «Флоре средней полосы Европейской части России» П. Ф. Маевского (2006) и уточнялась по «Флоре водоёмов России» Л. И. Лисицыной и В. Г. Папченкова (2000).

Флора сосудистых травянистых растений Приокско-Террасного заповедника насчитывает 824 вида, принадлежащих к 85 семействам (по сведениям, предоставленным Ю. Д. Нахимовской).

Флора высших сосудистых травянистых водных и прибрежных растений поймы р. Таденки и впадающих в неё ручьев насчитывает 69 видов, принадлежащих к 36 семействам, таким образом составляя 8,14% флоры травянистых сосудистых растений заповедника. Цветковые растения представлены 67 видами из 58 родов 35 семейств и хвощи 2 видами из 1 рода 1 семейства.

Наибольшим количеством родов представлены семейства *Poaceae*, *Ranunculaceae*, *Lamiaceae* (по 5 родов), семейства *Scrophulariaceae* и *Apiaceae* (по 3 рода).

Наибольшим видовым разнообразием характеризуются семейства *Poaceae*, *Cyperaceae* (по 6 видов), *Ranunculaceae* и *Lamiaceae* (по 5 видов). Семейства *Scrophulariaceae* и *Apiaceae* насчитывают по 3 вида.

Наибольшее количество видов насчитывает род *Carex* (3 вида), роды *Persicaria*, *Impatiens*, *Lysimachia*, *Veronica*, *Galium* включают по 2 вида.

Большинство видов флоры принадлежат к экологическим группам гигрофитов и гигромезофитов, объединяющих растения переувлажнённых увлажнённых местообитаний.

В водотоках очень скудно представлены гидрофиты: кроме того, что присутствует небольшое количество видов, ни один из них, за исключением *Lemna minor* не характеризуется высокими показателями обилия и встречаемости. Также невелико количество видов растений-гелофитов, но такие виды как *Typha latifolia* и *Phragmites australis* характеризуются высоким обилием, создавая чистые заросли на довольно обширных площадях. Наибольшее число видов высших водных растений поймы реки Таденки и впадающих в неё ручьев относятся группам гигрогелофитов, гигрофитов и гигромезофитов. Самые массовые виды: *Urtica dioica* – гигромезофит и *Filipendula ulmaria* – гигрофит. Кроме того, следует отметить присутствие в описанных фитоценозах некоторого количества мезофитов с низкими показателями встречаемости и обилия.

Из анализа данных о биомассе макрофитов следует, что разброс её значений достаточно велик в различных растительных ассоциациях.

Кроме того, отмечается, что, несмотря на более комфортные температурные условия лета 2011 и 2013 гг. по сравнению с засушливым и пожароопасным летом 2010 г., биомассы основного числа ассоциаций макрофитов продолжают быть низкими и средненизкими, а в некоторых случаях величины в сообществах ниже достигнутых в 2010 г. что возможно объясняется отрицательным воздействием критических температур лета 2010 г. на дальнейшее возобновление растений.

В целом, изученные пойменные и русловые участки р. Таденки и впадающих в неё ручьев характеризуются мозаичностью растительного покрова, разнообразием различных фитоценозов, сосредоточенных на сравнительно небольшом пространстве. В верхнем течении реки, под покровом черноольшаника, проективное покрытие травостоя невысоко, узкой полосой вдоль уреза воды представлены осочники, довольно часто встречаются мезофиты. По берегам бобровых прудов, также под покровом черноольшаника, встречаются довольно обширные участки, где осоки произрастают в ассоциации с *Impatiens parviflora* и *Impatiens noli-tangere*. В нескольких местах по берегам прудов вне лесного полога имеются крупные участки, занятые чистыми зарослями *Phragmites australis*. В среднем течении находятся участки поймы, занятые практически чистыми зарослями *Sparganium erectum* и *Scirpus sylvaticus*, перемежаются с участками поймы, зарастающей *Urtica dioica* и *Filipendula ulmaria*, покрывающими значительные площади от уреза воды до склона берега. В нижнем течении реки расположен искусственный пруд, по берегам которого произрастает на значительной площади разреженный рогозник в ассоциации с хвощами и осоками. В целом и для водотоков, и для пойменных прудов различной величины отмечается очень низкая, практически нулевая степень зарастания

водными растениями, и в большей степени развитыми фитоценозами, слагаемыми растениями переувлажнённых и влажных местообитаний.

Неоднородность, разнообразие фитоценозов, образуемых травянистыми сосудистыми растениями в пойме реки Таденки, впадающих в неё Соколова ручья и ручья Жидовина, возможно, связаны с долговременным влиянием строительной и кормодобывающей деятельности речного бобра, оказывающей воздействие на ход сукцессии в растительных сообществах.

Список литературы

- Атлас* Приокско-Террасного заповедника. / Ред. М. В. Бобровский, М. Н. Брынских. Пущино: Биопресс 2005. 63 с.
- Методические* подходы к экологической оценке лесного покрова в бассейне малой реки / Л. Б. Заугольнова, Т. Ю. Браславская (отв. ред.). М.: Тов-во науч. изд. КМК 2010. 383 с.
- Катанская В. М.* Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Л.: Наука, 1981. 188 с.
- Лисицына Л. И., Папченков В. Г.* Флора водоёмов России. Определитель сосудистых растений. М.: Наука, 2000. 237 с.
- Маевский П. Ф.* Флора средней полосы Европейской части России. 10-е изд. М.: Тов-во. науч. изд. КМК. 2006. 600 с.
- Папченков В. Г.* О классификации макрофитов водоёмов и водной растительности // *Экология* 1985. № 6. С. 8–13.
- Папченков В. Г.* Картирование растительности водоёмов и водотоков. / *Гидробиотаника: методология, методы: Материалы школы по гидробиотанике.* Рыбинск: Рыбинский дом печати, 2003. С. 132–136.
- Садчиков А. П., Кудряшов М. А.* Гидробиотаника: Прибрежно-водная растительность. М.: Academia, 2005. 240 с.

Л. М. Киприянова¹, Л. А. Долматова¹, Б. Б. Базарова², Б. Б. Найданов³ К экологии представителей рода *Stuckenia* (*Potamogetonaceae*) в озёрах Сибири

¹ Институт водных и экологических проблем СО РАН

656038 Россия, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1. E-mail: kprg@iwerp.nsc.ru

² Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН

672014 Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а, а/я 521. E-mail: BazarovaBB@yandex.ru

³ Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН

670047 Россия, г. Улан-Удэ, Сахьяновой, 6

Несмотря на то, что представители рода *Stuckenia* Börner (*Potamogeton* L. подрод *Coleogeton* (Reichenb.) Raunk.) являются массовыми видами в водных объектах Сибири (Киприянова, 2007), информации по их распространению и экологии в регионе относительно немного (Свириденко, 2000; Киприянова, 2007; Зиновьева, Дурникин, 2012; Cherinoga et al., 2013).

Целью данной работы является уточнение распространения и экологии *Stuckenia chakassiensis* в Сибири, а также изучение экологических особенностей и ареалов других представителей рода *Stuckenia* (*Stuckenia pectinata* (L.) Börner, *Stuckenia macrocarpa* (Dobroch.) Tzvelev), *Stuckenia vaginata* (Turcz.) Holub.) в солоноватых и солёных озёрах Сибири.

В июле–августе 2014 г. было исследовано более 60 озёр с повышенной минерализацией на территории Сибири: 23 водных объекта в Алтайском крае, 17 – в Забайкальском крае, и 23 – в Республике Бурятия. Собрано более 500 листов гербария. Отобрано и проанализировано более 40 гидрохимических проб на ионный состав и содержание биогенных веществ. Параллельно со сбором гидрохимических данных были определены основные параметры в поверхностном слое воды: физические (глубина, прозрачность, температура, pH) и химические (минерализация, ионный состав, содержание биогенных веществ).

Выявлено, что в солоноватых и солёных озёрах центральной и восточной частей российского ареала *Stuckenia* произрастает, как правило, *Stuckenia chakassiensis*, а не *Stuckenia pectinata*, как указывалось ранее во всех флористических и фитоценологических работах. Таким образом, показано, что ареал этого интересного и пока ещё недостаточно изученного таксона в пределах российской части его ареала существенно простирается на восток.

Озера Бурятии и Забайкалья в основной своей массе относятся к содовым озёрам. Водородный показатель воды этих озёр также высокий, т.е. среда щелочная. Наблюдались высокие концентрации фосфатного фосфора и аммонийного азота. Жёсткость воды солоноватых озёр Бурятии и Забайкалья,

как правило, ниже, чем в озёрах Алтайского края. Из тридцати семи посещённых озёр Забайкалья штукения хакасская обнаружена в двадцати двух. *Stuckenia chakassiensis* не была отмечена в пресных, а только в солоноватых (олиго- и мезогалинных) водах. По классификации О. А. Алекина (1953) большинство водоёмов с рдестом хакасским были гидрокарбонатно-натриевыми (озера Алашун, Ару-Торум, Балыктуй, Нарым-Булак, Нухэ-Нур, Тором (с. Оронгой), Хадатуй, Цаган-Нур (с. Урта-Харгана), гораздо реже относились к другим типам вод – сульфатно-натриевым (оз. Алгинское), гидрокарбонатно-магниевым (оз. Белое (с. Оронгой)), хлоридно-натриевым (оз. Сульфатное). Диапазон галотолерантности штукении хакасской в озёрах Забайкалья составлял 1,112–10,901 г/дм³.

Для *Stuckenia pectinata* (L.) Vörner, солоноватые озера Сибири – не вполне обычные места обитаний, поскольку этот вид, как правило, занимает пресноводные экотопы. Тем не менее, в части озёр Забайкалья нами были отмечены рдесты родства рдеста гребенчатого без механической ткани в листьях, что позволяет отнести их к виду *Stuckenia pectinata*. Это один из водоёмов системы пересохшего в настоящее время озера Барун-Торей, а также гидрокарбонатно-натриевое рдестовое озеро рядом с оз. Цаган-Нур (с. Буйлэсан), отделившийся залив оз. Верхнее Белое, водоём системы оз. Камышевое, гидрокарбонатно-кальциево-магниевое оз. Круглое. Диапазон галотолерантности штукении гребенчатой в озёрах Забайкалья составлял 0,160–6,253 г/дм³.

В озёрах Забайкалья *Stuckenia vaginata* была отмечена нами в пресных и солоноватых (олигогалинных) водах (по Венецианской системе, 1958) обследованных водоёмов. По классификации Алекина (1953) большинство озёр со *S. vaginata* относится к гидрокарбонатно-магниевым (озера Тумугуй, безым. оз. западное оз. Тумугуй, оз. Торма, оз. Хулусун). Один раз вид был отмечен в озере с гидрокарбонатно-кальциево-магниевым типом вод (оз. Круглое), а также в сульфатно-натриевом озере Алгинское. Диапазон галотолерантности *S. vaginata* оказался существенно уже, чем у хакасской и гребенчатой.

Показано, что для озёр Алтайского края характерны значения рН=8–10, высокое содержание фосфора фосфатов, аммонийного азота. Показано, что из 23 исследованных озёр Алтайского края, в 15 массово развивается в качестве доминанта растительного покрова штукения хакасская *Stuckenia chakassiensis*, а не гребенчатая, как указывалось во всех гидробиотических работах ранее. Диапазоны произрастания *S. chakassiensis* в Алтайском крае от 0,741 до 18,273 г/дм³, причём в диапазоне 1,633–18,273 г/л она образует сообщества с высокой продуктивностью. В основном озёрами со *S. chakassiensis* являются озера хлоридного класса группы натрия, реже сульфатного класса группы натрия и гидрокарбонатного класса группы натрия. *S. pectinata* произрастает на территории Алтайского края в интервале от 0,689 до 4,161 г/дм³ водах как сульфатного, так и хлоридного классов группы натрия.

Для *Stuckenia macrocarpa* диапазон галотолерантности в Новосибирской области и Алтайском крае составляет 0,300–10,600 г/дм³.

Вполне вероятно, что и в Сибири экологическая толерантность различных популяций штукении гребенчатой различается, как было показано для популяций из пресных и солоноватых вод в Нидерландах (Wijk et al., 1988). Галотолерантность этого таксона достаточно высока, чтобы успешно произрастать в морских водах Балтийского и Средиземноморского регионов с минерализацией до 30 ‰ (Kartrud, 1990, King et al., 2002).

Stuckenia chakassiensis в Новосибирской области произрастала до значений минерализации 48,800 г/дм³ (по сумме ионов), в озёрах Хакасии – до 28,800 г/дм³ (ионометрически, АНИОН-7051). Сравнение с данными других специалистов затруднено в связи с тем, что они не выделяли отдельно *S. chakassiensis*, а писали о галотолерантности рдеста гребенчатого в широком смысле. Так, в озёрах Северного Казахстана *Potamogeton pectinatus* s. l. произрастал в диапазоне 0,2–16,2 г/дм³ (по сумме ионов, Свириденко, 2000), а по данным В. М. Катанской (1970) – до 17,4 г/дм³. В. Чепинога пишет, что диапазон галотолерантности рдеста гребенчатого в Байкальской Сибири составляет от 0,05 до 19,68 г/дм³ (Cherinoga et al., 2013). Т. Hammer (1988) для озёр прерий Канады пишет, что *Potamogeton pectinatus* отмечен до 53 г/дм³ (TFL, total filterable residue).

Поскольку *Stuckenia chakassiensis* растёт в водоёмах с пульсирующим гидрологическим режимом, и гидрохимический состав может меняться весьма существенно, его наличие и присутствие в водоёмах весьма непостоянно. Так, если в 2007–2008 гг. *S. chakassiensis* была отмечена в озере Верхнее Белое (Найданов, 2008) и озере Киран (Республика Бурятия), то в 2014 г. минерализация в нем составляла 14,7 г/дм³ нами в этом озере не было найдено ни одного растения, а только в отшнуровавшемся его заливе с грунтовой подпиткой и минерализацией 1,92 г/дм³. В Забайкальском крае в 2014 г. мы не обнаружили никаких рдестов воз. Зун-Торей (минерализация в 2014 г. составляла 14,25 TDS

г/дм³), Нижний Мукей (минерализация в 2014 г. – 81,36 TDS г/дм³), где они были отмечены ранее (Базарова, 2009).

Таким образом, показано, что в большинстве сибирских озёр с повышенной минерализацией произрастает *Stuckenia chakassiensis*, а не *Stuckenia pectinata* (*Potamogeton pectinatus*), как было указано ранее. Таким образом, ареал этого интересного и пока ещё недостаточно изученного таксона в пределах российской части его ареала существенно простирается на восток. *Stuckenia macrocarpa*, столь обычный в минерализованных водах Западной Сибири вид, в Забайкалье отмечен не был, т.е. его ареал, по-видимому, ограничен в пределах России Западной Сибирью.

Выражаем глубокую признательность Р. Е. Романову (ЦСБС СО РАН) за помощь в проведении экспедиционных работ в Республике Бурятия.

Работы выполнены при поддержке грантов Российского фонда фундаментальных исследований № № 01-04-49893-а, 13-04-02055-а, 13-04-10168-к, 14-04-10164-к.

Список литературы

- Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1953. 109 с.
- Базарова Б. Б. Водные растения солоноватых и солёных озёр // Солоноватые и солёные озера Забайкалья: гидрохимия, биология. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. ун-та, 2009. С.275–282.
- Зиновьева А. Е., Дурникин Д. А. Влияние минерализации и общей жёсткости воды на распределение гидрорифитов в экосистемах (на примере водоёмов юга Обь-Иртышского междуречья) // Изв. Алтайского гос. ун-та. 2012. Т. 3, №1. С. 33–36.
- Катанская В. М. Растительность степных озёр Северного Казахстана и сопредельных с ним территорий // Озёра семиаридной зоны. Л., 1970. С. 92–135.
- Киприянова Л. М. Состав и экология видов рода *Potamogeton* (*Potamogetonaceae*) в лесостепных и степных озёрах Новосибирской области // Бот. журн. 2007. Т. 92, № 11. С. 1706–1716.
- Найданов Б. Б. К экологии *Potamogeton pectinatus* s. l. в солёных озёрах Селенгинского среднегорья // Молодёжь и наука Забайкалья: Материалы молодёжной науч. конф. Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2008. С. 40–42.
- Свириденко Б. Ф. Флора и растительность водоёмов Северного Казахстана. Омск, 2000. 196 с.
- Cherpinoga V. V., Bergmeier E., Rosbakh S. A., Fleckenstein K. M. Classification of aquatic vegetation (*Potametea*) in Baikal Siberia, Russia, and its diversity in a Northern Eurasian context // Phytocoenologia. 2013. Т. 43. № 1–2. P. 127–167.
- Hammer U. T., Heseltine J. M. Aquatic macrophytes in saline lakes of Canadian prairies // Hydrobiologia. 1988. Vol. 158. P. 101–116.
- King R. A., Gornall R. J., Preston C. D., Croft J. M. Population differentiation of *Potamogeton pectinatus* in the Baltic Sea with reference to waterfowl dispersal // Molecular Ecology. 2002. October; 1110. P. 1947–1956.
- Kantrud H. A. Sago pondweed (*Potamogeton pectinatus* L.): A literature review // Fish and Wildlife Resource Publication 176. U.S. Fish and Wildlife Service, 1990. 89 p.
- van Wijk R. J., van Goor E. M. J., Verkley J. A. C. Ecological studies on *Potamogeton pectinatus* L. II. Autecological characteristics, with emphasis on salt tolerance, intraspecific variation and isoenzyme patterns // Aquat. Bot. 1988. Vol. 32. № 3. P. 239–260.

К. А. Кириченко

Возможности использования высших водных растений для биомониторинга экологического состояния водоёмов байкальского региона

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН
664033 Россия, Иркутск, ул. Лермонтова 132. E-mail: kuzma@sifibr.irk.ru

Вода – важнейший из используемых человечеством минеральных ресурсов. Она является основным составным элементом всех живых организмов и биосферы в целом. Увеличение населения, интенсификация промышленного, сельскохозяйственного и бытового водопользования приводит к возрастанию антропогенной нагрузки на экосистемы водоёмов, что стало причиной возникновения дефицита воды во многих регионах мира. Более 1 миллиарда людей не имеют доступа к безопасной воде, а 2,6 миллиарда человек не имеют достаточно воды для обеспечения надлежащей санитарии. Неудовлетворительное качество воды является причиной почти 80% всех заболеваний в мире. Около половины населения Российской Федерации употребляет воду, которая не соответствует нормативам (Данилов-Данильян, Лосев, 2008; Другов, Родин, 2009; Моисеенко, 2009; Фомин, 2010).

В последнее время всё большее влияние на состав воды многих водоёмов оказывают антропогенные факторы. Питьевые воды должны иметь определённые характеристики: они должны быть прозрачны; бесцветны; лишены запаха и неприятного вкуса; в них не должно содержаться болезнетворных микроорганизмов; рН близкий к нейтральному; содержание солей не должно выходить за определённые пределы, чтобы поддерживать функционирование буферной осмотической системы организма. Однако сейчас понятие «качество воды» понимается в более широком смысле. Так, признаётся, что вода должна быть не просто чистой, а ещё и биологически полноценной. Считается, что в такой воде должен содержаться ряд биологически активных веществ (витамины, ферменты, аминокислоты и др.). Условием формирования биологически полноценной воды является устойчиво функционирующая экосистема природных водоёмов. Сочетание абиотических факторов и биоты водоёмов определяет состав природных вод (Телитченко, Остроумов, 1990; Раткович, 2003; Данилов-Данильян, Лосев, 2008; Моисеенко, 2009; Фомин, 2010).

В условиях возрастающего антропогенного загрязнения и потребления воды актуальной становится разработка методов оценки и сохранения, а также восстановления её качества.

Особое значение как крупнейший в мире резервуар качественной питьевой воды приобретает озеро Байкал и его водосборный бассейн. В водоёмах байкальского региона сосредоточены значительные запасы пресных вод, только в озере Байкал содержится до 20% её мировых запасов. Сток воды из озера осуществляется только через реку Ангара. Флора и фауна озера Байкал, его водосборного бассейна и реки Ангара содержат в себе значительное разнообразие эндемичных таксонов, а также ряд широко распространённых видов. При этом гидрохимические и гидрофизические условия Байкала и Ангара характеризуются высоким содержанием кислорода, низкой минерализацией и температурой. Взаимодействие абиотического компонента с уникальной биотой озера Байкал обуславливает высокое качество байкальской воды (Вотинцев, 1961; Kozhova, Izmet'eva, 1998; Ижболдина, 2007; Galazii, 2012).

Контроль качества и рациональное использование природной среды – необходимое условие на современном этапе развития человеческой цивилизации. Разнообразные методы контроля качества окружающей среды особенно активно стали развиваться с середины XX-го столетия, началу их развития и внедрения способствовал рост промышленного производства. В настоящее время в оценке качества среды активно применяются санитарно-гигиенические и токсикологические нормативы (ПДК – предельно допустимые концентрации поллютантов, ПДУ – предельно допустимые уровни воздействия). Данные методы имеют свои недостатки, поэтому в настоящее время разрабатываются и всё шире внедряются в практику методы биологического контроля качества окружающей среды. В качестве тестовых используются гидробионты различных таксономических групп (Телитченко, Остроумов, 1990; Раткович, 2003).

Водоём – сложная экосистема, включающая в себя биоту и неживую часть, которые взаимосвязаны и совместно функционируют. Биотический компонент водоёмов включает в себя организмы различных систематических групп, между которыми складываются сложные взаимоотношения. Высшие водные растения, важнейший компонент водных экосистем, являясь одним из основных первопроизводителей, поставляют вещество и энергию в экосистему водоёма. Они принимают участие в обмене биогенных элементов, самоочищении воды, способны накапливать и трансформировать поллютанты. Водные растения используются для мониторинга экологического состояния водоёмов. Известно, что загрязнение воды сказывается на видовом составе ассоциаций макрофитов, уменьшая их число. Уровень и тип загрязнения также отражаются на морфологическом и физиолого-биохимическом состоянии водных растений. Высшие водные растения используются при биоиндикации и биотестировании состояния водоёмов и для очистки вод от различных типов загрязнения (Лукина, Смирнова, 1988; Ипатова, 2005; Садчиков, Кудряшов, 2005; Кокин, 2012). Исследования водных растений, особенностей их физиологических и биохимических процессов позволяют разработать методы оценки качества и очистки воды.

Высшие водные растения в водоёмах, как правило, образуют густые заросли, которые являются барьером для рассеянных загрязнений, поступающих в водоём частиц минеральных и органических веществ. Фильтрация через заросли водных растений способствует осаждению частиц и увеличению прозрачности воды. Очищение от веществ, содержащих биогенные элементы (углерод, азот, кислород, водород), макроэлементы (фосфор, сера, калий, кальций, магний и др.) и микроэлементы (железо, марганец, медь, цинк и др.), происходит путём их поглощения, трансформации, накопления и включения в метаболизм. Особенно широко используется способность водных растений к поглощению соединений азота и фосфора в процессе борьбы с эвтрификацией (Метейко, 1981; Лукина, Смирнова, 1988; Кокин, 2012).

Высшие водные растения играют важную роль в процессе самоочищения водоёмов от загрязнения различными органическими веществами. Установлено, что водные растения способны ускорять разрушение нефтепродуктов, выделяя кислород и поглощая ингибиторы роста углеводородокисляющих бактерий. Показано, что в присутствии высших водных растений разрушение нефтяных загрязнений может ускоряться в несколько раз. Одним из наиболее токсичных веществ в составе сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий является фенол. Водные макрофиты способны поглощать, аккумулировать и разрушать фенол с помощью фенолооксидаз (Метейко, 1981; Лукина, Смирнова, 1988; Кокин, 2012).

Опасными экотоксикантами являются тяжёлые металлы, металлоиды и радиоактивные элементы. Поступление данных элементов в экосистему водоёмов может быть антропогенным или естественным. В случае естественного, обусловленного геохимическими особенностями конкретной местности, поступления тяжёлых металлов живые организмы обладают выработанными адаптивными механизмами к определённому уровню данных элементов. Накопление тяжёлых металлов, поступающих в водоёмы с промышленными сточными водами, оказывает неблагоприятное воздействие на всё его население. Водные растения способны поглощать такие элементы, как цинк, медь, марганец, кобальт, хром, никель, молибден, стронций, барий, железо, алюминий и др. Часть из них является необходимой для жизнедеятельности организмов, в высоких же концентрациях эти элементы токсичны. Способность извлекать и накапливать такие элементы лежит в основе технологий фиторемедиации загрязнённых вод (Лукина, Смирнова, 1988; Туровцев, Краснов, 2004; Кокин, 2012).

Флора высших водных растений озера Байкал включает 86 видов, относящихся к трём отделам царства растений: 19 видов – Мохообразные, 1 – Плауновидные и 66 видов – Цветковые растения. Пятнадцать видов включены в различные Красные книги. Большая часть высших водных растений Байкала обитает в затишных местах заливов, соров и лагун. Только несколько видов рода *Potamogeton*, *Myriophyllum sibiricum*, *M. spicatum*, *Lemna trisulca*, *Batrachium trichophyllum*, *Elodea canadensis*, *Fontinalis* spp. можно встретить на открытых участках, подверженных волновому воздействию водных масс (Азовский, Чепинога, 2007). Водная флора Усть-Илимского водохранилища реки Ангара насчитывает 102 вида из 60 родов и 39 семейств, из них 99 видов – Цветковые (Ефимов, 2011). Экосистемы озера Байкал, его притоков и реки Ангара имеют ряд гидрологических и биологических особенностей. При разработке методов биологической оценки состояния водоёмов байкальского региона стоит учитывать специфику их биотических и абиотических особенностей.

Список литературы

- Азовский М. Г., Чепинога В. В. Высшие водные растения озера Байкал. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. 157 с.
- Ветров В. А., Кузнецова А. И. Микроэлементы в природных средах региона озера Байкал. Новосибирск: Изд-во СО РАН НИЦ ОИГГИМ, 1997. 234 с.
- Вотинцев К. К. Гидрохимия озера Байкал. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 311 с.
- Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С. Потребление воды: экологический, экономический, социальный и политический аспекты. М.: Наука, 2006. 221 с.
- Другов Ю. С., Родин А. А. Пробоподготовка в экологическом анализе: практическое руководство. М.: ЛабПресс, 2009. 855 с.
- Ефимов Д. Ю. Флора экосистем Усть-Илимского водохранилища. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2011. 166 с.
- Ипатов В. И. Адаптация водных растений к стрессовым абиотическим факторам среды. М.: Графикон-принт, 2005. 224 с.
- Ижболдина Л. А. Атлас и определитель водорослей бентоса и перифитона озера Байкал (мейо- и макрофиты) с краткими очерками по их экологии. Новосибирск: Наука-Центр, 2007. 248 с.
- Кокин К. А. Экология высших водных растений. М.: Издательство Московского университета, 2012. 128 с.
- Лукина Л. Ф., Смирнова Н. Н. Физиология высших водных растений. Киев: Наукова Думка, 1988. 188 с.
- Метейко Т. Я. Метаболиты высших водных растений и их роль в гидробиоценозах // Гидробиол. журн. 1981. Т. 17. № 4. С. 3–14.
- Моисеенко Т. И. Водная экотоксикология: теоретические и прикладные аспекты. М.: Наука, 2009. 400 с.
- Раткович Д. Я. Актуальные проблемы водообеспечения. М.: Наука, 2003. 352 с.
- Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Гидрботаника: Прибрежно-водная растительность: Учебное пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 240 с.
- Телитченко М. М., Остроумов С. А. Введение в проблемы биохимической экологии: Биотехнология, сельское хозяйство, охрана среды. М.: Наука, 1990. 288 с.
- Туровцев В. Д., Краснов В. С. Биоиндикация. Тверь: ТвГУ, 2004. 260 с.

Фомин Г. С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Энциклопедический справочник. М.: Протектор, 2010. 1008 с.

Galazii G. I. Baikal in questions and answers. Irkutsk, 2012. 160 p.

Kozhova O. M., Izmet'eva L. R. Lake Baikal. Evolution and Biodiversity. Leiden, 1998. 447 p.

K. A. Kirichenko

Changes in fatty acid composition of high aquatic plants of Angara river under the influences of cadmium chloride and hyperthermia

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS
664033 Russia, Irkutsk, Lermontova st. 132. E-mail: kuzma@sifibr.irk.ru

High aquatic plants are the most important component of aquatic ecosystems. They take part in the process of exchange of nutrients in self-purification of water, can accumulate and transform organic and inorganic pollutants. Aquatic plants are considered and used as sites for monitoring ecological status of water bodies. Environmental factors influence changes in lipid and fatty acid composition of plant membranes. These changes are reflected in the physiological processes that are associated with membranes. A comparative study of an organism's lipid and fatty acid composition can reveal abnormalities before the appearance of morphological and populational changes (Rozentsvet et al., 1999; Los, 2001; Ipatova, 2005; Vereshchagin, 2005). Studies of aquatic plant physiological and biochemical processes will allow the development of methods for assessing quality and treatment of water. The aim of this study was to investigate and compare relative fatty acid composition of the most widely spread higher aquatic plants of the Angara River under the influences of hyperthermia and cadmium chloride.

Macrophytes, *Elodea canadensis* Michx. и *Myriophyllum spicatum* L., have been gathered at high flow of Angara River on the left shore, using standard hydrobotanical methods. Average water temperature during the collection was between 10 to 12°C. After the collection, plants were washed with tap water to release epiphytes, separated by species, and preserved for 14–30 days in aquaria, using constant aeration and ½ water volume replacement per 2–4 days. Plant water was collected and used from the Angara River. The room temperature in lab was 19–20°C, with a photoperiod of 16 hrs. The light sources were fluorescent phyto-lamps, Sylvania F18W /GRO (Germany) with maximum emission in the red-blue spectrum. The ratio of the red-light to blue-light intensity was 1,42. The intensity of illumination was 1000 lux.

After cultivation in the lab, the experimental group was placed in a solution of cadmium chloride – $\text{CdCl}_2 \times 2,5\text{H}_2\text{O}$ (100 mg/l) for 24 and 48 hrs. In another experiment, the plants were placed in distilled water at 30°C, which was heated and incubated for 24 or 48 hrs. Average probe biomass for analysis, consisting of whole shoots (i.e. stems with leaves), was 1 g. Plants were washed with a soft brush and tap water for removal of epiphytes. Samples of plant material were fixed with liquid nitrogen and ground with porcelain mortar in order to obtain homogeneous mixture. Analysis of fatty acid composition was conducted by methanol-ethers via gas-liquid chromatography and using a chromatographer-mass spectrometer 5973N /6890N MSD /DS Agilent Technologies (USA). Relative content of fatty acids was determined by mass percentage of fatty acids. The index of double bonds (IDB) for degree of fatty acids unsaturation was defined as the summation of mass percentages for each acid multiplied by the number of the double bonds per molecule divided by 100 (Lyons et al. 1964).

The level of statistical significance between the control and the experimental samples were estimated using the Wilcoxon-Mann-Whitney test (Glance, 1997).

Fatty acid content did not change significantly under hyperthermic conditions (30°C) (Table 1). In *E. canadensis* only contents of palmitic (C16:0) and palmitoleic (C16:1) acids decreased significantly over a 48 hr period of hyperthermia. In *M. spicatum*, the palmitoleic (C16:1) acid content decreased. The heneicosanoic (C21:0) acid content decreased in *E. canadensis* to trace quantities. During the 24 hr period of treatment, the content of saturated fatty acid remained close to the control. In contrast, the 48 hr period demonstrated a tendency to decrease observed fatty acids in both *M. spicatum* (20,1 to 16,95%) and *E. canadensis* (24,39 to 23,17%). However, there was not a statistically significant difference with respect to double bond indexes. The content of the fatty acids with an odd number of carbon atoms also did not change.

It has been observed that a temperature of 30°C does not lead to significant changes in fatty acid composition. This temperature is most likely not significant to have an effect on desaturase activity. This may be because there are no significant transitions and changes in molecular mobility of membrane lipids for a temperature range of 20–35°C (Los, 2001).

Table 1. Fatty acids composition (% weight) high aquatic plants after exposition at hyperthermia (30°C)

	<i>M. spicatum</i>			<i>E. canadensis</i>		
	control	30°C, 24 h	30°C, 48 h	control	30°C, 24 h	30°C, 48 h
C14:0	0,34±0,10	0,28±0,02	0,32±0,06	0,48±0,23	0,70±0,58	0,29±0,03
C15:0	0,09±0,02	0,09±0,01	0,10±0,01	0,15±0,04	0,15±0,09	0,11±0,03
C16:0	17,95±2,37	18,55±1,09	15,14±1,03	19,85±1,80	20,83±5,98	17,49±1,37
C17:0	0,23±0,11	0,30±0,07	0,22±0,01	0,56±0,08	0,55±0,10	0,60±0,10
C18:0	1,24±0,70	1,07±0,17	0,96±0,17	2,63±0,77	2,74±0,88	3,77±0,86
C20:0	0,16±0,05	0,15±0,03	0,13±0,05	0,34±0,10	0,22±0,11	0,40±0,07
C21:0	–	–	–	0,13±0,01	–	–
C22:0	0,22±0,07	0,20±0,03	0,21±0,03	0,39±0,14	0,20±0,19	0,47±0,18
∑ C16:1*	0,66±0,13	0,40±0,08	0,33±0,16	1,35±0,78	0,79±0,29	0,33±0,06
∑ C18:1**	2,33±1,01	3,21±0,93	2,52±0,79	1,66±0,73	1,21±0,50	1,10±0,09
C18:2(n-6)	26,22±5,20	31,81±3,99	28,23±3,96	18,58±2,76	19,53±1,78	18,95±1,81
C18:3(n-3)	50,56±7,48	43,70±6,02	51,65±5,84	54,01±4,24	53,15±6,71	56,46±1,47
C20:1(n-11)	0,25±0,09	0,31±0,26	–	–	–	–
DBI	2,07±0,13	1,99±0,10	2,15±0,09	2,02±0,11	2,01±0,22	2,09±0,06
∑ odd	0,32±0,11	0,39±0,08	0,32±0,01	0,80±0,16	2,01±0,22	2,09±0,06
∑ UFA	20,10±3,16	20,59±1,43	16,95±1,25	24,39±2,93	25,33±7,40	23,17±2,49

Arithmetic mean ± standard deviation, n = 7 for control samples, n = 4 for experimental samples; «-» acid is found in trace amounts or it was not detected; * – sum of isomers palmitoleic acid; ** – sum of *cis*-vaccenic and oleic acids. DBI – the double bond index. ∑ odd – sum of acids with odd number carbon atoms. ∑ UFA – sum of unsaturated fatty acids.

Table 2. Fatty acids composition (% weight) high aquatic plants after exposition in solution of cadmium chloride (100 mg /l)

	<i>M. spicatum</i>			<i>E. canadensis</i>		
	control	CdCl ₂ , 24h	CdCl ₂ , 48h	control	CdCl ₂ , 24h	CdCl ₂ , 48h
C14:0	0,34±0,10	0,52±0,11	0,37±0,06	0,48±0,23	0,62±0,14	0,80±0,04
C15:0	0,09±0,02	0,18±0,05	0,13±0,03	0,15±0,04	0,31±0,09	0,58±0,06
C16:0	17,95±2,37	18,28±2,77	16,62±1,81	19,85±1,80	22,22±2,91	25,05±0,74
C17:0	0,23±0,11	0,19±0,04	0,21±0,07	0,56±0,08	0,79±0,21	0,94±0,07
C18:0	1,24±0,70	1,52±0,53	1,26±0,23	2,63±0,77	4,08±0,77	5,31±0,32
C20:0	0,16±0,05	0,14±0,07	0,15±0,05	0,34±0,10	0,48±0,11	0,81±0,05
C21:0	–	–	–	0,13±0,01	0,15±0,04	–
C22:0	0,22±0,07	0,22±0,05	0,30±0,07	0,39±0,14	0,50±0,19	0,93±0,12
∑ C16:1*	0,66±0,13	0,79±0,23	0,58±0,26	1,35±0,78	1,76±0,64	2,48±0,17
∑ C18:1**	2,33±1,01	3,00±1,40	2,27±0,60	1,66±0,73	2,50±1,04	3,02±0,49
C18:2 (n-6)	26,22±5,20	24,10±1,27	25,27±3,03	18,58±2,76	19,06±0,93	16,77±0,44
C18:3 (n-3)	50,56±7,48	50,97±5,95	52,48±5,15	54,01±4,24	47,51±5,01	43,14±1,30
C20:1 (n-11)	0,25±0,09	0,14±0,06	0,15±0,07	–	–	–
DBI	2,07±0,13	2,05±0,14	2,12±0,10	2,02±0,11	1,85±0,14	1,14±0,04
∑ odd	0,32±0,11	0,37±0,07	0,34±0,09	0,80±0,16	1,26±0,31	1,52±0,12
∑ UFA	20,10±3,16	21,00±3,56	18,96±2,29	24,39±2,93	29,16±3,96	34,42±1,04

Arithmetic mean ± standard deviation, n = 7 for control samples, n = 4 for experimental samples; «-» acid is found in trace amounts or it was not detected; * – sum of isomers palmitoleic acid; ** – sum of *cis*-vaccenic and oleic acids. DBI – the double bond index. ∑ odd – sum of acids with odd number carbon atoms. ∑ UFA – sum of unsaturated fatty acids.

Species treatment with a solution of cadmium chloride (100 mg /l) for 24 and 48 hours resulted in a change of the fatty acid composition in aquatic plant tissue (Table 2). The content of fatty acids in *M. spicatum* remained close to the control with the presence of cadmium chloride. A statistically significant increase was detected after 24 hr exposure to toxicant for myristic (C14:0) and pentadecanoic (C15:0) acids only. The redistribution of relative content of saturated, mono- and polyunsaturated fatty acids did not affect the value of the double bond index in *M. spicatum*.

The relative content of fatty acids in *E. canadensis* changed otherwise (Table 2). The contents of pentadecanoic (C15:0), heptadecanoic (C17:0), stearic (C18:0), and arachidic (C20:0) acids significantly increased over 24 and 48 hrs. The content of palmitic (C16:0) and behenic (C22:0) acids significantly increased during exposure to cadmium chloride for 48 hrs. In general, the total content of the saturated fatty

acid significantly increased over 48 hrs. There was an increase of the total content of the fatty acids with odd numbers of carbon atoms over 24 and 48 hrs.

The treatment of *E. canadensis* with cadmium chloride for 48 hours resulted in a statistically significant increase of palmitoleic acid isomers (C16: 1), *cis*-vaccenic (C18:1n-7), and oleic (C18:1n-9) acids (Table 2). The content of α -linolenic acid (C18:3n-3) significantly decreased over 48 hrs. Changes in mass fractions of *E. canadensis* fatty acids led to decreases in the double bond index; however, this change acquired the statistically significant character exclusively over 48 hrs of cadmium chloride exposure.

It can be concluded that fatty acid composition of the studied species changed in various metrics with exposure to cadmium chloride for both 24 and 48 hrs. These changes are less expressed in *M. spicatum*. In general, the fatty acid composition in *M. spicatum* is more stable to toxicant effects. These features suggest the existence of differences in metabolism of fatty acids in *E. canadensis*. This species, which evolved in North America, was introduced to Eurasia and has become invasive. In a short period, it has been able to spread widely, inhibiting the growth and development of native vegetation (Barrat-Segretain et al., 2002; Barrat-Segretain, Elger, 2004; Azovsky, Chepinoga, 2007). It is possible that this species has successfully established because of its specific, metabolic features.

The fatty acid character profile for total lipids and differences of DBI can explain the peculiarities of acid metabolism for each studied species. In this case, the differences between specifics are manifested not only at the morphological level, but also in fatty acid metabolism. The knowledge of aquatic plant metabolism will enable them to be more effectively used for environmental monitoring of water body biochemical statuses. In this connection, identified biochemical differences should be considered during developing quality assessment and purification of contaminated water.

References

- Azovsky M. G., Chepinoga V. V. Aquatic higher plants of Baikal Lake. Irkutsk, 2007. 157 p.
- Barrat-Segretain M.-H., Elger A., Sagnes P., Puijalon S. Comparison of three life-history traits of invasive *Elodea canadensis* Michx. and *Elodea nuttallii* (Planch.) // Aquatic Botany. 2002. Vol. 74. № 4. P. 299–313.
- Barrat-Segretain M.-H., Elger A. Experiments on growth interactions between two invasive macrophyte species // Journal of Vegetation Science. 2004. Vol. 15. № 1. P. 109–114.
- Glantz S. Primer of biostatistics. New York, 1997. 473 p.
- Ipatova V. I. Adaptation of aquatic plants to stressful abiotic environmental factors. Moscow, 2005. 224 p.
- Los D. A. Structure, regulation of expression and function of fatty acid desaturases // Uspekhi Biologicheskoi Khimii. 2001. Vol. 41. P. 163–198.
- Lyons J. M., Wheaton T. A., Pratt H. K. Relationship between the physical nature of mitochondrial membranes and chilling sensitivity in plant // Plant Physiology. 1964. Vol. 39. P. 262–268.
- Rozentsvet O. A., Kozlov V. G., Dembitsky V. M. Comparative study of lipids four dominant species of freshwater plants and algae Shulgan River // Biochemistry (Moscow). 1999. Vol. 64. № 11. P. 1290–1297.
- Vereshchagin A. G. The sixteenth international symposium on plant lipids (Budapest, Hungary, June 1–4, 2004) // Russian Journal of Plant Physiology. 2005. Vol. 52. № 3. P. 414–420.

М. Н. Кислицина, К. А. Поморцева

Исследование физиолого-биохимических особенностей *Ceratophyllum demersum* L. в связи с его устойчивостью к действию ионов кадмия

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина
620002 Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: mariyakislitsina@yandex.ru

С ростом промышленного производства неуклонно возрастает количество соединений тяжёлых металлов (ТМ) в воде, почве, атмосфере. Высокие концентрации ТМ оказывают существенное влияние на жизнедеятельность растений, в частности, на отдельные физиологические процессы: рост, фотосинтез, дыхание, водный обмен, развитие. В растительных организмах в ответ на действие ТМ происходят изменения, направленные на активацию антиоксидантной системы, которую составляют ферменты, низкомолекулярные и макромолекулярные неферментативные компоненты. Антиоксидантная система защищает растения от неблагоприятного действия стрессовых факторов и препятствует накоплению активных форм кислорода в клетках выше токсического уровня.

Представляется важным исследование роли различных компонентов антиоксидантной защиты у растений, испытывающих токсическое действие ТМ. К числу наиболее токсичных, а, следовательно, наиболее опасных ТМ относится кадмий.

Объектом исследования был роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum* L.). Растения инкубировали в течение 1 и 8 суток в дистиллированной воде с добавлением сульфата кадмия в концентрации 1 мг/л (в расчёте на ион Cd^{2+}). В качестве контрольных вариантов использовали растения, инкубированные в дистиллированной воде.

Содержание свободного пролина в листьях роголистника определяли по методу L. S. Bates (1973), водорастворимого белка – по M. M. Bradford (1976), активность гваяколовой пероксидазы – по V. Chance (Chance, Maehly, 1955) через 1 и 8 суток экспозиции растений с кадмием. Каждое измерение проводили в 3-х аналитических повторностях.

Статистическая обработка данных осуществлена с помощью пакетов прикладных программ Excel 7.0 и Statistica 6.0. Для проверки достоверности полученных результатов использовали непараметрический критерий Манна-Уитни.

После инкубирования растений в течение 1 и 8 суток в вариантах с кадмием выявлена тенденция к снижению активности гваяколовой пероксидазы по сравнению с контролем (как в расчёте на сухую массу, так и в расчёте на белок). Вероятно, это обусловлено инактивацией фермента, поскольку содержание водорастворимых белков в листьях роголистника в присутствии Cd^{2+} не изменялось по сравнению с контролем через 1 сутки инкубирования. Инактивация пероксидазы могла произойти вследствие способности кадмия ингибировать каталитическую активность фермента (Шеховцова и др., 2004). Через 8 суток активность пероксидазы снизилась в 2 раза как в контроле, так и в присутствии Cd^{2+} . При этом содержание водорастворимых белков уменьшилось незначительно (на 8%), что ещё раз подтверждает факт инактивации фермента в условиях длительной экспозиции.

Считается, что аккумуляция пролина в растительных клетках может происходить при действии практически любых стрессовых факторов. Накопление пролина помогает растениям адаптироваться к неблагоприятным условиям, защищая от инактивации ДНК, белки, ряд ферментов (Кузнецов, Шевякова, 1999). Содержание свободного пролина после 1 суток инкубирования с кадмием увеличивалось по сравнению с контролем на 21%. Через 8 суток содержание пролина изменялось незначительно по сравнению с контрольными значениями. Очевидно, аккумуляция пролина в листьях роголистника является неспецифической реакцией данного растения на стресс-индуцированное воздействие.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о том, что из исследуемых показателей пролин оказался более устойчивым к действию ионов Cd^{2+} (как в краткосрочном эксперименте, так и в условиях более длительной экспозиции).

Список литературы

Кузнецов Вл. В., Шевякова Н. И. Проллин при стрессе: биологическая роль, метаболизм, регуляция // Физиология растений. 1999. Т. 46. С. 321–336.

Шеховцова Т. Н., Мугинова С. В., Веселова И. А. Определение ионов металлов с использованием нативных и иммобилизованных ферментов // Рос. хим. журн. 2004. Т. XLVIII. № 4. С. 73–82.

Bates L. S. Rapid determination of free proline for water stress studies // Plant Soil. 1973. Vol. 39. P. 205–207.

Bradford M. M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding // Anal. Biochem. 1976. Vol. 72. P. 248–254.

Chance B., Maehly A. C. Assay catalase and peroxidase. Methods in Enzymology. New York, 1955. P. 764–775.

Е. В. Клепец

Флора водных объектов г. Полтавы

Полтавский национальный педагогический университет имени В.Г. Короленко
36003 Украина, г. Полтава, ул. Остроградского, 2. E-mail: gidrobiolog@gmail.com

Одной из объективных черт современности является количественный рост и укрупнение городов, что сопровождается усилением антропогенного прессинга на природные комплексы урбанизированных территорий. Особо уязвимыми и зачастую мало изученными компонентами городского ландшафта выступают экосистемы водных объектов, которые в связи с трансформацией водосборных бассейнов, гидротехническим строительством, загрязнением воды, рекреацией подвергаются комплексным нарушениям. Об экологических проблемах городских водоёмов наиболее очевидно свидетельствует состояние их растительного покрова – обеднение видового и ценотического состава фитобиоты, чрезмерное или недостаточное зарастание акваторий, рудерализация околородного пространства. Первым этапом познания экологии урбанизированных водоёмов и водотоков является исследование их флоры. Учитывая важнейшее природное, ресурсное и индикаторное значение водной расти-

тельности, изучение её видового состава в водных объектах городов может послужить не только для уточнения данных по фиторазнообразию регионов, но и выступить основой фитомониторинга состояния водных экосистем в условиях городской среды.

На постсоветском пространстве изучение растительного покрова водоёмов и водотоков урбанизированных территорий проводилось в условиях городов Киева (Г. А. Карповой, Л. Н. Зуб, А. Л. Савицким, Д. В. Дубыной), Львова (Р. Н. Данылык), Томска (И. В. Сухановой), Самары (В. В. Соловьёвой), городов Удмуртии (О. А. Капитоновой), Рыбинска (Е. Г. Крыловой) и ряда других.

Целью данной работы является изучение флоры высших растений разнотипных водоёмов на территории города Полтавы.

В литературе имеются разрозненные данные о флоре и растительности водных объектов исследуемой территории. Первые ботанические сведения для Полтавы как центра бывшей Полтавской губернии появляются в конце XIX в. в работах А. С. Роговича (1869), И. Ф. Шмальгаузена (1886), В. В. Монтрезора (1898), А. М. Краснова (1891), где в списках, составленных для обширных регионов, имеются упоминания о произрастании тех или иных видов конкретно в Полтаве или её окрестностях. Наиболее полное изучение флоры и растительности города и пригородных территорий было проведено в первой четверти XX в. С. О. Илличевским (1927), которым в составе обнаруженных 972 видов сосудистых растений отмечено 25 видов водных и 47 видов прибрежно-водных местопроизрастаний. На современном этапе отдельные данные по флоре г. Полтавы можно найти в флористических сводках по природным (Байрак, 1997) и административным (Байрак, Стецюк, 2008; Гомля, Давидов, 2008) регионам. Специальных флористических исследований водоёмов и водотоков Полтавы до последнего времени не проводилось.

Полтава (49°15' с. ш. и 34°33' в. д.) – административный центр Полтавской области, один из древнейших городов Украины, крупный промышленный и культурный центр Среднего Приднепровья. Территория города составляет 103,5 км², численность населения – 295,0 тыс. жителей (2015 г.). В геоботаническом отношении Полтава находится в пределах Левобережноприднепровской подпровинции лесостепной зоны.

Основу гидрографической сети г. Полтавы образует средняя река Ворскла (левый приток Днепра) и система её малых притоков, большинство из которых зарегулировано прудами. Нашими исследованиями было охвачено 22 объекта, отличавшихся по происхождению, интенсивности водообмена, степени антропогенной нагрузки, а именно: малая река, участок средней реки протяжённостью около 9 км (в административных границах города), пойменный водоём-старица р. Ворсклы, карьеры, копаны и пруды руслового типа, сооружённые на малых реках. Сбор материала проводился в течение полевых сезонов 2011–2013 гг. по стандартным методикам (Катанская, 1981). Флора водных объектов, согласно общепринятому подходу (Папченко, 2003; Гарин, 2012; Синицына, 2013), изучалась нами в широком понимании как совокупность водных и заходящих в воду растений, т.е. произрастающих не только в воде, но и на обсыхающих мелководьях, а также на берегу в зоне временного затопления.

Исследованная флора городских водоёмов и водотоков Полтавы включает 174 вида высших растений из 115 родов, 52 семейств, 37 порядков, 5 классов, 4 отделов. Высшие споровые представлены 4 видами (2,9%) из 3 отделов (*Briophyta* – 1, *Equisetophyta* – 3, *Polypodiophyta* – 1), цветковые – 170 видами, из которых 112 видов (64,4%) – *Magnoliopsida*, 58 видов (33,3%) – *Liliopsida*. Сосудистые растения представлены 173 видами (10,8% от флоры Левобережного Приднепровья (Байрак, 1997)).

Наибольшим числом таксонов видового ранга выделяется 5 семейств – *Asteraceae* (20 видов), *Poaceae* (17), *Cyperaceae* (13), *Lamiaceae*, *Polygonaceae* (по 9 видов), к которым принадлежит 68 видов, или 39,1% списка. Большинство семейств (26) включают от 2 до 8 видов, а 21 семейство является моновидовым. По ведущим семействам изученная флора сопоставима с флорами малых искусственных водоёмов (Гарин, 2012; Хлызова, Новикова, Давыдова, 2008), где из пяти семейств совпадают четыре (*Asteraceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Polygonaceae*). Ведущее положение *Asteraceae* во флоре водоёмов г. Полтавы объясняется высокой степенью нарушенности прибрежной зоны и синантропизацией флоры, осуществляемой в основном за счёт астровых: из 20 видов семейства 10 являются апофитами (*Arctium lappa* L., *Artemisia vulgaris* L., *Bidens cernua* L., *B. tripartita* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Besser, *Eupatorium cannabinum* L., *Inula britannica* L., *Tanacetum vulgare* L., *Taraxacum officinale* Wigg. aggr., *Tussilago farfara* L.), а 8 – адвентами (*Ambrosia artemisifolia* L., *Bidens frondosa* L., *Iva xanthiifolia* Nutt., *Petasites spurius* (Retz.) Rchb., *Phalacrologia annuum* (L.) Dumort., *Solidago canadensis* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Xanthium albinum* (Widder) H. Scholz). Довольно высокий ранг *Lamiaceae* обусловлен наличием в её составе как типично околородных гигрофитов (*Lycopus europaeus* L., *Mentha aquatica* L., *M. arvensis* L., *Scutellaria galericulata* L., *Stachys palustris* L., *Teucrium*

scordium L.), так и некоторых синантропных мезофитов (*Glechoma hederacea* L., *Leonurus villosus* Desf. ex D'Urv.), а также заносных сорняков (*Elsholzia ciliata* (Thunb.) Nyl.).

Ведущими родами по количеству видов являются *Carex* (8 видов), *Potamogeton* (7), *Rorippa* (5), *Persicaria*, *Juncus* и *Rumex* (по 4), на которые приходится 18,4% всей флоры. Семь родов (*Equisetum*, *Chenopodium*, *Populus*, *Utricularia*, *Bidens*, *Alopecurus*, *Typha*) включают по 3 вида, ещё 19 родов содержат по 2 вида, а 83 рода являются моновидами и объединяют 47,7% всей флоры.

Согласно экологической классификации В. Г. Папченкова (2003), исследованная флора представлена пятью экотипами: гидрофиты – 25 видов (14,4%), гелофиты – 13 видов (7,4%), гигрогелофиты – 17 (9,8%), гигрофиты – 55 (31,6%), гигромезо- и мезофиты – 64 вида (36,8%). Таким образом, на водную флору, формируемую растениями первых трёх экотипов, совместно приходится всего 55 видов, или 31,6% общего списка, в то время, как виды околоводной флоры, лишь опосредованно связанные с водной средой (гигрофиты, гигромезо- и мезофиты), существенно преобладают (их 119, или 68,4% общего списка).

Вместе с тем, по данным некоторых авторов (Бобров, 1999; Папченков, Маркевич, 2003), доля околоводной составляющей во флоре природных водоёмов в норме не превышает 40–50%, т. е. для флоры водных объектов г. Полтавы диспропорция между водной и околоводной компонентами достигает 8–18%. Объяснение этого, по нашему мнению, может состоять в двух причинах.

Во-первых, преобладание среди исследованных водных объектов типичных для урболандшафта небольших искусственных водоёмов (русловых прудов, копаней) и усиление в связи с этим влияния гетерогенных условий экотонной зоны на формирование флористического разнообразия водных экосистем, водная среда которых оказывается более однообразной (малый объём воды, простой рельеф дна, резкий перепад глубин) и часто менее благоприятной по своим гидрологическим (аварийное колебание уровня воды) и гидрохимическим (высокий уровень загрязнения при низком водообмене) характеристикам.

Во-вторых, высокая степень синантропизации исследованной флоры, поскольку в её составе установлено наличие 78 (44,8%) синантропных видов, выделенных согласно списку В.В. Протопоповой (1991), из которых 29 видов (16,7%) являются адвентивными, в т. ч. 20 видов (11,5%) – кенофиты. При этом участие синантропных видов резко возрастает от экотипов водной флоры до экотипов околоводной флоры (таблица). Высокое видовое разнообразие околоводной флоры обусловлено участием более ксерофильных представителей из группы синантропных растений, активно занимающих вторичные местопроизрастания, которые в условиях городской среды широко распространены в зоне временного затопления (вследствие вытаптывания, разведения костров, обустройства мест для рыбной ловли и прочих видов нарушения естественного растительного покрова). Описанная ситуация свидетельствует о ксерофитизации природной флоры побережья под влиянием деятельности человека (Протопопова, 1991; Шадрин, 2000).

Таблица. Экологическая структура синантропной составляющей флоры водных объектов г. Полтавы

Группа синантропных растений \ Экотип	Водная флора			Околоводная флора	
	Гидрофиты	Гелофиты	Гигро-гелофиты	Гигрофиты	Гигромезо- и мезофиты
Апофиты	–	–	–	16	33
Адвенты	1	1	1	8	18
Археофиты	–	–	1	2	6
Кенофиты	1	1	–	6	12
Всего	1	1	1	24	51
		3		76	

Для возможности более адекватного сравнения флор различных водных объектов представляется важным проведение анализа, прежде всего, той части списка, которая объединяет виды водной флоры – истинно-водных (гидрофитов) и прибрежно-водных (гелофитов и гигрогелофитов), в наибольшей степени зависящих от состояния водной среды и поэтому способных индицировать состояние водных экосистем.

Систематическую структуру высшей водной флоры водных объектов г. Полтавы формируют 55 видов, принадлежащие к 36 родам, 25 семействам, 19 порядкам, 5 классам, 4 отделам – *Briophyta*, *Equisetophyta*, *Polypodiophyta* (по 1 виду) и *Magnoliophyta* (52 вида, или 94,5%), среди которых 15 ви-

дов (27,3%) двудольных и 37 видов (67,3%) однодольных. Таким образом, количественное соотношение двудольных и однодольных составляет приблизительно 1:2, что является вполне типичным для гидрофильных флор (Краснова, 1999). Сосудистые растения представляют 54 вида, что составляет 75,0% от выделенной нами водной компоненты флоры г. Полтавы и окрестностей (Іллічевський, 1927), а также 50,5% от флоры водоёмов Левобережной Лесостепи (Олійник, 2005).

Пропорция данной флоры (соотношение семейств, родов и видов) в значении 1:1,44:2,2 характеризует её как относительно молодую и малодифференцированную, что проявляется также в спектрах ведущих семейств и родов. Так, в шести ведущих семействах содержится 29 видов, или 52,7% всей водной флоры: *Cyperaceae* (8 видов), *Potamogetonaceae* (7), *Poaceae* (5), *Lemnaceae*, *Lentibulariaceae*, *Typhaceae* (по 3 вида). Ещё 7 семейств содержит по 2 вида (25,5% водной флоры), остальные 12 семейств являются моновидовыми (формируют 21,8% водной флоры). Такое распределение семейств на уровне первых трёх ранговых мест полностью соответствует водной флоре водоёмов г. Томска (Суханова, 2005), расположенного в подтаёжной подзоне, что подчёркивает азональный характер водных флор и сходный путь их формирования в условиях урбосреды. Качественный состав первой тройки ведущих семейств исследованной флоры (без соответствия по рангам) совпадает с таким для гидрофильной флоры г. Львова (Данилик, 2004), а также флоры водоёмов Левобережной Лесостепи (Олійник, 2005).

В спектре родов ведущими являются 4, которые представляют 18 видов, или 32,7% всей водной флоры: *Potamogeton* (7 видов), *Carex* (5), *Utricularia*, *Typha* (по 3 вида); 5 родов являются двувидовыми (*Myriophyllum*, *Sium*, *Phragmites*, *Lemna*, *Sparganium*) – на них приходится 10 видов, или 18,2% водной флоры; большинство же родов (27) являются моновидовыми и содержат 49,1% водной флоры.

В экологическом отношении в составе изученной водной флоры среди других экотипов закономерно доминируют истинно-водные растения – гидрофиты, или фракция «водного ядра» (25 видов, 45,5%). Единственным представителем группы водных мхов является *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst. Среди сосудистых гидрофитов преобладает экогруппа погруженных укореняющихся (*Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch, *Myriophyllum spicatum* L., *M. verticillatum* L., *Potamogeton crispus* L., *P. lucens* L., *P. pectinatus* L., *P. perfoliatus* L., *P. trichoides* Cham. & Schlecht., *Elodea canadensis* Michx., *Caulinia minor* (All.) Coss. & Germ., *Najas major* All.) – 11 видов, или 20,0%; равное количество видов в экогруппах гидрофитов с плавающими листьями укореняющихся (*Nuphar lutea* (L.) Smith, *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre f. *aquatica*, *Potamogeton natans* L., *P. nodosus* Poir.) и свободно плавающих на поверхности воды (*Salvinia natans* (L.) All., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.) – по 4, или по 7,3%; наименее представлена экогруппа гидрофитов погруженных свободно плавающих в толще воды (*Ceratophyllum demersum* L., *Utricularia australis* R. Br., *U. minor* L., *U. vulgaris* L., *Lemna trisulca* L.) – 5 видов, или 9,1% всей водной флоры. В составе выявленных видов водного ядра флоры преобладают индикаторы эвтрофных малопроточных вод, склонных к заболачиванию (Макрофиты-индикаторы..., 1993).

Экологический тип гелофитов, или воздушно-водных растений, самый немногочисленный в изученной водной флоре, включает 13 видов (23,6%), в т. ч. 6 видов (10,9%) из группы гелофитов низкотравных (*Equisetum fluviatile* L., *Butomus umbellatus* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Sparganium emersum* Rehman, *S. erectum* L.) и 7 видов (12,7%) из группы гелофитов высокотравных (*Scirpus lacustris* L., *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmberg, *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile., *Ph. australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L., *T. laxmanii* Lepech.). Экотип гигрогелофитов, или растений уреза воды, представлен 17 видами, что составляет 30,9% водной флоры (*Rumex hydrolapathum* Huds., *Rorippa amphibia* (L.) Besser, *Lythrum salicaria* L., *Sium latifolium* L., *S. sisaroides* DC., *Veronica anagallis-aquatica* L., *Iris pseudacorus* L., *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Carex acuta* L., *C. acutiformis* Ehrh., *C. pseudocyperus* L., *C. riparia* Curtis, *C. vesicaria* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., *Agrostis stolonifera* L., *Catabrosa aquatica* (L.) P. Beauv., *Acorus calamus* L.).

Заметная роль в изученной водной флоре прибрежно-водных растений, представленных двумя последними экотипами (всего 30 видов, 54,5%), вызвана широким распространением на исследованных водных объектах соответствующих экотопов – мелководий, топких берегов, заболоченных участков, обусловленных как естественными причинами, так и гидротехническими мероприятиями на урбанизированной территории.

Итак, флора водных объектов г. Полтавы отличается высокой степенью синантропизации за счёт активного участия видов, приуроченных к нарушенным участкам прибрежной зоны, в особенности чужеродных флористических элементов. Водная флора является довольно типичной, но обеднённой в сравнении как с гидрофильной флорой природного региона, так и с ретроспективными дан-

ными, что может свидетельствовать о её более высокой уязвимости в современных условиях урбанизированной среды. Экологическая структура изученной водной флоры позволяет констатировать преобладание в водных объектах г. Полтавы процессов обмеления и заболачивания.

Список литературы

- Байрак О. М.* Конспект флоры Лівобережного Придніпров'я. Судинні рослини. Полтава: Верстка, 1997. 162 с.
- Байрак О. М., Стецюк Н. О.* Конспект флоры Полтавської області. Вищі судинні рослини. Наукове видання. Полтава: Верстка, 2008. 196 с.
- Бобров А. А.* Флора водотоков Верхнего Поволжья // Бот. журн. 1999. Т. 84. № 1. С. 93–104.
- Гарин Э. В.* Флора выгонных копаней северо-запада Ярославской области // Вестн. АПК Верхневолжья. 2012. № 4(20). С. 56–58.
- Гомля Л. М., Давидов Д. А.* Флора вищих судинних рослин Полтавського району: Монографія. Полтава: ТОВ «Фірма «Техсервіс», 2008. 212 с.
- Данилик Р. М.* Еколого-біологічна характеристика рослинності водних екосистем зеленої зони міста Львова (трансформація, фітоіндикація, відновлення): Автореф. дис. ... канд. біол. наук. Дніпропетровськ, 2004. 20 с.
- Іллічевський С.* Флора околиць Полтави. З повним списком дикої рослинності // Записки Полтавського с.-г. політехнікуму. Полтава, 1927. Т. 1, № 2. С. 19–49.
- Катанская В. М.* Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.
- Краснов А. М.* Материалы для флоры Полтавской губернии: Результаты флористических исследований в Полтавской губернии. Харьков: Университет. типогр. 1891. 116 с.
- Краснова А. Н.* Структура гидрофильной флоры техногенно трансформированных водоёмов Северо-Двинской водной системы. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 1999. 240 с.
- Макрофиты-индикаторы* изменений природной среды / Дубына Д.В., Гейны С., Гроудова З. и др. Киев: Наук. думка, 1993. 435 с.
- Монтрезор В. В.* Список растений, собранных в Киевском учебном округе в последний 15-летний период времени, т.е. со времени издания «Обозрения семенных и высших споровых растений» проф. Роговича, с 1869 по 1895 г. // Зап. Киевск. О-ва естетствоиспытателей. Киев, 1898. Т. 15, вып. 2. С. 605–707.
- Олійник Л.* Порівняльно-структурний аналіз флори водойм Лівобережного Лісостепу // Зб. наук. пр. Полт. держ. пед. ун-ту ім. В. Г. Короленка. Сер. «Екологія. Біологічні науки». 2005. № 4 (43). С. 60–67.
- Папченко В. Г.* О классификации растений водоёмов и водотоков // Гидробиотаника: методология, методы: Мат-лы Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апр. 2003 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. С. 23–26.
- Папченко В. Г., Маркевич Г. И.* Флора и растительность Увдовского водохранилища // Биология внутр. вод. 2003. № 4. С. 18–25.
- Протопопова В. В.* Синантропная флора Украины и пути её развития. Киев: Наук. думка, 1991. 204 с.
- Рогович А. С.* Обозрение семенных и высших споровых растений, входящих в состав флоры губерний Киевского учебного округа: Волынской, Подольской, Киевской, Черниговской и Полтавской. Киев, 1869. С. 1–296.
- Синицына М. В.* Эколого-биологические особенности флоры малых искусственных водоёмов Саратовской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2013. 20 с.
- Суханова И. В.* Флора водоёмов урбанизированных территорий лесной зоны юга Томской области // Материалы VI Всерос. школы-конф. по водным макрофитам «Гидробиотаника 2005» (пос. Борок, 11–16 окт. 2005 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2006. С. 359–361.
- Хлызова Н. Ю., Новикова Н.М., Давыдова Н.С.* Флора малых искусственных водоёмов Воронежской области // Поволжский экол. журн. 2008. № 4. С. 361–367.
- Шадрин В. А.* Флористические параметры в оценке синантропизации флоры // Сравнительная флористика на рубеже III тысячелетия: достижения, проблемы, перспективы. Материалы V семинара по сравнительной флористике, 15–18 сент. 1998 г., Ижевск, Россия. СПб.: БИН РАН, 2000. С. 288–300.
- Шмальгаузен И. Ф.* Флора Юго-Западной России. Киев, 1886. Т. 6, вып. 4. 783 с.

С. А. Ковардаков, Н. В. Миронова, Т. В. Панкеева, В. Г. Рябогина
Донная растительность севастопольской зоны южного берега Крыма
(б. Ласпи) и её роль в процессах самоочищения

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского
299011 Россия, Республика Крым, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2
E-mail: skovardakov@mail.ru

Существующая экологическая обстановка в морских прибрежных акваториях немислима без специальных комплексных исследований, позволяющих оценить их экологическое состояние и тенденции изменений качества среды (Brown et al., 1990, Ковардаков, Празукин, 2011). Результаты таких исследований очень важны при решении задач, связанных с Комплексным управлением прибрежными зонами (КУПЗ) (Комплексное управление ..., 2005).

Настоящая работа является частью комплексного многолетнего изучения макрофитобентоса в б. Ласпи. Бухта, протяжённостью 12 км, имеет высокую эколоическую значимость в связи с тем, что часть её акватории занимают государственный заказник «Мыс Айя» и памятник природы «Прибрежно-аквальный комплекс между б. Ласпи и м. Сарыч» (Панкеева и др., 2014). Для побережья бухты характерны приглубые берега, что обуславливает активную гидродинамику и чистоту прибрежных вод. Тем не менее, здесь находится интенсивно развивающаяся рекреационная территория, в акваторию бухты сбрасываются хозяйственные сточные воды санаторно-курортных учреждений по пяти выпускам, объёмом свыше 210 тыс. м³·год⁻¹.

Цель исследований: оценить современное состояние и структурно-функциональные изменения сообществ макрофитов в процессе развития рекреационной зоны, оценить участие фитоценозов в процессах самоочищения.

В работе использованы материалы многолетних гидробиологических съёмок макрофитобентоса, выполненных в б. Ласпи в летний период 1983–2009 гг. Расчет изъятия водорослями минеральных форм Р и N проводили по методике (Ковардаков, Празукин, 2012). Оценка экологического состояния акватории бухты основана на сопоставлении потенциальных самоочистительных характеристик водорослей с величинами поступления биогенных элементов из звена рекреации, а также, с фондами азота и фосфора в водах бухты (Хайлов и др., 2005). Первое сопоставление показывает степень химического антропогенного воздействия рекреации на природный обмен веществ фитоценозов, второе – время оборота биогенных элементов в акватории бухты за счёт донной растительности. Суммарная величина отражает самоочистительный потенциал донной растительности бухты.

В работе учтены интенсивность и скорость роста макрофитов на всей акватории бухты, скорость потребления ими углерода, азота и фосфора и их выделение, скорость кислородной аэрации воды в результате фотосинтеза, скорость опадания и разложения биомассы водорослей, скорость потребления кислорода в результате бактериального разложения водорослей, приток биогенных элементов из звена донных животных и элементов с хозяйственными стоками.

Показано, что современные величины общих запасов макрофитов в прибрежной зоне б. Ласпи составляют 3488 т, из которых 1560 т (44,7%) приходится на виды цистозиры (*Cystoseira crinita* Duby и *C. barbata* (Stackh.)), 981 т (28,1%) – на *Phyllophora crispa* (Hudson) P. Dixon, менее одной тонны – на виды *Zostera* и 945 т (27%) на остальные виды. В среднем, на 1 га исследуемого побережья сосредоточено 12,8 т макрофитов, в том числе, 5,7 т цистозиры и 1,7 т филлофоры (Миронова, Мильчакова, 2012).

Отдельные участки прибрежной акватории б. Ласпи характеризуются различной трансформацией структуры донных сообществ. Так, в 80-х – первая половина 90-х гг. в верхней и средней сублиторали (глубина 0,5–5 м) на участках, где в прибрежной зоне сосредоточены учреждения отдыха (двухкилометровые участки, примыкающие с двух сторон к вершине бухты) наблюдалась восстановительная сукцессия цистозировых фитоценозов (Мильчакова и др., 2011). Это восстановление было связано с улучшением качества среды за счёт резкого снижения стоков химических веществ в годы перестройки. Со второй половины 90-х гг. по настоящее время, в результате чрезмерных антропогенных нагрузок, связанных с массовым строительством в непосредственной близости от уреза воды, цистозировые фитоценозы вновь начали деградировать. За последние 25 лет запасы макрофитов здесь сократились в два, а цистозиры – в три раза.

Наряду с этим, в нижней сублиторальной зоне на глубине от 10 до 15 м. обнаружено продолжающееся снижение количественных показателей как цистозировых, так и филлофоровых фитоценозов. На нижней границе фитали за последние 20 лет биомасса макрофитов уменьшилась в 5–195 раз, цистозиры – в 3,5–398 раз, филлофоры – в 12,5–107 раз, zostеры – в 64–484 раза. Наиболее негатив-

ные изменения донной растительности произошли в акватории вершины бухты (Миронова, Мильчакова, 2012).

Согласно полученным результатам, выявлено, что максимальные скопления макрофитов, цистозиры и филлофоры сосредоточены в районе входных мысов (м. Айя и м. Сарыч) и примыкающих к ним прибрежных участков. Их средняя биомасса составляет 1,5; 0,61; 0,43 и 1,5; 0,7; 0,47 кг/м² соответственно. Минимальные значения биомассы макрофитов, цистозиры и филлофоры (0,4; 0,28 и 0,012 кг/м² соответственно) обнаружены в вершине бухты и на участке протяжённостью около 1 км в направлении к м. Сарыч. Полученные результаты объясняются наличием твёрдых субстратов, активным водообменном, меньшей рекреационной нагрузкой в районе мысов по сравнению с вершиной бухты, где в донных отложениях преобладают мягкие грунты, а приурезовая полоса активно застраивается.

Естественный метаболизм прибрежной экосистемы на участке м. Сарыч – м. Айя характеризуется высокими значениями коэффициентов замкнутости (Кз) – отношения величины потребления определённого биогенного элемента биотой экосистемы из воды к его поступлению в воду. По кислороду, минеральному азоту и фосфору баланс положительный.

Сопоставление величин потоков биогенных элементов в донных сообществах макрофитов показало, что входные и выходные потоки N, P и O₂ в исследуемой прибрежной экосистеме хорошо сбалансированы. Выделение O₂ за счёт фотосинтеза в 1,5 раза превышает его расход на дыхание биоты и окисление растворенных органических веществ. Имеющийся в настоящее время сток минерального фосфора, поступающий с хозяйственными стоками учреждений отдыха (12 кг/сут) в 11 раз меньше притока минерального фосфора в воду, обусловленного совокупностью биологических процессов в экосистеме (130 кг/сут). Тем не менее, донные фитоценозы бухты за сутки способны утилизировать 200 кг минерального фосфора, что в 1,4 раза больше совокупного поступления фосфора из всех источников.

Существенно меньше антропогенный вклад минерального азота: его сток с берега (22 кг/сут) в 30 раз меньше, чем приток из биологического звена экосистемы (750 кг/сут). Фитоценозы макроводорослей практически полностью могут поглощать минеральный азот (1970 кг/сут), поступающий в акваторию бухты. Значительное увеличение биогенного стока с берега может существенно повлиять на соотношение антропогенных и природных потоков, особенно фосфора.

Несмотря на то, что в акваторию бухты сбрасываются недостаточно очищенные хозяйственные сточные воды санаторно-курортных учреждений, экологическая ситуация неблагоприятна лишь в непосредственной близости источника сброса сточных вод, тогда как на большей части – удовлетворительная. Об этом свидетельствует общее состояние фитоценозов, а также потенциальные способности донной растительности по аэрации воды и изъятию из неё фосфора и азота. В качестве критерия оценки участия макрофитобентоса в очистке среды от биогенных элементов разработаны коэффициенты и шкалы, отражающие самоочистительный потенциал донных фитоценозов по азоту и фосфору (K_{снN} и K_{снP}) – суточное изъятие этих элементов макрофитами в расчёте на единицу поверхности дна (табл. 1).

На самоочистительный потенциал донных фитоценозов макрофитобентоса исследуемой акватории оказывает существенное влияние ландшафтная структура дна (Панкеева и др., 2014). Фитоценозы, встречающиеся на ландшафтах, сложенных глыбово-валунными отложениями, имеют уровень самоочистительного потенциала от умеренного до очень высокого. Фитоценозы ландшафтов, сложенных гравийно- и илесто-песчаными отложениями с битой ракушкой, обладают низким и очень низким самоочистительным потенциалом, что напрямую связано с величинами запасов здесь макроводорослей. Низкие запасы макрофитобентоса обусловлены слабой подводной освещённостью и недостаточным количеством твёрдых субстратов. В целом, фитоценоз бухты имеет умеренный самоочистительный потенциал.

Таблица 1. Оценочная шкала и K_{снP} и K_{снN} для донных морских фитоценозов

K _{снP} кгP /га /сут	K _{снN} кгN /га /сут	Вербальная оценка уровня потенциала
>2	>15	очень высокий
1,01–2,0	9,1–15	высокий
0,31–1,0	3,1–9	умеренный
0,2–0,3	1,5–3	низкий
<0,2	<1,5	очень низкий

При неизбежном, в ближайшие годы, усилении антропогенной нагрузки на акваторию бухты, следует ожидать уменьшения сбалансированности потоков биогенных элементов в экосистеме и, в соответствии с величиной дисбаланса, неблагоприятных для рекреации последствий. Приток эвтрофных вод в прибрежье из смежных акваторий в настоящее время стал важнейшим фактором, определяющим качество вод в мелководной части побережья ЮБК. В дальнейшем этот процесс усилится, в случае, если не будут приняты меры по глубокой очистке хозяйственных сточных вод по всему побережью, тогда как сток (особенно в летние месяцы) в прибрежную зону должен быть прекращён.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-44-01609.

Список литературы

- Ковардаков С. А., Празукин А. В. Весенние запасы и самоочистительный потенциал макрофитобентоса бухты Круглой (г. Севастополь) // Системы контроля окружающей среды: Сб. науч. тр., НАН Украины, МГИ. Севастополь, 2011. Вып. 15. С. 283–287.
- Ковардаков С. А., Празукин А. В. Структурно-функциональные характеристики донного фитоценоза б. Круглой (г. Севастополь) // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2012. Вып. 7 (26). С. 138–148.
- Комплексное управление прибрежными зонами: (правовой глоссарий) / Отв. ред. А. Н. Вылегжанин. Рига: ВКИ, 2005. 135 с.
- Мильчакова Н. А., Миронова Н. В., Рябогина В. Г. Морские растительные ресурсы / Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей. Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2011. С. 117–139.
- Миронова Н. В., Мильчакова Н. А. Современное состояние и многолетняя динамика запасов макрофитов бухты Ласпи (Чёрное море, Украина) // IV Междунар. конф. Актуальные проблемы современной альгологии (Киев, 23–25 мая 2012 г.). Киев, 2012. С. 192–193.
- Панкеева Т. В. и др. Ландшафтный подход к оценке состояния макрофитобентоса в условиях конфликтного природопользования // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. Т. 29. С. 70–79.
- Хайлов К. М., Ковардаков С. А., Празукин А. В. Балансовые условия поддержания качества морской среды в рекреационных акваториях // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2005. Вып. 2. С. 75–82.
- Brown V. B. et al. Long-term monitoring of the effects of treated sewage effluent on the intertidal macroalgal community near Cape Schank, Victoria, Australia // *Botanica Marina*. 1990. Vol. 33. P. 85–98.

С. Р. Кособокова¹, Н. С. Барабанщикова², Т. А. Пилипенко¹ Дикорастущая птеридофлора Дельты Волги

¹Астраханский государственный университет,
414000 Россия, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1. E-mail: kossveru@mail.ru

²Московский педагогический государственный университет
129164 Россия, г. Москва, ул. Кибальчича, 6. E-mail: baraba@mail.ru

Дикорастущая птеридофлора Дельты Волги представлена тремя видами *Marsilea aegyptiaca*, *Marsilea quadrifolia*, *Salvinia natans*.

Широко распространены только два представителя высших споровых – Марсилия четырёхлистная и Сальвиния плавающая, два других вида наблюдались нами только в двух точках на территории Дельты Волги, для полного представления о распространении этих растений необходимы более широкие и долговременные исследования.

Марсилия четырёхлистная (*Marsilea quadrifolia*) широко распространена по разнотипным водоёмам Дельты Волги. Её можно встретить и на мелководьях разливающихся ериков и по влажным заливным лугам. Марсилей – растения-амфибии. Часть их жизни проходит в воде, часть на суше.

Марсилия – небольшое травянистое растение с тонкими симподиально ветвящимися столонообразными плагиотропными корневищами до 100 см длиной, которые либо стелются по поверхности почвы, либо слегка погружены в топкий грунт. Побеги укореняются в узлах, длина корней 5–10 см. Листья на длинных, 5–20 см черешках. Пластинка листа состоит из 4 ширококлиновидных 0,6–2,5 см длиной, цельнокрайних голых листочков с анастомозирующими жилками.

У марсиллии чётко прослеживается чередование погружённых и наземных стадий вегетации. В период половодья в основном преобладает погруженная форма корневищ, междуузлия в этот период длинные тонкие и хлорофиллоносные. Черешки листьев вытягиваются в зависимости от глубины погружения корневища, таким образом, чтобы вайи плавали на поверхности. Механические ткани в этот период развиты слабо.

Натурные исследования марсиллии четырёхлистной проводили с мая по ноябрь 2011–2013 гг., на ерике Избной, что располагается на территории Западных подстепных ильменей и по берегу временно заливаемого участка близ села Асадулаево, Приволжского района – в Центральной части дельты Волги.

После половодья на концах корневищ формируются укороченные летне-осенние побеги, которые не способны к фотосинтезу, очень прочные и достаточно сухие. Водные формы листьев отмирают. Длинные тонкие черешки марсиллеи увенчаны четырьмя листочками два верхних супротивны, а два нижних, хотя и сближены, но расположены очерёдно.

На наземных корневищах формируются короткие 7–12 см вайи, в основании которых могут развиваться спорокарпии, в них развиваются сорусы с микро- и мегаспорангиями. В каждом сорусе находятся вместе мега- и микроспорангии. Спорокарпии 3–4 мм длиной, сидячие или на ножках, овальные, кожистые, без шва, одиночные или собраны по 2–4 на разветвлённой ножке, которая отходит от черешка листа, прижато-волосистые, располагающиеся горизонтально, у основания снабжены двумя короткими зубцами.

К концу лета формируются два типа наземных корневищ: вегетативное и вегетативно-генеративное. В основании черешков вай генеративного корневища развиваются спорокарпии, а на самом побеге зимующие почки. Вегетативные корневища несут несколько спящих почек.

Спорокарпии снабжены более или менее длинными ножками, которые отходят от черешка листа, от одного черешка может отходить 1–2 спорокарпия, имеющих почковидную форму. Молодые спорокарпии мягкие, зелёные, но при созревании стенка становится толстой, опушённой и очень жёсткой, приобретает коричневую окраску и зрелые спорокарпии напоминают маленькие орешки.

Нами проведены исследования морфологии марсиллии четырёхлистной (178 растений) в разные периоды развития. Собраны гербарные образцы и фотоматериалы.

В период половодья в 2011 г. на ерике Избной в окрестностях села Ильинка Икрянинского района наблюдали одновременное развитие и земноводной и водной стадии марсиллии, самые длинные корневища развивались на глубине 5–10 сантиметров, на этой же глубине были обнаружены самые длинные вайи и придаточные корни. Черешки вай погруженных форм практически лишены механических тканей, и листовые пластинки плавают по поверхности, а при сходе половодья листья полегают, заиливаются и перегнивают. Земноводные корневища значительно короче, около 25–30 см, а к осени от них остаются только конечные сильно укороченные (5–7 см) побеги с зимующими почками.

В июне 2012 г. на том же стационарном участке земноводных побегов не обнаружили.

По всей видимости, именно на такой глубине растения вынуждены адаптироваться к нестабильным условиям обитания – колебаниям уровня реки, температурным перепадам и другим особенностям экотонного местообитания.

***Сальвиния плавающая* (*Salvinia natans*)** – однолетний разноспоровый водный папоротник, распространённый в мелких пресных хорошо прогреваемых водоёмах – материковых и пойменных озёрах, затонах рек, откуда может выходить в реки, где встречается обычно в прибрежной зоне среди надводных растений. Спорофит свободноплавающий, образует на поверхности воды заросли. Это голарктический вид, в России встречается в стоячих и слабопроточных водоёмах степной зоны и полупустынь, а также в южных районах лесной полосы (в частности, в Средней России), где является редким растением. В Московской области находится на северной границе ареала.

Вид относят к экологической группе гидрофитов (Лапинов, 2003). По классификации В.Г. Папченко (2003) сальвиния плавающая принадлежит к группе экотипов – настоящие водные растения, экотипу – гидрофиты, или настоящие водные растения, экогруппе – гидрофиты, свободно плавающие на поверхности воды.

Исследования проводили в Серпуховском районе Московской области в течение вегетационных сезонов 2011–2012 гг. на старице реки Оки, а также в мае и сентябре 2010, 2011 и 2012 гг. на разнотипных водоёмах города Астрахань и близлежащих районов Астраханской области. В весеннее время собирали плавающие на поверхности водоёмов спорангии, помещали их в сосуды с водой и наблюдали в лабораторных условиях за развитием из них полового поколения папоротника и, впоследствии, молодых спорофитов. Также осуществляли сбор гаметофитов и молодых спорофитов из природных мест произрастания и анализировали их строение. Отмечали степень целостности особей спорофитов в разные сроки вегетационного сезона для выяснения способности к вегетативному распаду и размножению.

Спорофит сальвинии плавающей адаптирован к жизни на поверхности водоёмов. Растение не имеет корней. Стебель тонкий, обычно разветвлённый. На побегах каждый метамер несёт три листа расположенных мутовчато, два – простые цельные яйцевидно-эллиптические с короткими черешками

плавают на поверхности, третий – подводный, многократно рассечён на нитевидные сегменты. Междоузлия средней длины (относительно размеров надводных листьев и растения в целом), побеги скорее могут быть отнесены к удлинённым, чем к розеточным. Боковые побеги располагаются по одному в узле, чередуясь, то с правой, то с левой стороны от оси главного побега, отходя от стебля между одним из пары надводных листьев и подводным листом. Ветвление множественное и может достигать нескольких порядков. За счёт интенсивного нарастания и ветвления побеги особи вида вегетативно подвижны, что позволяет им быстро разрастаться по поверхности водоёма (Барабанщикова, 2011).

У основания подводных листьев находятся гроздья из нескольких шаровидных сорусов, одни содержат микро-, другие – мегаспорангии. Нами обнаружены смешанные амфиспорангиатные сорусы, содержащие как мега-, так и микроспорангии. Сорусы созревают ближе к осени, но неодновременно. Молодые сорусы беловато-зелёные, созревшие – коричневые. Обычно в одном узле формируется несколько сорусов (от 1 до 23), от основания побега к вершине их количество в узле сначала увеличивается, а затем несколько снижается. Из всех сорусов в узле обычно только один – мега-, остальные – микро-. На крупных особях осенью обнаружены сорусы разной степени зрелости, как в разных узлах побега одного порядка, так и в пределах одного узла. Более зрелыми являлись сорусы, заложившиеся первыми в узле, а также в более старых узлах побега. Мегасорусы содержали от 15 до 30 мегаспорангиев белой окраски. Микросорусов в узле было от 2 до 22, а микроспорангиев в каждом микросорусе – несколько сотен.

Особо стоит отметить, что для сальвинии плавающей условия избыточной влажности и движение воды способствует раннему отмиранию старых участков побегов, а также разламыванию даже молодых стеблей. Действительно при попытке аккуратно вынуть особь из воды она распадается в руках на элементарные метамеры, включающие узел с двумя надводными листьями, одним подводным листом, боковой почкой и участок стебля под этим узлом. Комплекс разъединившихся метамеров расплывается в разные стороны и разносится водой. Из каждого метамера может сформироваться новое разветвлённое растение, таким образом, осуществляется полная неспециализированная морфологическая дезинтеграция и обеспечивается вегетативное размножение и расселение вида.

Если распада на метамеры не произошло, то к концу вегетационного сезона, из-за многократного бокового ветвления, особь занимает значительную площадь около 100–150 см², в центре – старые части побеговой системы, а по периферии – молодые. Старые коричневые стебли перегнивают, особь распадается на части. При большом скоплении спорофитов сальвинии плавающей (особенно в стоячей воде, среди зарослей других видов растений, ближе к берегу) молодые части одних растений сальвинии плавающей наслаиваются поверх старых частей других особей. Положение побегов относительно поверхности воды становится анизотропным, что, по-видимому, ускоряет отмирание погруженных в толщу воды старых участков побегов, а дочерние особи вегетативного происхождения выносятся в верхние слои воды.

Для вида характерны резкие колебания численности от года к году. Растение переживает зиму в виде погруженных в донный или прибрежный грунт микро- и мегасорусов, часть которых прорастает с наступлением весны, а остальные формируют «банк спор» и прорастают в следующие годы, что страхует вид от вымирания в случае резкого изменения погодных условий. Спорофиты при резком похолодании в осенне-зимний период вмерзают в лёд. Нами обнаружено в Астраханской области, что часть спорангиев высвобождается из-под разрушающейся стенки сорусов уже осенью (начало октября) при отмирании старых партикул спорофитов.

Опыты по сохранению в лабораторных условиях спорофитов с сорусами, собранных осенью, показали, что при комнатной температуре (аквариум) особи папоротника не переживали зиму, постепенно разлагались, и их остатки оседали на дно. Восстановления весной и летом новых особей из спор не происходило. Сохранение спорофитов сальвинии в воде в холодильнике при +5С в течение периода с октября по май способствовало отмиранию вегетативного тела спорофита, но сорусы перезимовывали успешно, и после размещения ёмкостей с сорусами при комнатной температуре начиналось прорастание спор, формирование заростков, и развитие новых спорофитов. Оставленные на балконе в ёмкостях с водой спорофиты сальвинии вмерзли в образовавшийся зимой лёд, и весной на поверхности оттаявшей воды были нами обнаружены женские гаметофиты, следовательно, постепенное снижение температуры и промораживание не препятствовало перезимовке спорангиев.

Весной, в мае, на поверхности воды обнаруживаются коричневого цвета плавающие микро- и мегаспорангии, высвободившиеся из стенок сорусов. В разные годы наблюдений в Московской области количество плавающих на воде спорангиев значительно варьировало. Из собранных спорангиев в условиях *in vitro* в течение недели развивались новые спорофиты. Таким образом, стадия гамето-

фита длилась всего несколько дней. В природной среде формирование гаметофитов и молодых спорофитов также шло в течение недели.

После оплодотворения развивается один зародыш. Проросток спорофита сначала располагается в полости кармана женского гаметофита, и состоит из шаровидной гаустории, тонкой короткой ножки и первого округло-почковидного листа, прижатого к ножке. Верхняя сторона листа плоская, а нижняя – выпуклая. По мере роста спорофита ножка удлиняется, и лист выталкивается из полости кармана гаметофита, располагаясь перпендикулярно ей. В результате проросток становится похож на парашютик или зонтик. Округло-почковидный лист позволяет маленькому спорофиту сальвинии не утонуть. Далее формируются надводные листья, типичные для спорофитов сальвинии плавающей, первые два из них расположены очерёдно, а все последующие – супротивно.

В первых двух узлах побега подводных листьев нет, третий узел несёт подводный лист из одной доли, четвёртый узел – подводный лист с тремя долями, в последующих узлах количество долей подводного листа возрастает. Уже в первой половине лета особи сальвинии плавающей образуют заросли на поверхности водоёма, проективное покрытие в некоторых местообитаниях достигает 100%.

Таким образом, у сальвинии плавающей выявлена репродуктивная r-стратегия, осуществляемая двумя тактиками: массовым споровым размножением, происходящим преимущественно в конце весны синхронно и быстро, и вегетативным размножением спорофитов, растянутым во времени с середины лета до поздней осени. Первая тактика используется для восстановления популяции после зимнего периода, вторая – для удержания и захвата пространства, а также расселения вида.

Сальвиния плавающая – аэрогидрофит, R-стратег (Дубына и др., 1993). Возобновление возможно и вегетативное и споровое. В Дельте Волги распространена во многих слабопроточных эвтрофных пресноводных водоёмах, на участках с притенением высокотравными макрофитами. Популяции образуют нередко густые ковровые заросли, которые затеняют полностью водную поверхность. В этих условиях развитие других растений ограничивается, уменьшается и количество водных животных из-за дефицита кислорода.

В плотно сформировавшихся зарослях сальвинии обитает огромное число разнообразных представителей фауны, некоторые из них, например, лягушки активно передвигаясь, способствуют вегетативному размножению сальвинии (Кособокова, 2012).

Список литературы

Барбанищикова Н. С. Морфологическая поливариантность спорофитов сальвинии плавающей (*Salvinia natans* (L.) All.) в условиях Московской области / Современные проблемы популяционной экологии, геоботаники, систематики и флористики: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 110-летию А. А. Уранова: в 2 т. Кострома: КГУ им. Н. А. Некрасова, 2011. Т. 1. С. 25–29.

Дубына Д.В., Сытник С.М., Тасенкевич Л.А., Шеляг-Сосонко Ю.В., Гейны С., Гроудова З., Гусак М., Отягекова Г., Эржабкова О. Макрофиты-индикаторы изменения природной среды. Киев: Наукова думка, 1993. 434 с.

Кособокова С. Р. Консортивный анализ некоторых свободно плавающих на поверхности воды гидрофитов водоёмов дельты Волги // Вестн. Моск. гос. обл. ун-та. Сер. «Естеств. науки». 2012. № 1. С. 44–48.

Лапиров А. Г. Экологические группы растений водоёмов // Гидрботаника: методология, методы. Материалы Шк. по гидрботанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск, 2003. С. 5–22.

Папченко В. Г. О классификации растений водоёмов и водотоков // Гидрботаника: методология, методы. Материалы Шк. по гидрботанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск, 2003. С. 23–27.

А. И. Кочеткова¹, О. В. Филиппов², М. С. Баранова³, Е. С. Брызгалина⁴ Опыт восстановления деградированных озёр Волго-Ахтубинской поймы в пределах Волгоградской области: проблемы, подходы и пути их решения

Волжский гуманитарный институт (филиал Волгоградского государственного университета)

404133 Россия, Волгоградская обл., г. Волжский, ул. 40 Лет Победы, 11

E-mail: ¹aikochetkova@mail.ru, ²ovfilippov@list.ru, ³maria_baranova2902@rambler.ru, ⁴bryzgalina_elena@mail.ru

Ландшафтно-экологический комплекс Волго-Ахтубинской поймы (ВАП) подвержен критическим изменениям в связи с ухудшением условий обводнения, вызванным коренной реконструкцией Волги и её естественного гидрологического режима. Прежде всего, это определяется созданием каскада гидроузлов и искусственным регулированием стока.

Однако не только данный фактор нарушает естественный водный режим особо охраняемой природной территории. В немалой степени нарушения связаны с антропогенной деятельностью в самой пойме, видоизменяющей естественный облик гидрографической сети: ериков, проток, озёр, лиманов и других водных объектов территории.

Большое значение в водном питании поймы в пределах Волгоградской области играют ерики первого порядка, являющиеся основными транзитами воды от р. Волга и рук. Ахтуба. К ним относятся ер. Старая Ахтуба – ер. Пахотный – ер. Каширин – ер. Лещев – ер. Булгаков (Каширинский водохозяйственный тракт); ер. Затонский (ер. Верблюды) – ер. Судомойка (Краснослободский водохозяйственный тракт) ер. Бугроватый; ер. Старая Ахтуба – ер. Новая Ахтуба – ер. Старая Ахтуба; ер. Тутов.

Наиболее сильно подверглись антропогенным изменениям водные артерии ВАП, проходящие через верхнюю пойму агрохозяйственной зоны (Краснослободский и Каширинский водохозяйственные тракты). Данная территория наиболее сильно заселена, по сравнению со средней и нижней ВАП и в последнее время активно застраивается новыми жилищными постройками.

Применительно к аспектам обводнения территории, хозяйственная и ресурсо-сберегающая деятельность человека в пойме направлена во многом на удержание и сохранение сокращающихся из года в год запасов воды в водных объектах территории. Поэтому наибольшая часть гидротехнических сооружений (ГТС) руслового или прируслового типа (дамб, плотин, искусственных водоводов и других сооружений) ориентирована именно на улучшение условий обводнения отдельных водных объектов (ериков, озёр) и их систем. Однако здесь имеются и многочисленные ГТС, возведённые с противоположной целью (валы, ограждающие дамбы, насыпи под строительство зданий, дорог и прочих объектов): преградить путь весенним водам, оградить населённые пункты и объекты хозяйствования от негативных последствий половодий, предотвратить возможный ущерб. Наличие и развитие ГТС, а также рельефоидов и рельефидов, других форм антропогенного изменения поверхности нарушают сформировавшийся за длительный период времени естественный режим стока и водного питания поймы.

В условиях общего дефицита воды в ВАП в период межени реализуется дополнительная подкачка воды в ерики насосными станциями. Кривые наполнения русла ер. Судомойка, полученные на основе нивелирования на полевом этапе исследования, демонстрируют, однако, что на «пике» зачатки водой заполнено лишь 30,1% русловой ёмкости (в пределах русловых бровок и начала перелива воды на пойму). Однако, и в этом случае не следует дискредитировать значение зачатки воды в частично пересохшее русло: приток воды, безусловно, оказался спасительным для гибнущих гидробионтов накануне вступления водного объекта в фазу зимней межени.

В результате комплекса факторов антропогенного характера наблюдается ухудшение условий водного питания территории, деградация ряда водных объектов, расположенных на участках, тяготеющих к водохозяйственным трактам. Очень показательным в данном отношении текущее состояние озёр Запорное¹ (Краснослободский водохозяйственный тракт) и Проклятое² (Каширинский водохозяйственный тракт).

Недостаток воды в Краснослободском водохозяйственном тракте особенно сильно отражается на озёрах. В том отношении показательным является оз. Запорное, которое практически по кругу обваловано и застроено жилищными комплексами, так с севера от озера расположено СНТ «Озёрное», а с юга п. Сахарный. Массовое освоение земель данного участка лишило озеро проточности и единственным питающим его ериком является ер. Сахарный. Исследуемое озеро полностью покрывается водой при отметках –3,5 м Абс. и его площадь при таком уровне составляет 1423573 м², однако в период межени отметка уровня воды падает до –5,8 м Абс. и площадь водного зеркала составляет всего 77160 м² (5,4% от площади всей котловины озера). Остальная часть озёрной котловины занята зарослями макрофитов.

Котловина озера Запорного в современном её состоянии испытывает возрастающее антропогенное воздействие. Склоны котловины выположены; обрывистых берегов нет. По межённому контуру интенсивно зарастает гидрофитами (рогоз узколистный, тростник обыкновенный). Меженная

¹ Работа выполнена по договору «Разработка рекомендаций по улучшению условий обводнения верхней части Краснослободского водохозяйственного тракта и котловины озера Запорного».

² Работа выполнена по договору «Разработка рекомендаций по улучшению гидрологических и гидрогеологических условий системы «ер. Каширин – о. Проклятое» для её экологической реабилитации» в рамках проекта «Научное обоснование комплекса мероприятий по восстановлению биоразнообразия на ерике Каширин и озере Проклятое, подготовка проектно-сметной документации на проведение работ по восстановлению биоразнообразия на данном участке, в соответствии с научно-обоснованным комплексом работ».

часть котловины в условиях отсутствия проточности в значительной мере заилена. Предварительная съёмка этой части котловины в конце фазы ледостава 2014 г. показала, что максимальные глубины центральной части озера в этот период не превышают 2,68 м (batimетрическая карта озера по данным этой съёмки показана на рис. 1). Однако и данный показатель достаточно значителен, и имеет место лишь в силу искусственной расчистки, выполненной в последние годы в северной части озера. При этом южная часть заилена очень сильно и, практически, полностью заросла гидрофитами (по сообщению местных жителей и представителей Фрунзенской сельской администрации, эта часть меженной котловины Запорного также подвергалась искусственной расчистке в более ранние годы).

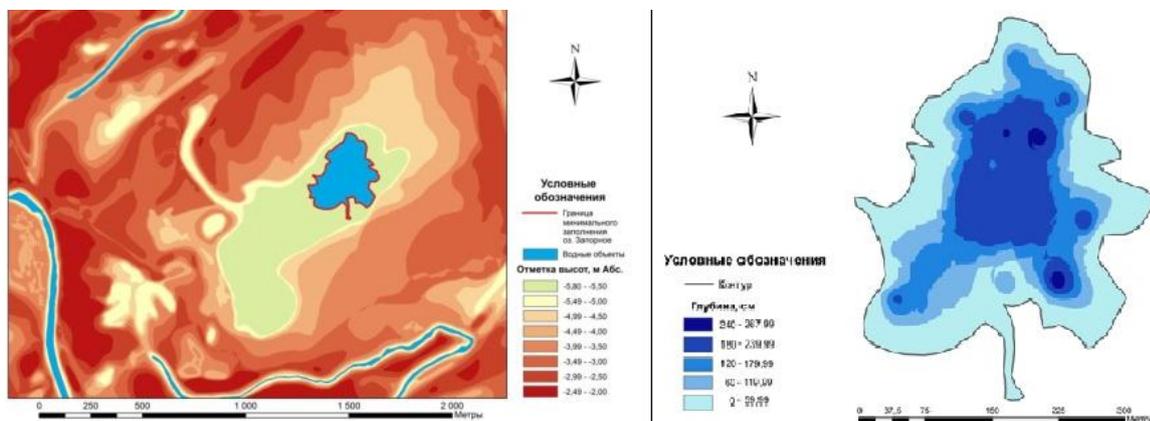


Рис. 1. Северная часть озера Запорного по данным батиметрической съёмки 11.03.2014 г.

Для изучения генезиса оз. Проклятое помимо полевых исследований были использованы материалы космической съёмки радиометров Landsat с 1984 г. по 2013 г. (рис. 2). По снимкам видно, что котловина озера, начиная с 1984 г. на 90–95% уже была заросшей макрофитами. Это свидетельствует о специфичности гидрологического режима на оз. Проклятое. Главной особенностью последнего является сезонность наполнения водой его котловины. Озеро наполняется водой в период весеннего половодья и в период межени расходует свой водный запас на насыщение водой грунтов, растительности и на испарение (рис. 3). Зарастанию озера способствует также его морфологические характеристики: округлая форма и небольшие глубины по всей котловины в пределах. В современных условиях котловина озера достаточно быстро заполнена наносами и почти полностью утратила свой водоприёмный объём. Топографические данные указывают высотную отметку -7,9 м Абс. как низшую отметку котловины. Отток воды из котловины начинается уже при отметках -6,0 – -6,5 м Абс. Отметки наиболее высоких водораздельных гребней составляют -5,5 – -5,0 м Абс. Слой воды, который удерживает котловина колеблется от 2,9 до 1,4 м.

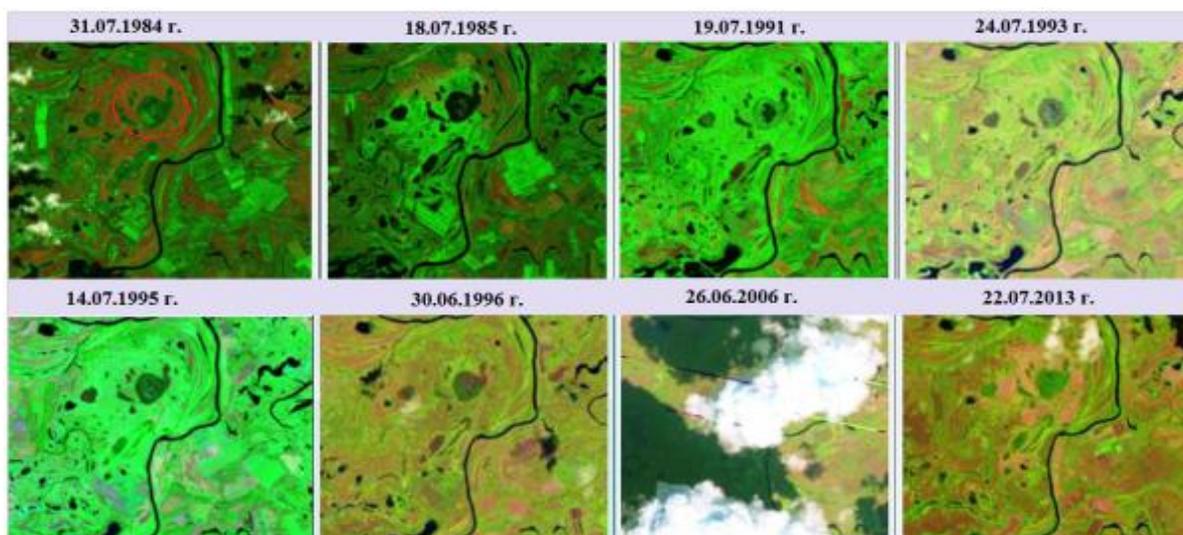


Рис. 2. Динамика изменения ландшафта Волго-Ахтубинской поймы с 1984 г. по 2013 г. (на примере окрестности оз. Проклятого).

Минимизированный современными условиями объём котловины озера Проклятого не может обеспечивать необходимого резерва вод для поддержания устойчивого состояния ландшафтного комплекса и его биоразнообразия; резерв воды, сохраняемый на меженный период до последующего половодья другими водоприёмными ёмкостями урочища, ещё меньше. В этих условиях велики риски экологической деградации природного комплекса.



Рис. 3. Котловина оз. Проклятого в период осенней межени (20.10.2014 г.)

При выполнении восстановительных работ на водных объектах особое значение имеют предпроектные научно-исследовательские работы (НИР), которые должны опираться на следующие методы:

- 1) метод геометрического нивелирования для построения продольных и поперечных профилей рельефа русел ериков;
- 2) метод эхолотирования для составления продольных и поперечных батиметрических профилей дна русел ериков;
- 3) картографические методы исследований с применением геоинформационных систем для анализа и визуализации материалов НИР и построения кривых зависимостей объёма и площади озера от уровня воды в его котловине;
- 4) гидрологические методы исследования уровня режима ериков, опирающиеся на многолетние мониторинговые данные;
- 5) гидрботанические методы исследования;
- 6) описательный метод состояния ГТС;
- 7) метод математического моделирования с использованием гидравлических расчётов для получения суммарного расхода воды через комплекс ГТС;
- 8) графический метод анализа данных.

Оценивая гидротехнические решения в системе Краснослободского водохозяйственного тракта, необходимо двигаться от его истока, т.е. От ГТС на ер. Верблюд.

Анализ гидрологических данных фазы подъёма половодий однозначно указывает на задержку притока волжских вод к водоводам системы, начиная с ГТС в истоке ер. Судомойка. При данном гидротехническом решении по ер. Верблюд (верхняя бетонная плотина (ВБП) и нижняя бетонная плотина (НБП)), объём поступления воды снижен как за счёт ограничения амплитуды подающих горизонтов водной поверхности на входе в систему (примерно, на 2,8 м), так и за счёт потери части периода притока (9 суток на подъёме относительно многоводного половодья 2005 г.; по 7 суток при маловодном половодье 2011 г. и среднем – 2013 г.; 8 суток – в период подъёма последнего половодья 2014 г.). В ситуациях, когда обводнение фрагмента русла ерика Верблюд, заключённого между обеими плотинами, начинается снизу, со стороны НБП – приведённые выше показатели ещё более ухудшаются (в результате понижения подающих горизонтов воды в силу наличия уклона водной поверхности в русле Волги, а также – в силу наличия некоторой задержки стока, связанной с т.н. «временем добегаания» длинной волны попуска).

В отношении комплекса ГТС на ерике Верблюд целесообразной представляется реанимация проекта заглушенного прямоугольного канала в центральной части ВБП с обязательной установкой и

эксплуатацией запорного устройства, а также – восстановление аналогичного канала с регулирующим сток воды устройством на НБП.

Особое внимание привлекает комплекс ГТС у с. Песчанка, включающий верхнюю и нижнюю плотины на русле Судомойки.

Наличие русловых плотин на главном русле Краснослободского водохозяйственного тракта принципиально нарушает естественную схему водного питания на участке, а на более высоком уровне – естественный гидрологический режим главного русла и всего тяготеющего к нему участка территории, нарушая при этом взаимосвязь всех компонентов режима. Так, одно из очевидных нарушений – кардинальное нарушение режима «твёрдого стока» – режима стока наносов.

Уже обследование Судомойки выше гидротехнического комплекса у с. Песчанка в условиях минимальной водности 02.10.2014 выявило высокую степень заиления русла. Но наибольший характер заиления данного русла отмечен именно в верхнем бьефе верхней плотины у с. Песчанка. Состояние водовода плотины по результатам обследования вызвало понятные сомнения в его пропускной способности. И лишь анализ материалов нивелирования указал на сопоставимость высотных отметок уровней воды в различных бьефах обеих плотин.

По результатам обследования плотин у с. Песчанка сделан вывод о том, что, безусловно, ими создаётся мощный гидравлический подпор, существенно ограничивающий сток по руслу Судомойки. Если водослив нижней плотины чист, то водослив верхней плотины большую часть времени функционирует в режиме фильтрации (помимо заиления, его пропускную способность сокращает плавник и плавающий мусор). Обычным развитием ситуации в данном случае является временное освобождение сечения водовода нарастающим потоком на стадии подъёма половодья и, затем, прогрессирующее его заиление на стадии спада половодья.

Таким образом, данный нижний по течению Судомойки комплекс ГТС, создавая мощный подпор на пути стока вод Волги по руслу Краснослободского водохозяйственного тракта, преобразует этот водный объект из типа водотоков в тип водоёмов с минимумом оттока по водоводу верхней плотины. В то же время, учитывая преобладающий характер наполнения нижней части русла Судомойки вспять, из рук. Куропатка (со стороны устья в затон Грязный), не исключена возможность подпитки основной части ерика обратным переливом воды через водоводы нижней и верхней плотин у Песчанки.

В условиях неоднократно отмеченной ранее маловодности половодий, наличие комплекса ГТС у с. Песчанка может рассматриваться как вынужденная мера сохранения резерва вод в основной части русла Судомойки, необходимого для обводнения водных систем и объектов второго и более низкого порядков (в том числе – системы оз. Запорное).

Выводы.

1. Основная причина неудовлетворительного состояния водного питания системы и прилегающей к ней территории является низкая водность половодий последних лет и десятилетий. Принимать все возможные меры к реанимации графиков пропуска воды половодий с расходами воды Волги на максимуме половодий в объёме не ниже 28–30 тыс. м³/с с периодичностью не реже одного раза в 5 лет.

2. Существующий в границах системы комплекс гидротехнических сооружений ориентирован на сохранение ресурсов стока, поддержание водности системы в вынужденных условиях малой водности половодий последних лет и десятилетий. Комплекс ГТС Краснослободского водохозяйственного тракта в фактическом его состоянии может быть признан как достаточно сбалансированный с удовлетворительной оценкой реализованных гидротехнических решений. Вместе с тем, гидротехнические решения, направленные на всемерное сохранение ресурсов стока Волги, нарушают естественную схему стока по территории всей Волго-Ахтубинской поймы.

3. Эксплуатационное состояние ряда водоводов неудовлетворительно и требует обновления.

4. Не допускать создания капитальных ГТС на русловых системах поймы, в первую очередь – на главной водоносной системе, без эффективной и своевременной экологической экспертизы.

5. Развитие и совершенствование гидротехнического комплекса систем водохозяйственных трактов должно сопровождаться гидрологическим мониторингом и специализированными исследованиями, обеспечивающими экологическую безопасность территории и эффективность сооружений. Проектирование и строительство новых сооружений должно предваряться объективной неформальной экологической экспертизой. Примером непродуманных решений и недостаточной экспертизы могут считаться проекты верхней и нижней бетонных плотин на ерике Верблюды.

6. Искусственное обводнение системы (искусственная закачка) в период летне-осенней межени является малоэффективной, но, одновременно, необходимой мерой поддержания экосистемы водного тракта в вынужденно маловодных условиях половодий нового (постреконструкционного) периода.

А. В. Кравцова

Особенности концентрирования тяжёлых металлов и других элементов комплексом литофит-эпифит в прибрежной зоне Крыма (на примере видов цистозиры)

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского
299011 Россия, Республика Крым, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2
E-mail: alexkravtsova@yandex.ru

Фитоценозы бурой водоросли *Cystoseira* spp. являются важнейшим продукционным звеном прибрежных экосистем Чёрного моря и во многом определяют их состояние. В условиях возрастающей эвтрофикации практически повсеместно наблюдается увеличение доли эпифитических водорослей (видов, растущих на более крупных водорослях) в общей биомассе цистозировых сообществ (Чернышёва, 2008). Несмотря на то, что эпифиты вносят весомый вклад в поглощающую поверхность фитоценоза (Ковардаков, Фирсов, 2007), данные о содержании химических элементов в эпифитных макроводорослях, произрастающих в прибрежных акваториях Крыма, малочисленны или вообще отсутствуют. В связи с этим целью работы стало изучение особенностей концентрирования 22 макро- и микроэлементов (Na, Mg, Al, Cl, K, Ca, Sc, V, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, As, Br, Rb, Sr, Sb, I, Cs, Ba и U) в литофитах (бурых водорослях *Cystoseira barbata* C. Ag. и *Cystoseira crinita* (Desf.) Bory) и их эпифитах (*Cladophora albida* (Nees) Kützinger, *Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey и *Ceramium* spp.).

Отбор разновозрастных талломов *Cystoseira* spp. проводили на глубине 0,5–1 м в прибрежной зоне Крымского полуострова летом 2012 г. Все талломы тщательно очищали от эпифитов, отделяли «стволы» и «ветви», высушивали при комнатной температуре, а затем доводили до постоянного веса в течение 24 часов при 40°C. Навески талломов цистозиры и эпифитов гомогенизировали вручную в агатовой ступке. Инструментальный нейтронный активационный анализ осуществлён на реакторе ИБР-2 Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка объединённого института ядерных исследований (г. Дубна, РФ) с использованием пневмотранспортной установки РЕГАТА (Фронтасьева, 2011). Погрешность определения концентраций составляла 10–15%, а при определении концентрации элементов на уровне чувствительности метода – 30% и более. Контроль качества анализа обеспечивался с помощью сертифицированных эталонных материалов SRM 1632с (микроэлементы в угле, NIST), SRM 2709 (микроэлементы в почве, NIST) и SRM 433 (морские отложения, IAEA), навески которых облучали в одинаковых условиях с исследуемыми образцами.

Было установлено, что уровень накопления элементов в макроводорослях зависит от отдела (бурые, зелёные или красные) и вида, к которым они относятся, а также от геохимии окружающей их среды. Так, было выявлено, что зелёная водоросль *Cladophora albida* является концентратором Cl (10% от массы сухого вещества), K (8% от массы сухого вещества) и Ca (6% от массы сухого вещества), а виды красной водоросли *Ceramium* характеризуются наименьшей аккумулирующей способностью большинства определённых элементов (за исключением U). Красная водоросль *Polysiphonia subulifera* активно накапливает Br (543 мг/кг) и I (261 мг/кг), в то время как концентрации As и U в ней были ниже предела обнаружения.

Было изучено влияние возраста литофита (1–3 года и 3–5 лет) и его вида (*C. barbata* или *C. crinita*) на уровень накопления макро- и микроэлементов в *Polysiphonia subulifera*. Выявлено, что *Polysiphonia subulifera*, растущая на разновозрастных талломах *C. crinita*, накапливает примерно одинаковые концентрации всех определённых элементов, за исключением Na, Mg, V и Sr, значения которых незначительно выше в *Polysiphonia subulifera*, эпифитирующей на более молодых растениях (1–3 года). Значения большинства элементов в *Polysiphonia subulifera*, литофитами которой являлись разные виды *Cystoseira*, также оказались сходными. Исключение составили Na и Sr, которые в 2 раза интенсивнее накапливались в *Polysiphonia subulifera*, растущей на *C. crinita* и *C. barbata*, соответственно.

Значения большинства элементов в *Polysiphonia subulifera* изменялись в широком диапазоне в зависимости от станции пробоотбора. Так, максимальные и минимальные концентрации Al, Ca, Fe, Sc, V, Mn и Cs в *Polysiphonia subulifera* различались в 15–50 раз. Наиболее высокие концентрации

большинства элементов были найдены в *Polysiphonia subulifera* из акватории Карадагского природного заповедника, характеризующейся повышенным содержанием элементов терригенного происхождения, а минимальные – в эпифитах, отобранных в условно чистой акватории Тарханкутского полуострова (Kravtsova et al., 2015).

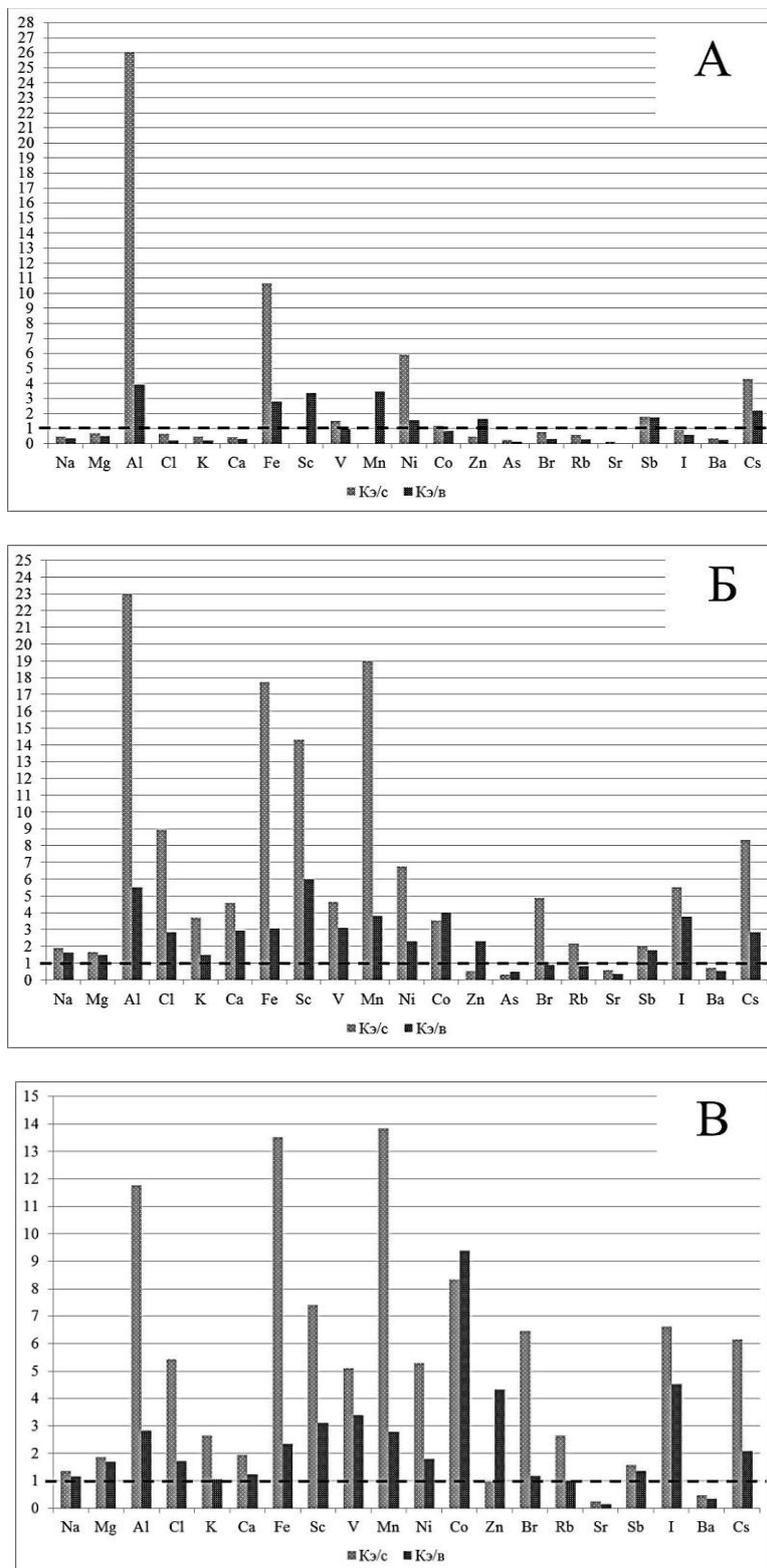


Рисунок. Коэффициенты накопления элементов в эпифитах ($Kэ/с$ и $Kэ/в$) *C. crinita*: А – *Ceranium* spp., Б – *Cladophora albida*, В – *Polysiphonia subulifera* (прибрежная зона Чёрного моря, лето 2012).

Для того чтобы выявить особенности распределения макро- и микроэлементов в эпифитах и их литофитах, для трех видов эпифитов был рассчитан коэффициент накопления в них элементов по отношению к «ветвям» ($Kэ/в$) и «стволам» ($Kэ/с$) *Cystoseira* spp. по формуле:

$$K_{э/в} = K(э) / K(в) \text{ и } K_{э/с} = K(э) / K(с),$$

где $K(э)$ – концентрация элемента в эпифите, $K(в)$ – концентрация элемента в «ветвях» *Cystoseira* spp., $K(с)$ – концентрация элемента в «стволах» *Cystoseira* spp. (рис. 1).

Для большинства микроэлементов наблюдалась следующая закономерность распределения их концентраций: эпифиты > «ветви» *Cystoseira* spp. > «ствола» *Cystoseira* spp. Исключение составили виды *Ceramium*, которые накапливали большинство элементов менее интенсивно, чем их литофиты ($K_{э/с} \leq 1$ и $K_{э/в} \leq 1$). *Cladophora albida* и *Polysiphonia subulifera* характеризовались высокой аккумулярующей способностью ($K_{э/с}$ от 6 до 23) по отношению к Al, Fe, Mn, Sc и Cs. Для всех изученных эпифитов отмечена общая особенность: концентрации As, Sr и Ba, определённые в них, ниже, чем в «стволах» и «ветвях» их литофитов.

Таким образом, впервые для прибрежной зоны Чёрного моря (Крымский полуостров) определены концентрации 22 элементов в эпифитах *Cystoseira* spp., изучены особенности их пространственного распределения и накопления в зависимости от вида и отдела, возраста и вида литофита. При использовании *Cystoseira* spp. для целей биомониторинга загрязнения акваторий тяжёлыми металлами и другими элементами в летний период рекомендовано анализировать её «ствола», для того чтобы избежать завышения значений концентраций элементов за счёт вклада эпифитных макроводорослей, растущих, в основном, на «ветвях».

Список литературы

Ковардаков С. А., Фирсов Ю. К. Изменение донной растительности в акватории черноморского рекреационного комплекса в процессе его развития // Системы контроля окружающей среды. Сб. науч. тр. МГИ НАН Украины г. Севастополь, 2007. С. 347–351.

Фронтасьева М. В. Нейтронный активационный анализ в науках о жизни // Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2011. Т. 42. № 2. С. 636–716.

Чернышёва Е. Б. Соотношение литофит-эпифит в структуре цистозировых фитоценозов Севастопольского взморья (Герacleйский п-ов, Чёрное море) // Экология моря. 2008. Вып. 76. С. 5-8.

Kravtsova A. V., Milchakova N. A., Frontasyeva M. V. Levels, spatial variation and compartmentalization of trace elements in brown algae *Cystoseira* from marine protected areas of Crimea (Black Sea) // Marine Pollution Bulletin. 2015. In Press.

Е. С. Кривина

Таксономическое разнообразие летнего фитопланктона малых водоёмов урбанизированного ландшафта (на примере оз. Прудовиков, Самарская область)

Институт экологии Волжского бассейна РАН

445003 Россия, Самарская область, г. Тольятти, ул. Комзтна, 1. E-mail: pepelisa@yandex.ru

Каскад Васильевских озёр расположен на северо-восточной границе г. Тольятти. Озера находятся на окраине г. Тольятти, в нижней части долины бывшей реки Пискалы, впадавшей в Волгу. Следы русла реки видны севернее оз. Б. Васильевское. Озера расположены на третьей надпойменной террасе р. Волга, сложенной мощной толщей четвертичных песков, переработанных эоловыми процессами (Номоконова и др., 2001). До заполнения Куйбышевского водохранилища, видимо, существовало одно озеро – Большое Васильевское, которое в результате строительства автодорог разделено на три водоёма – Б. Васильевское, М. Васильевское и Прудовиков (Грязное). Происхождение большинства других озёр связано с затоплением естественных понижений рельефа в этом районе грунтовыми водами, уровень которых поднялся при наполнении водохранилища в 50–60-х гг. XX в.

Экологическая обстановка в районе Васильевских озёр долгое время формировалась под влиянием северного промышленного узла г. Тольятти, а также деятельности садоводческих кооперативов, поставляющих в водоёмы биогенные элементы. До 1987 г. на водосборном бассейне озёр находилась городская свалка. На водосборной территории оз. Б. Васильевское находятся очистные сооружения ПО «Тольяттиазот». Поскольку все озера связаны единым подземным водоносным горизонтом, это привело к их загрязнению и разной степени деградации экосистем озёр (Протисты..., 2009).

Исследования сотрудников ИЭВБ РАН, проведённые в конце 1980-х – начале 1990-х гг., оценили трофическое состояние значительной части озёр как гипертрофное (Номоконова и др., 2001). В 2013 г. сотрудники лаборатории экологии простейших и микроорганизмов ИЭВБ РАН в период с

июня по октябрь провели исследования ряда Васильевских озёр, в том числе озера Прудовиков, расположенного в Комсомольском районе г. Тольятти, испытывающем значительную антропогенную нагрузку со стороны дачных массивов и многочисленных отдыхающих.

Оз. Прудовиков расположено в верхней части цепи Васильевских озёр. Оно имеет неправильную, продолговатую форму длиной около 344 м, объёмом 38702 м³, площадь водоёма составляет около 22400 кв. м, максимальная глубина – 6,5 м, средняя глубина – 1,7 м. По происхождению – это естественный водоём. В данной работе приведены материалы исследования водоёма во второй половине июня и июля 2013 г.

Во время отбора проб водоём характеризовался термической и химической стратификацией (табл. 1). рН среды изменялась от щелочной у поверхности, до практически нейтральной в придонных горизонтах. Стратифицированные водоёмы отличаются неоднородностью в распределении гидробионтов, что связано с неоднородностью абиотических факторов среды, поэтому с целью наиболее полного изучения видового богатства пробы отбирались дифференцированно с указанных горизонтов. Отбор и обработку материала проводили по стандартным гидробиологическим методикам (Методика..., 1975).

Таблица 1. Температурный и газовый режим озера Прудовиков

июнь			июль		
Глубина, м	T, °C	O ₂ , мг/л	Глубина, м	T, °C	O ₂ , мг/л
0,00	23,4	8,72	0,00	24,3	12,86
1,00	22,7	8,71	1,00	24,4	13,13
3,00	20,1	9,01	2,50	24,3	11,83
4,00	9,7	10,79	3,00	19,5	0,00
5,00	6,6	0,00	3,50	15,2	0,00
6,50	6,0	0,00	4,00	10,8	0,00
			5,00	7,7	0,00
			6,00	6,6	0,00

За весь период исследований в общей сложности было зарегистрировано 196 таксонов водорослей рангом ниже рода. Они относились к 9 отделам, 16 классам, 40 порядкам, 40 семейству, 82 родам. Несмотря на относительно не большое число обработанных проб, оз. Прудовиков отличалось довольно высоким видовым богатством с точки зрения малых урбанизированных водоёмов умеренной зоны.

При анализе особенностей альгофлоры изучаемого водоёма в последнее время применяются методы, используемые обычно для выявления флор высших растений (Старцева, 2003; Фитопланктон..., 2003; Тарасова, 2008; Кривина, 2014), предложенные А. И. Толмачёвым (1974). В своих работах он особое внимание уделял оценке видового богатства наиболее богатых по числу таксонов, рангом ниже рода, таксономических единиц различного иерархического уровня (классов, порядков, семейств родов), которые в сумме дают более 40–50% от общего видового богатства и составляют «лицо» флоры.

Наибольшим видовым разнообразием стабильно отличался отдел зелёных водорослей (66 таксонов рангом ниже рода, что составило 33% от общего числа видов, разновидностей и форм водорослей), затем следовали диатомовые (43 таксона и 22%) и сине-зелёные (цианопрокариоты) (40 таксонов и 20%) водоросли. Доля других отделов в формировании альгофлоры составляла менее 20%. Вклад эвгленовых водорослей составил – 15 таксонов и 8%, криптофитовых – 10 таксонов и 5%, стрептофитовых – 9 таксонов и 4%, жёлто-зелёных и динофитовых – 6 таксонов и 3%, золотистых – 1 таксон и < 1%. Сходное соотношение основных отделов водорослей характерно для Куйбышевского водохранилища, в результате заполнения которого и образовался каскад Васильевских озёр (Фитопланктон..., 2003).

В число порядков, наиболее богатых по числу семейств, входили *Chlorococcales* (8 семейств), *Raphales* (5 семейств), *Chroococcales* (4 семейства), *Oscillatoriales* (3 семейства), в число порядков, наиболее богатых по числу родов – *Chlorococcales* (22 рода), *Oscillatoriales* (11 родов), *Chroococcales* (10 родов), *Raphales* (9 родов), *Euglenales* (6 родов).

Состав спектра ведущих порядков по числу таксонов рангом ниже рода выглядел следующим образом. Наиболее таксономически разнообразны были порядки *Chlorococcales* (53 таксона) и *Raphales* (28 таксонов), на долю которых приходилось более 40% водорослей рангом ниже рода.

Высокое таксономическое разнообразие порядков *Chlorococcales*, *Raphales*, *Chroococcales* является традиционным для водоёмов Нижней Волги и низовой реки. Главным отличием спектра ведущих порядков по разнообразию таксонов рангом ниже рода оз. Прудовиков от водоёмов и водотоков Нижней Волги и низовой реки является меньшая таксономическая значимость порядка *Euglenales*, который традиционно занимает 3 место ранжированного ряда спектра в водоёмах данного региона (Фитопланктон Нижней Волги..., 2003). Однако подобная особенность, видимо, вообще свойственна фитопланктону озёр Васильевского каскада (Кривина, 2014).

При анализе альгофлоры изучаемого водоёма были выявлены ведущие семейства, так как именно качественный состав ведущих компонентов семейственного спектра отражает комплекс экологических факторов, историю формирования и современное состояние биоценоза и степень антропогенной нагрузки (Старцева, 2002; Кривина, 2014). В состав спектра ведущих семейств по числу родов вошли *Pseudanabaenaceae* (8 таксонов), *Scenedesmaceae* (7 таксонов), *Chlorellaceae* (6 таксонов), *Euglenaceae* (5 таксонов), по числу видов – *Chlorellaceae* (17 таксонов), *Euglenaceae* (15 таксонов), *Anabaenaceae* (12 таксонов), *Pseudanabaenaceae* (12 таксонов), *Scenedesmaceae* (12 таксонов). Значительное видовое богатство семейства *Euglenaceae* является характерной чертой данного региона, оно по числу родовых и видовых таксонов водорослей в основной массе пресноводных водоёмов традиционно занимает 2–3 место (Фитопланктон..., 2003).

Анализ родового спектра альгофлоры показал, что группа наиболее таксономически значимых родов состоит из 8 таксонов, относящихся к отделам сине-зелёные (1 таксон), диатомовые (2 таксона), криптофитовые (1 таксон), эвгленовые (1 таксон) и зелёные (3 таксона) водоросли. Представителями этих родов сформировано более 30% всего видового богатства водорослей изучаемого водоёма в исследуемые периоды. По своему составу родовой спектр оз. Прудовиков был сходен с фитопланктоном водохранилищ Нижней Волги и низовой реки, однако в изучаемом водоёме была выше значимость родов *Navicula*, *Cryptomonas*, *Euglena*, *Scenedesmus*, а также такие рода, как *Nitzschia*, *Anabaena*, *Monoraphidium*, *Chlamydomonas* вошли в группу таксономически значимых.

Высокие значения по доли участия в формировании видового состава родов *Navicula* и *Scenedesmus* свидетельствуют о высокой концентрации биогенных элементов. Высокая позиция в ранжируемом ряду родового спектра рода *Nitzschia* может быть следствием значительного содержания биогенов. Заметная роль родов *Anabaena* и *Chlamydomonas* является свидетельством усиления степени загрязнённости вод (Старцева, 2002; Трифанова, 1994).

Использование флористических коэффициентов соотношения таксономических рангов показало, что, во-первых, наблюдалась незначительная насыщенность альгофлоры внутривидовыми таксонами, а во-вторых, был низкий уровень родовой насыщенности. Таксономическая структура фитопланктона озера представлена в основном монотипическими родами, что указывает на жёсткие условия существования в экосистеме изучаемого водоёма. Значительная роль эвгленовых водорослей в составе фитопланктона косвенным свидетельством увеличения степени трофии вод, что в данном случае можно связать с сильной антропогенной нагрузкой на изучаемый водоём (Охалкин, 1998).

Согласно Трифановой (1994) видовое богатство водорослей и параметры, его характеризующие, во многом зависят от величины водоёма (Трифанова, 1994). Среднее значение родовой насыщенности оз. Прудовиков за весь период исследования составило 2,4, что примерно равно среднему значению родовой насыщенности, рассчитанному применительно к фитопланктону малых водоёмов урбанизированных территорий Нижегородской области (средняя родковая насыщенность 2,5) (Старцева, 2003). Для более крупных водоёмов, средняя родковая насыщенность, как правило, выше. Так для Куйбышевского водохранилища она равна 4,61, что практически в 2 раза больше, чем для оз. Прудовиков (Фитопланктон..., 2003).

Список литературы

Кривина Е. С., Тарасова Н. Г. Фитопланктон урбанизированного водоёма (на примере оз. Восьмерка, г. Тольятти, Самарская область) I. Эколого-географическая характеристика // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16 № 5 (5). С. 1758–1764.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. М.: Наука, 1975. 240 с.

Номоконова В. И., Выхристюк Л. А., Тарасова Н. Г. Трофический статус Васильевских озёр в окрестностях г. Тольятти // Изв. Самарского науч. центра РАН. 2001. Т. 3, № 2. С. 274–283.

Охапкин А. Г. Видовой состав фитопланктона как показатель условий существования в водотоках разного типа // Бот. журн. 1998. Т. 83. № 9. С. 1–13.

Старцева Н. А., Охапкин А. Г., Юлова Г. А. Фитопланктон как индикатор качества воды малых городских озёр // Проблемы регионального экологического мониторинга: Материалы I науч.-практ. конф. Н. Новгород, 2002. С. 135.

Старцева Н. А., Охапкин А. Г. Состав и структура фитопланктона некоторых пойменных озёр культурного ландшафта (на примере г. Нижнего Новгорода. // Биология внутр. вод. 2003. № 4. С. 35–42.

Тарасова Н. Г. Таксономическое разнообразие фитопланктона реки Илеть // Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Материалы III Всерос. науч. конф. М., 2008. С. 208–210

Толмачёв А. И. Введение в географию растений. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. 243 с.

Трифоновна И. С. Закономерности изменения фитопланктонных сообществ при эвтрофировании озёр: Дис. ... докт. биол. наук в форме науч. докл. СПб., 1994. 77 с.

Фитопланктон Нижней Волги: водохранилища и низовье реки. СПб.: Наука, 2003. 230 с.

Е. Г. Крылова

Комбинированное действие солей никеля и меди на прорастание семян *Rumex aquaticus* (*Polygonaceae*)

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок
E-mail: panova@ibiw.yaroslavl.ru

Введение

Проблема совместного воздействия токсикантов на живые организмы представляет большой интерес, как с теоретической, так и с практической точки зрения. Особенно актуальной эта проблема стала в связи с необходимостью контроля состояния окружающей среды и вытекающей отсюда потребностью в объективной оценке токсичности промышленных и бытовых отходов, которые почти всегда являются многокомпонентными смесями загрязняющих веществ.

Определённый интерес вызывает изучение ответной реакции растений на действие поллютантов, особенно на наиболее важных и уязвимых начальных этапах развития. Изучение комбинированного действия никеля и меди на прорастание семян наземных растений проводилось ранее (Лянгузова, 1999). Исследования влияния тяжёлых металлов (ТМ) на начальные этапы онтогенеза прибрежно-водных растений немногочисленны (Лапиров, Микрякова, 2006; Лапиров, 2008; Крылова, 2010; Крылова, 2011а, 2011б).

Целью данного исследования было определение токсического эффекта действия никеля и меди как отдельно, так и при совместном влиянии на прорастание семян шавеля водного (*Rumex aquaticus* L.).

Материал и методы исследования

Семена *Rumex aquaticus* собирали на мелководьях реки Корожечны Ярославской области в сентябре 2013 г. После холодной влажной стратификации при температуре +4–8°C их по 30 шт. проращивали в люминостате в чашках Петри при температуре 20–25°C на фильтровальной бумаге, смоченной растворами $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в разных концентрациях (1, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 750 и 1000 мг/л). Также были использованы смеси этих солей в соотношении 1:1 в концентрациях 1, 10, 25, 50, 100 и 250 мг/л. Контроль – дистиллированная вода. Повторность опытов трёхкратная, освещённость 3200 лк, фотопериод 9/15 (свет: темнота), продолжительность эксперимента 15 суток. Определяли время (сут.) от начала эксперимента до проклевывания корешком покровов семени (L, лаг-время), время (сут.), в течение которого семена прорастали (P, период прорастания) и количество проросших семян (%) в конце эксперимента (лабораторная всхожесть) (Shiple, Parent, 1991). Статистическую обработку данных проводили с помощью программ «Excel» и «Statistica». Данные представлены в виде средних и их стандартных отклонений.

Результаты исследования и их обсуждение

Семена во всех вариантах прорастали дружно – лаг-время было сходно с контрольными значениями (табл.).

Близкие с контрольным значением показатели лаг-времени свидетельствуют о нормальном дозревании семян и их хорошей способности к прорастанию. Однако некоторые концентрации тормозят начальные этапы прорастания при набухании семян, о чем свидетельствует увеличение периода прорастания. Период прорастания достоверно отличался от контрольного значения при комби-

нированном действии ТМ в концентрациях 1 и 50 мг/л, а также при действии каждого металла отдельно в концентрации 25 мг/л.

Таблица. Основные показатели прорастания семян щавеля водного в растворах солей никеля и меди

ПП	Варианты опыта																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
L	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	0	3	0	0	0	0
P	7	8	8	10	7	9	8	10	10	9	8	9	10	8	0	8	0	0	0	0

Примечание: ПП – показатели прорастания; варианты опыта: 1 – контроль; 2 – Ni 1 мг/л; 3 – Cu 1 мг/л; 4 – Ni +Cu 1 мг/л; 5 – Ni 10 мг/л; 6 – Cu 10 мг/л; 7 – Ni +Cu 10 мг/л; 8 – Ni 25 мг/л; 9 – Cu 25 мг/л; 10 – Ni +Cu 25 мг/л; 11 – Ni 50 мг/л; 12 – Cu 50 мг/л; 13 – Ni +Cu 50 мг/л; 14 – Ni 100 мг/л; 15 – Cu 100 мг/л; 16 – Ni +Cu 100 мг/л; 17 – Ni 250 мг/л; 18 – Cu 250 мг/л; 19 – Ni 500 мг/л; 20 – Cu 500 мг/л.

Что же касается лабораторной всхожести, то было отмечено угнетение процесса прорастания по сравнению с контрольным значением во всех вариантах опыта (рис.). Сульфат никеля при увеличении его концентрации уменьшал лабораторную всхожесть семян постепенно. Достоверные различия с контрольными значениями были отмечены при 1, 25, 50 и 100 мг/л. Сульфат меди изменял лабораторную всхожесть при увеличении его концентрации волнообразно и достоверные различия были отмечены только при 50 мг/л. Уменьшение токсичности меди при 10 мг/л могло быть связано с активацией защитных механизмов от действия ТМ за счёт образования комплексов с низкомолекулярными соединениями в клетке. Подобное явление было обнаружено нами у других видов и отмечено в литературе (Розенцвет и др., 2003). Однако медь для семян этого вида оказалась токсичнее никеля. Для обоих металлов был отмечен предел токсичности – для никеля между 100 и 250 мг/л, для меди между 50 и 100 мг/л. При 250–1000 мг/л ТМ семена не прорастали.

При комбинированном действии двух металлов были выявлены некоторые закономерности. Концентрация 1 мг/л не изменяла проявления токсичности каждого металла в отдельности и не давала достоверных различий значений лабораторной всхожести с контрольными. При 10 мг/л металлов лабораторная всхожесть имела среднее значение от суммы токсических эффектов каждого металла в отдельности, хотя достоверных различий с контролем не наблюдалось. При более высоких концентрациях (25–100 мг/л) наблюдался антагонизм в действии никеля и меди – лабораторная всхожесть возрастала, металлы уменьшали токсическое действие друг друга. При 250 мг/л прорастания семян не отмечено, как и при действии каждого металла в отдельности.

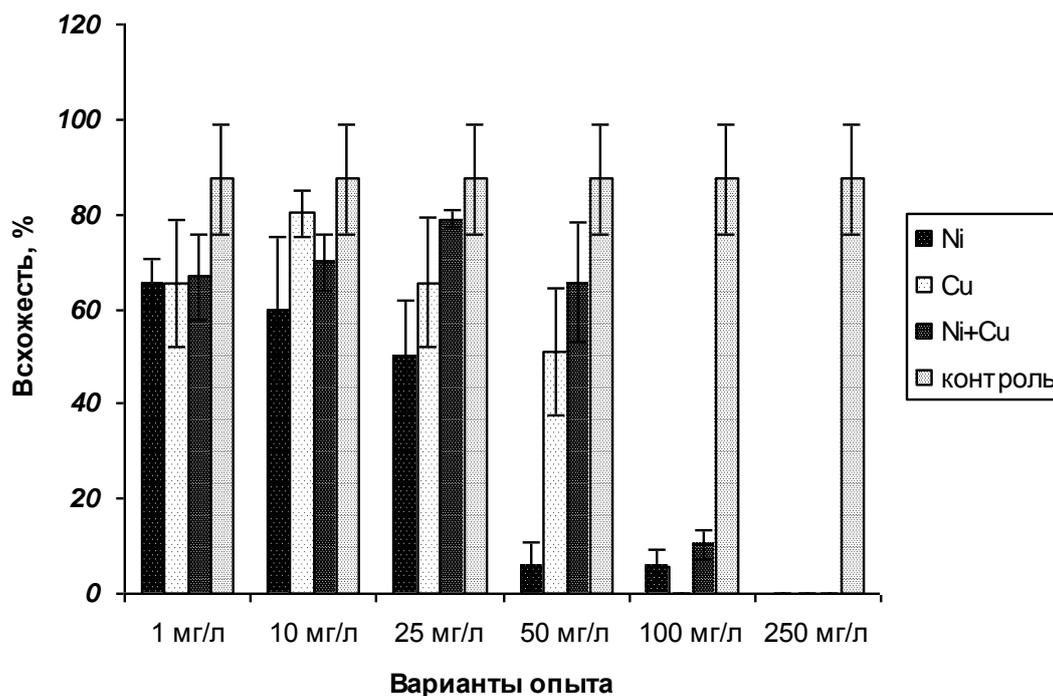


Рис. Влияние никеля и меди на лабораторную всхожесть семян щавеля водного.

Ранее в литературе было отмечено, что при наличии в растворе различных элементов их взаимодействие носит конкурентный или неконкурентный характер и проявляется в явлениях антагонизма и синергизма в зависимости от свойств элементов, их концентрации и соотношений в растворе. Антагонизм проявляется при больших, а синергизм – при малых концентрациях ионов в растворе (Дмитриева и др., 2002). Отмечено также, что высокие концентрации никеля снижают поглощение меди, что связано, вероятно, с конкуренцией за переносчик, транспортирующий их через мембрану (Mischra, 1974).

Наши результаты, полученные при изучении влияния сульфатов никеля и меди, показали, что при 25–100 мг/л проявляется антагонизм в действии металлов, при 10 мг/л – синергизм. Чаще смеси ТМ оказывают аддитивные эффекты (вещества не влияют на характер действия друг друга). Подобный эффект отмечен нами при совместном действии солей в концентрации 1 мг/л. Интересно отметить, что такой же характер влияния солей никеля и меди был выявлен при их комбинированном действии на прорастание семян черники (Лянгузова, 1999).

Заключение

1) При отдельном действии сульфатов никеля и меди на прорастание семян щавеля водного выявлен предел их токсичности.

2) При комбинированном действии этих солей отмечена смена характера их влияния друг на друга: при возрастании концентрации синергизм переходит в антагонизм.

Список литературы

Дмитриева А. Г., Кожанова О. Н., Дронина Н. Л. Физиология растительных организмов и роль металлов. М. Изд-во Моск. ун-та, 2002. 160 с.

Крылова Е. Г. Влияние солей никеля, меди и цинка на прорастание семян и начальные этапы онтогенеза поручейника широколистного (*Sium latifolium* L.) и камыша лесного (*Scirpus sylvaticus* L.) // Биология внутр. вод. 2011а. № 4. С. 72–78.

Крылова Е. Г. Влияние сульфата никеля на прорастание семян и развитие проростков прибрежно-водных растений // Journal of Siberian Federal University. Biology 4 (2009 № 2). март 2010 (т.3, № 1). С. 99–106.

Крылова Е. Г., Васильева Н. В. Действие сульфата никеля на начальные этапы онтогенеза растений трёх видов рода *Bidens* (Asteraceae) // Раст. ресурсы. 2011б. Т. 47, вып. 1. С. 65–71.

Лапиров А. Г. Влияние некоторых тяжёлых металлов на прорастание семян и развитие проростков *Alisma plantago-aquatica* (Alismataceae) и *Bidens tripartita* (Asteraceae) // Раст. ресурсы. 2008. Т. 44, вып. 4. С. 98–106.

Лапиров А. Г., Мукрякова Т. Ф. Влияние меди на формирование проростков частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica* L.) // Биология внутр. вод. 2006. № 4. С. 72–76.

Лянгузова И. В. Влияние никели и меди на прорастание семян и формирование проростков черники // Физиология растений. 1999. Т. 46. № 3. С. 500–502.

Mishra D., Kar M. Nickel in plant growth and metabolism // Bot. Rev. 1974. Vol. 40. №4. P. 395–452.

Shiple B., Patern M. Germination responses of 64 wetland species in relation to seed size, minimum time to re-production and seedling relative growth rate // Functional Ecology. 1991. Vol. 5. № 1. P. 111–118.

Urška Kuhar, Mateja Germ*, Alenka Gaberščik

Macrophytes in watercourses in different hydroecoregions in Slovenia

Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenia,

* – corresponding author

Abstract. The paper summarises macrophyte distribution and abundance in the watercourses in Slovenia. Macrophytes were surveyed in Dinaride, Pannonian lowland and Po lowland hydroecoregions. These hydroecoregions differed in macrophyte species richness and abundance. 104 plant taxa were found altogether. In Dinaride hydroecoregion we recorded 89 macrophyte taxa, in Pannonian lowland hydroecoregion 72 and in Po lowland hydroecoregion 17 taxa. The analysis revealed that the variability in macrophyte community was significantly affected by all studied environmental variables, while their importance differed among hydroecoregions.

Introduction

In running waters aquatic vegetation is influenced by some abiotic factors like stream velocity, substrate material, light availability, river depth and width, pH and nutrient concentration (Uzule, 2013). Macrophytes are ideal nursing habitats for juvenile specimens of various fish species and provide favourable conditions for other aquatic animals (rhizopods, ciliates, hydras, oligochaetes and chironomid larvae) (Lebedeva, Lapirov, 2009). Slovenia is characterised by high plant diversity, which is more pronounced in terrestrial than in aquatic habitats (Pregled..., 2001). Nevertheless we detected high macrophyte diversity al-

so in watercourses (Kuhar et al., 2009). The main reasons for species richness are heterogeneous geomorphology with carbonate rocks presenting over 40% of Slovenian territory and variable climate ranging from mediterranean to temperate continental, resulting in the gradient of precipitation rate. Slovenian territory consists of four hydroecoregions namely Alpine, Dinaride, Pannonian lowland and Po lowland hydroecoregions, therefore it is transition area supporting a variety of species. Slovenia has very variable relief which ranges from 0–2864 m. Nearly 60% of the territory is covered by forest, while agriculture areas are located mainly in lowlands beside the rivers. These properties along with anthropogenic activity determine the properties of different watersheds and consequently the quality of aquatic ecosystem.

The aim of our work was to study the distribution and abundance of macrophytes in Slovenian watercourses of Dinaride, Pannonian lowland and Po lowland hydroecoregions. We hypothesised that the macrophyte community will differ among different hydroecoregions depending on environmental characteristics of watercourses.

Material and methods

Macrophytes and their habitat survey

1047 stream reaches of 36 Slovenian watercourses, with a total length of 639 km were surveyed. 431 km (739 reaches) were from hydroecoregion Dinarides, 194 km (289 reaches) from Pannonian lowland and 14 km (19 reaches) from Po lowland. The majority of watercourses were investigated over the whole stream course. Macrophyte species abundance in each stream reach was estimated using a five-degree scale: 1 = very rare; 2 = infrequent; 3 = common; 4 = frequent; 5 = abundant, predominant (Kohler, 1978; Kohler, Janauer, 1995). At the same time parameters describing land-use, riparian zone and stream channel were surveyed using the modified Riparian, Channel and Environmental (RCE) Inventory proposed by Petersen (Petersen, 1992). The inventory comprises 11 parameters, each describing 4 levels of environmental gradient. The parameters include land-use type beyond the riparian zone, characteristics of the riparian zone (width, completeness and vegetation type) and morphology of the stream channel (bank structure and undercutting, occurrence of retention structures and sediment accumulation, type of stream bottom and detritus, and dynamic of the flow (occurrence of riffles, pools and meanders)) (Germ et al., 2000; Kuhar et al., 2007).

Statistical analysis

Canonical correspondence analysis (CCA) was used to assess the relationship between plant species composition and abundance and environmental parameters. Analyses were performed using Canoco for Windows Version 4.5.

Results and Discussion

The obtained results confirmed high macrophyte diversity, as it was shown in previous studies [4]. 104 macrophyte taxa were found altogether. In Dinaride hydroecoregion 89 taxa were recorded, in Pannonian lowland hydroecoregion we found 72 taxa, while in Po lowland hydroecoregion where we surveyed in total 14 km we found 17 taxa.

Taxa occurring in the highest number of watercourses were *Iris pseudacorus*, *Lythrum salicaria*, *Mentha aquatica*, *Myriophyllum spicatum*, *Phalaris arundinacea*, *Potamogeton crispus*, *Sparganium sp.* and *Myosotis scorpioides*. According to a proportion of total surveyed stream length in which individual taxa occurred, the most spread taxa were *M. spicatum*, *P. arundinacea*, *L. salicaria*, *Sparganium sp.*, *I. pseudacorus* and *Veronica anagallis-aquatica*. According to the relative plant mass the leading species was *M. spicatum*, followed by bryophytes and taxa *P. arundinacea*, *P. nodosus*, *Elodea canadensis*, *Sparganium sp.* and *P. natans*. High proportion of taxa occurred in low number of reaches and was not abundant.

The relative plant mass of single taxa differed between hydroecoregions. In the Dinarides hydroecoregion bryophytes and *M. spicatum* were the leading taxa, followed by *E. canadensis*, *P. arundinacea*, *Sparganium sp.*, and *P. natans*. In the Pannonian lowland hydroecoregion *M. spicatum* and *P. nodosus* were the leading species, followed by *Potamogeton pectinatus*, *Ceratophyllum demersum* and *P. arundinacea*. In Po lowland hydroecoregion species *P. nodosus* and *M. spicatum* had the highest relative plant mass.

The CCA analysis revealed that the variability in macrophyte community was significantly affected by all studied environmental variables. Variables that explained most of the variance were land-use type beyond the riparian zone, detritus, completeness of riparian zone and type of stream bottom (Figure 1). The separate analysis of data from Dinaride and Pannonian lowland hydroecoregions revealed that in the Dinaride hydroecoregion the highest percentage of variance was explained by detritus and completeness of riparian zone and in the Pannonian lowland hydroecoregion by bank undercutting and completeness of riparian zone.

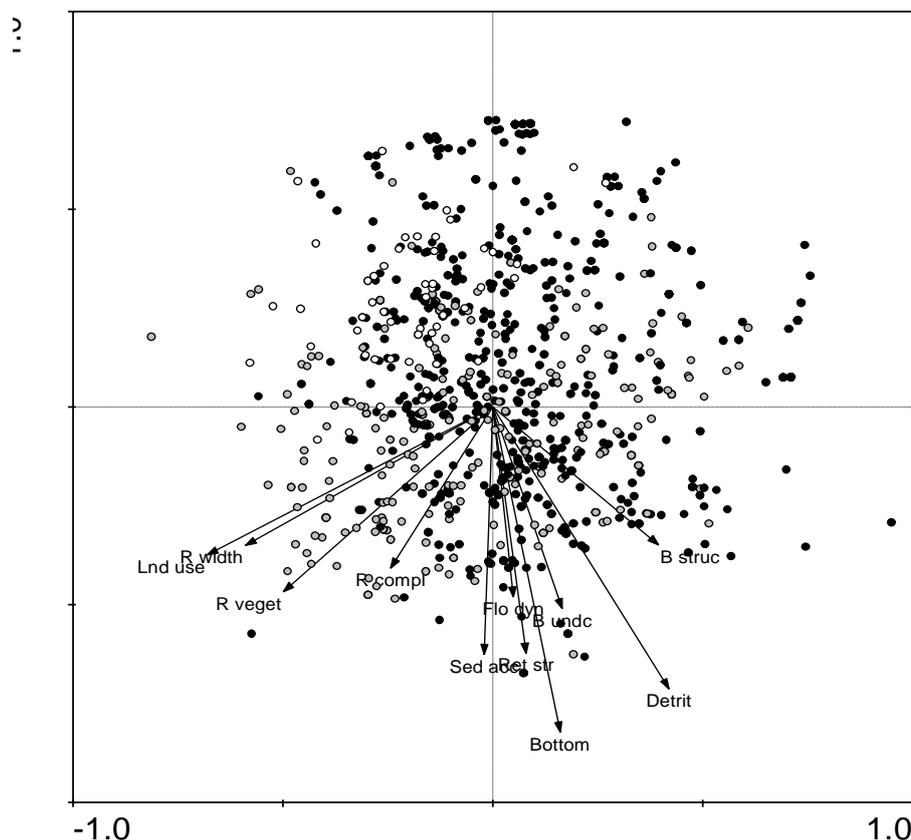


Figure 1: CCA ordination diagram of the first two canonical axes with reaches (points) and environmental variables (arrows). Black – reaches from Dinaride hydroecoregion, grey – reaches from Pannonian lowland hydroecoregion, white – reaches from Po lowland hydroecoregion. Lnd use – land-use type beyond the riparian zone, R width – width of riparian zone, R compl – completeness of riparian zone, R veget – vegetation of riparian zone, Ret str – retention structures, Sed acc – sediment accumulation, B struc – bank structure, B undc – bank undercutting, Bottom – stream bottom, Flo dyn – flow dynamics, Detrit – detritus.

Conclusions

We conclude that Slovenian watercourses support rich macrophyte community. The communities differed among hydroecoregions. The analysis revealed that the variability in macrophyte community of examined Slovenian watercourses was significantly affected by all studied environmental variables.

Acknowledgements

This research was financed by the Ministry of Higher Education, Science and Technology of the Republic of Slovenia through the programmes “Biology of plants” (P1-0212) and “Young researchers” (3311-04-831246), and by the Austrian Federal Ministry of Education, Science and Culture (MIDCC project). The financial support is gratefully acknowledged.

References

- Germ M., Gaberščik A., Urbanc-Berčič O. The wider environmental assessment of river ecosystems. *Acta Biol. Sloven.* 2000. Vol. 43. P. 13–19.
- Kohler A. Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft + Stadt.* 1978. Vol. 10. No. 2. P. 73–85.
- Kohler A., Janauer G.A. Zur Methodik der Untersuchung von aquatischen Makrophyten in Fließgewässern. In: Steinberg, C., Bernhardt, H., Klapper, H. (Eds.). *Handbuch Angewandte Limnologie.* 1995. VIII–1.1.3. Ecomed Verlag, Landsberg/Lech. P. 3–22.
- Kuhar U., Gregorc T., Renčelj M., Šraj-Kržič N., Gaberščik A. Distribution of macrophytes and condition of the physical environment of streams flowing through agricultural landscape in north-eastern Slovenia. *Limnologica.* 2007. Vol. 37. P. 146–154.
- Kuhar U., Kržič N., Germ M., Gaberščik A. Habitat characteristics of threatened macrophyte species in the watercourses of Slovenia. *Verh. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.* 2009. Vol. 30. P. 754–756.
- Lebedeva O. A., Lapirov A. G. The rhythm of the seasonal development and morphological polyvariation of *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach at the Rybinsk Reservoir. *Inland Water Biology.* 2009. Vol. 2. No. 3. P. 223–227.
- Petersen R. C. The RCE: a Riparian, Channel, and Environmental Inventory for small streams in the agricultural landscape. *Freshw. Biol.* 1992. Vol. 27. P. 295–306.

Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji// urednika Branka Hlad in Peter Skoberne, Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor - Agencija RS za okolje, 2001. 224 p.

Uzule L. Environmental factors influencing the macrophyte species composition and diversity in streams of the abava basin, Latvia. Acta Biol. Univ. Daugavp. 2013. Vol. 13. No. 1. P. 149–156.

Г. Е. Лазоренко

Индикация экологического состояния черноморских макрофитов с использованием природного радионуклида ^{210}Po

Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН
299011 Россия, Республика Крым, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2. E-mail: g.e.lazorenko@gmail.com

Внимание к изучению поведения в среде природных радионуклидов и их концентрированию гидробионтами обусловлено поступлением таковых в моря и океаны с атмосферными осадками, промышленными отходами химических предприятий по переработке руд, содержащих уран, торий, редкоземельные элементы, фосфор, и пластовыми водами морских буровых платформ (Hofmann et al., 2000; OSPAR Commission, 2002, 2009). Среди естественных радионуклидов, поступающих в морскую среду, наибольшего внимания заслуживает ^{210}Po , последний радионуклид в цепи распада природного радиоактивного ряда ^{238}U – ^{226}Ra . Биологическая роль ^{210}Po ещё не установлена до конца, однако известно, что он активно аккумулируется морскими организмами, вовлекается в них в биохимические процессы и рассматривается как природный трассер пищевых взаимосвязей гидробионтов (Cherry, Shannon, 1974; Neugaud, Cherry, 1993). Среди морских организмов наименее изученными по отношению к ^{210}Po являются макрофиты, несмотря на то, что некоторые из них включены МКРЗ (Международный Комитет Радиационной Защиты при ООН) в перечень индикаторных видов для оценок радиационного загрязнения морской биоты (Higley, 2007).

Учитывая свойства ^{210}Po , а также коммерческое использование макрофитов, нами исследовалась способность черноморских водорослей аккумулировать этот радионуклид в разных условиях обитания. Проведение этого направления работ было инициировано МАГАТЭ в рамках его Регионального технического проекта «Оценка состояния морской среды Чёрного моря» (RER/2/003, 1998–2003 гг.) для сравнения влияния природной радиоактивности и чернобыльских радионуклидов на черноморские гидробионты (Радиоэкологический отклик..., 2008).

Материалы и методы. В прибрежной зоне Севастопольского морского региона макроводоросли (табл.) отбирали в бухтах Стрелецкой, Камышовой и Ласпи (рис. 1). Каждая из бухт характеризуется своими гидрологическими и гидрохимическими показателями и разной степенью загрязнённости среды (Радиоэкологический отклик..., 2008).

В северо-западной части Чёрного моря в 70-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в 2011 г. впервые были отобраны пробы филофоры с филофорного поля Зернова (ФПЗ) и малого филофорного поля (МФП) в районе Каркинитского залива.

Определение ^{210}Po в пробах макрофитов и воды, взятой с поверхности моря в местах их отбора, проводили в соответствии с радиохимическими методиками, усовершенствованными в РИСОЕ Национальной Лаборатории (Дания) (Chen et al., 1998), с учетом рекомендаций регламентирующих организаций (Методические рекомендации..., 1980). Для оценки химического выхода ^{210}Po при проведении радиохимического анализа в качестве трассера использовали эталонный раствор ^{208}Po (фирма-изготовитель – АЕА Technology, Великобритания) с периодом полураспада 2,898 г. и энергией альфа-излучения, равной 5,114 МэВ. Конечный этап радиохимической процедуры – спонтанное осаждение обоих изотопов полония из рабочих растворов на диски из серебряной фольги. Измерение ^{208}Po и ^{210}Po проводили на альфа-спектрометре ОСТЕТЕ РС фирмы EG&G ORTEC (производства США). Фоновые измерения для восьми детекторов, входящих в состав измерительной системы, составляли 10^{-5} имп с $^{-1}$. Расчёт количества импульсов в каждом конкретном пике альфа-спектра проводится автоматически программой Maestrotm II, модель А64–В1, созданной фирмой EG&G ORTEC. Статистическую обработку результатов производили согласно принятым в МАГАТЭ методам (Maier, 1999). Допустимая погрешность определения ^{210}Po в исследованных водорослях и пробах воды не превышала 10 и 20%, соответственно. Результаты измерений концентраций ^{210}Po выражали в Бк кг $^{-1}$ сырой массы для гидробионтов и Бк м $^{-3}$ – для воды.

Таблица. Название исследованных черноморских макрофитов (по: Мильчакова, 2003)

Русское название водоросли	Латинское название водоросли
Филлофора курчавая	<i>Phyllophora crispa</i> (Hudson) P. S. Dixon, 1964. [<i>Ph. nervosa</i> (A. P. de Candolle) Greville]
Коккотилус усеченный	<i>Coccotylus truncatus</i> (Pallas) M. J. Wynne & J. N. Heine, 1992
Лауренсия	<i>Laurencia obtusa</i> (Huds.) Lamour.
Цистозира косматая	<i>Cystoseira crinita</i> (Desf.) Bory
Ульва	<i>Ulva rigida</i> C. Agardh
Энтероморфа	<i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) Nees



Рис 1. Карта-схема бухт, в которых производился отбор макроводорослей в Севастопольском морском районе.

Результаты и обсуждение. Исследование черноморских макроводорослей, отобранных в разных бухтах Севастополя позволило нам установить, что аккумуляция ^{210}Po представителями разных таксонов отражается рядом убывания: Rhodophyta > Phaeophyta > Chlorophyta (рис. 2) и соответствует самым первым определениям этого радионуклида в гидробионтах Чёрного моря (Гродзинский, 1965; Aarkrog et al., 1997).

При сравнении концентраций ^{210}Po в целых талломах цистозир, отобранных в разных бухтах Севастопольской морской акватории, установлено, что их величины были выше в пробах из бухты Ласпи почти на 19–31% по сравнению с таковыми из бухты Стрелецкой и Камышевой, соответственно (рис. 3). Это может быть обусловлено менее благоприятными экологическими условиями в последних двух бухтах, которые являются полузакрытыми по отношению к открытым участкам моря и находятся под постоянным влиянием перемещения в них судов разного предназначения и тоннажа. Среди этих бухт бухта Камышевая является наиболее загруженной в связи с интенсивным использованием её акватории и стоянок вдоль пирсов для движения и погрузочно-разгрузочных работ больших транспортных судов по перевозке металлов и других грузов, а также для загрузки танкеров нефтепродуктами. Стрелецкая бухта использовалась для перемещения в её водах относительно небольших, зачастую прогулочных катеров и их вклад в загрязнение среды, донных отложений и обитающих в соответствующих условиях макроводорослей существенно ниже (рис. 3).

Разница в величинах концентраций ^{210}Po в цистозире из разных бухт может быть обусловлена разными уровнями загрязнения в открытых для водообмена акваториях и относительно закрытых бухтах, в которых наблюдается снижение прозрачности воды, особенно при повышенных температурах среды в летний период, а также увеличение количества обрастаний и оседания мелкой взвеси органического происхождения на водорослях, что способствует уменьшению скоростей обменных процессов со средой, в том числе при аккумуляции ^{210}Po .

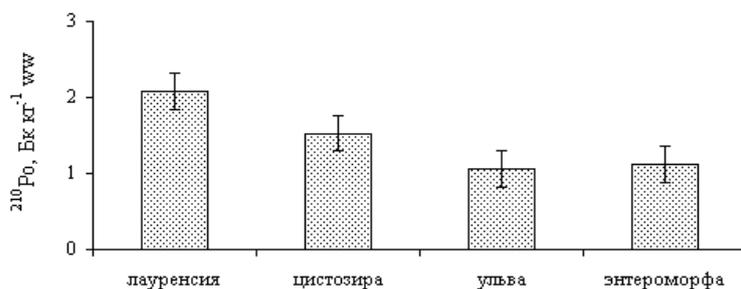


Рис. 2. Максимальные концентрации ^{210}Po в черноморских макрофитах из Севастопольских бухт: ww – сырая масса.

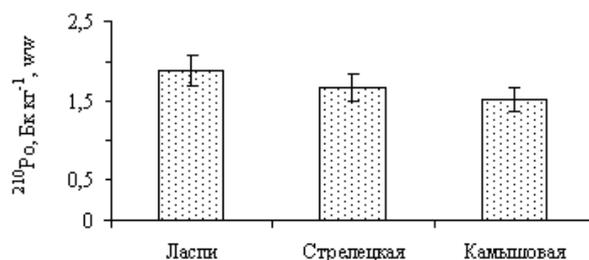


Рис. 3. Максимальные концентрации ²¹⁰Po в цистозире из бухт Севастополя: ww – сырая масса.

Влияние степени водообмена с открытыми частями моря акваторий, в которых обитают макрофиты, на уровни концентрирования ими ²¹⁰Po, было отмечено для других морских регионов (Wong et al., 1972; Hodge et al., 1974; Gouvea et al., 1988). Так, при исследовании бурой водоросли *Macrocystis pyrifera* было установлено, что кроме освещённости, прозрачности воды и температуры, на её ростовые показатели влияет увеличение числа других гидробионтов в местах их совместного сосуществования, что способствует поступлению в среду дополнительно разных продуктов жизнедеятельности, перераспределение которых зависит от степени интенсивности водообмена в открытых и полузакрытых прибрежных районах (Hodge et al., 1974).

Исследование верхушечных веточек III–IV порядков черноморской цистозире из наиболее экологически чистой бухты Ласпи показало, что концентрации ²¹⁰Po в них (2,3–2,7 Бк кг⁻¹ сырой массы) были на 21,7–42,9% выше, чем в целых талломах водоросли. Скорее всего, этот эффект может быть связан с более интенсивным обменом веществ у молодых образований и изменением их ростовых показателей. В гигантской бурой водоросли *Pelagophycus porra* также была выявлена существенная разница в уровнях накопления ²¹⁰Po разными структурными элементами, отвечающих за жизненно важные функции в самом гидробионте (Wong et al., 1972; Hodge et al., 1974). Следовательно, отмеченные тенденции проявляются в различной степени в исследованных нами и другими авторами видах морских макроводорослей.

Концентрации ²¹⁰Po в черноморских макроводорослях из бухт Севастополя находятся в пределах диапазона величин (0,2–15 Бк·кг⁻¹ сырой массы), рекомендованных МКРЗ для бурых водорослей, как видов-индикаторов в радиоэкологических исследованиях (Higley, 2007).

Средняя концентрация ²¹⁰Po в поверхностной воде бухт Стрелецкой и Камышовой во время отбора проб водорослей составила 0,75 Бк·м⁻³. Рассчитанные нами максимальные величины коэффициентов накопления (Кн) ²¹⁰Po, определяемые на сырую массу как отношение концентраций радионуклида в гидробионте и воде (Polikarov, 1966; IAEA, 2004; ISRN, 2004), возрастали от 1,5·10³ для ульвы до 2,5·10³ для цистозире и 2,8·10³ – для лауренсии (Лазоренко, 2000; Lazorenko, Polikarov, 2002; Lazorenko et al., 2009). Рассчитанные Кн ²¹⁰Po для молодых веточек цистозире из бухты Ласпи при его концентрации в воде 0,84 Бк·м⁻³ изменялись от 2,7·10³ до 3,2·10³ на сырую массу водоросли. Полученные нами результаты соответствуют обобщённым рекомендованным для бурых водорослей величинам (IAEA, 2004; ISRN, 2004).

Определение ²¹⁰Po в образцах филлофоры из двух заповедных зон северо-западной части Чёрного моря – ФПЗ и МФП, свидетельствует о существенной разнице в величинах концентраций этого радионуклида в исследованных водорослях (рис. 4).

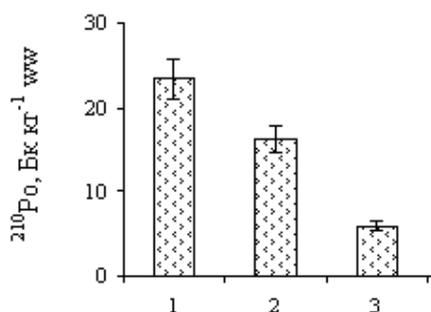


Рис. 4. Концентрации ²¹⁰Po в филлофоре из заповедных зон северо-западной части Чёрного моря: 1 – *C. truncatus* (ФПЗ), 2 – *C. truncates* (МФП), 3 – *Ph. crispa* (МФП).

Концентрации ^{210}Po в филлофоре *C. truncates* из ФПЗ почти на 40% выше, чем для этого же вида из района МФП. Установленная разница в уровнях аккумуляции ^{210}Po водорослями может быть обусловлена их видовой принадлежностью, особенностями их биотопов и уровнями загрязнения в местах их обитания, которые значительно отличаются для этих районов северо-западной части Чёрного моря (Радиоэкологический отклик..., 2008).

С учётом средней концентрации ^{210}Po в поверхностной воде открытой части моря в районах ФПЗ и МФЗ, равной $1,0 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$, для филлофоры были рассчитаны Кн этого радионуклида. На сырую массу водорослей они составили $(16,3\text{--}23,5) \cdot 10^3$ для *C. truncatus* и $5,9 \cdot 10^3$ – для *Ph. crispa*. Как видно, размах их величин превышает Кн для красной водоросли лауренсии из бухт Севастополя в 2,1–8,4 раза (Лазоренко, 2014).

Вывод. Определение ^{210}Po в разных видах макрофитов их бухт Севастопольского морского района и филлофоре из заповедных зон северо-западной части Чёрного моря позволяют оценивать их экологическое состояние и сравнивать видовую принадлежность с помощью чувствительного природного радиоактивного индикатора.

Список литературы

- Гродзинський Д. М. Естественная радиоактивность растений и почв. Киев: Наукова думка, 1965. 216 с.
- Лазоренко Г. Е. ^{210}Po в гидробионтах Чёрного моря // Чтения памяти Н. В. Тимофеева-Ресовского: 100-летию со дня рождения Н. В. Тимофеева-Ресовского посвящается. Севастополь, 2000. С. 108–125.
- Лазоренко Г. Е. ^{210}Po как природный индикатор видовой принадлежности и экологического состояния филлофоры в заповедных зонах северо-западной части Чёрного моря // Биоразнообразие и устойчивое развитие. Материалы докл. на III междунар. науч.-практ. конф. Симферополь, 2014. С. 181–183.
- Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды / Под ред. А. Н. Мареев, А. С. Зыковой. М., 1980. 356 с.
- Радиоэкологический отклик Чёрного моря на чернобыльскую аварию / Под ред. Г. Г. Поликарпова и В. Н. Егорова. Севастополь, 2008. 667 с.
- Aarkrog A., Baxter M. S., Bettencourt A. O. et al. A comparison of doses from ^{137}Cs and ^{210}Po in marine food: A Major International Study // J. Environ. Radioactivity. 1997. Vol. 34. P. 69–90.
- Chen Q., Dalhgaard H., Nielsen S. P., Aarkrog A. Determination of ^{210}Po and ^{210}Pb in Mussel, Fish, Sediment, Petroleum // Department of Nuclear Safety Research and Facilities, Risø National Laboratory, Denmark, 1998. 10 p.
- Cherry R. D., Shannon L. V. The alpha radioactivity of marine organisms // Atomic Energy Rev. 1974. Vol. 12. P. 3–45.
- Cherry R. D., Heyraud M. Lead-210 and polonium-210 in the World's Ocean // Inventories of selected radionuclides in the oceans (IAEA-TECDOC-481). Vienna, 1988. P. 139–158.
- Gouvea R. C., Catelo Branco M. E., Santos P. L. Accumulation of ^{210}Po by benthic marine algae // Environ. Technol. Lett. 1988. Vol. 9, Is. 8. P. 891–897.
- Heyraud M., Cherry R. D. Polonium-210 and lead-210 in marine food chains // Marine Biology. 1979. Vol. 52. P. 227–236.
- Higley K. A. ICRP C5 Update // ICRP Committee Protect Meeting. Vienna, 2007. 67 p.
- Hodge V. F., Hoffman F. L., Folsom T. R. Rapid accumulation of plutonium and polonium on giant brown algae // Health Physics. 1974. Vol. 27, Is. 1. P. 29–35.
- Hofmann J., Leicht R., Wingender H. J., Wörner J. Natural radionuclide concentrations in materials processed in the chemical industry and the related radiological impact // European Commission "Nuclear Safety and the Environment", Directorate-General Environment: Report EUR 19264, 2000. 115 p.
- IAEA. Sediment distribution coefficients and concentration factors for biota in the marine environment // IAEA Technical Reports Series. Vienna. 2004, № 422. 103 p.
- ISRN. Institute de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Cadarache Fiche Radionuclide: Polonium-210 et environment / ISRN, Direction de l'environnement et de l'intervention: Service d'étude du comportement des radionucléides dans les écosystèmes / Eds. F. Coppin, S. Roussel-Debet, 2003. Cadarache, 2004. 24 p.
- Lazorenko G. E., Polikarpov G. G. ^{210}Po in the Black Sea hydrobionts // Radioprotection-Colloques. 2002. Vol. 37. P. 821–826.
- Lazorenko G., Polikarpov G., Osvath I. ^{210}Po accumulation by components of the Black Sea ecosystem // Radioprotection. 2009. Vol. 44, № 5. P. 981–986.
- OSPAR Commission. Discharges of radioactive substances into the maritime area by non-nuclear industries // Radioactive Substances Series. London, 2002. 60 p.
- OSPAR Commission. Assessment of impacts of offshore oil and gas activities in the North-East Atlantic // Offshore Industry Series. London, 2009. 40 p.
- Mayer K. Basics and essentials of statistics / European Commission, Joint Research Centre, Institute for Transuranium Elements. Karlsruhe, 1999. 320 p.
- Polikarpov G. G. Radioecology of Aquatic Organisms / Eds. V. Schults, A. Klement, Jr. – Amsterdam: North-Holland Publ. Co. – New York, 1966. 314 p.

А. Г. Лапиров¹, Л. М. Киприянова²

О морфологии клубней представителей рода *Stuckenia*

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок
E-mail: lapir@ibiw.yaroslavl.ru

² Институт водных и экологических проблем СО РАН, Новосибирский филиал
630090 Россия, г. Новосибирск, Морской проспект. E-mail: kipr@iwer.nsc.ru

Подземные вегетативные пропагулы (=диаспоры, диссемины, Жмылев и др., 2005), играющие важную роль в распространении, рассеивании и перезимовке водных макрофитов (Madsen, Adams, 1988; Sculthorpe 1967) – один из важнейших этапов индивидуального развития некоторых укореняющихся водных растений. У рдестов, в обычных американских ботанических текстах, их называют зимние почки, зимние клубнелуковицы, клубни, турионы (Kantrud, 1990). Подобная множественность так называемых «вариантов репродуктивного цикла» (по: Wiegleb, Bruh, 1991) создаёт для каждого вида рдестов возможность, в различных условиях окружающей среды, использовать тот или набор пропагул для рассеивания, регенерации и размножения (Vári, 2012).

По современным данным семейство *Potamogetonaceae* (рдестовые) включает 80 видов и 105 гибридов и разделено на три рода: *Potamogeton* (около 72 видов и 99 гибридов), монотипный *Groenlandia* и *Stuckenia* с 7 видами и 6 гибридами (Kaplan et al., 2013). Некоторые представители последнего рода и были объектами нашего исследования в плане изучения их подземных вегетативных пропагул.

Штукения гребенчатая (*Stuckenia pectinata* (L.) Börner) – один из наиболее широко известных и распространённых видов, встречающихся на всех континентах мира, кроме Антарктиды. Растёт в широком диапазоне сред обитания, в основном, от мезотрофных до эвтрофных, от стоячих до проточных вод, наиболее часто в прудах, озёрах и реках (Kaplan, 2008). Поэтому неудивительно, что из всех представителей рода *Stuckenia* наибольшее число исследований посвящено этому растению³. В них отражены биологические особенности подземных вегетативных пропагул *S. pectinata*, называемых большинством авторов клубнями. Здесь влияние глубины посадки и размера клубней на темпы роста растений, роль фотопериода, уровня питательных веществ в почве, веса растений, длины дня и широты происхождения растений на развитие и обилие клубней, влияние обработки растений гербицидами на размер клубней, особенности прорастания клубней и др. (Madsen, Adams, 1987; Spencer, 1987; Spencer et al., 1989, 1993; Spencer, Ksander, 1995; van Vierssen et al., 1994; Santamaría, García, 2004 и др.).

Несмотря на имеющееся обилие разноплановых работ, касающихся вегетативных диаспор рдеста гребенчатого, исследований, посвященных структурным особенностям клубней, крайне мало (Irmisch, 1858; Yeo, 1965, 1966). Сведения, содержащиеся в этих статьях, малоинформативные и касаются лишь внешних, хорошо заметных при наблюдениях невооружённым глазом черт их строения. Наиболее полно морфологические особенности клубней этого растения рассмотрены в ряде наших более ранних работ (Петухова, Лапиров, 1983; Лапиров, 1988, 1995).

По другим модельным видам рдестов рода *Stuckenia* – *Stuckenia macrocarpa* (Dobrochot.) Tzvelev и *Stuckenia chakassiensis* (Kaschina) Klinkova, взятыми нами для изучения, литературные данные по структурным особенностям клубней отсутствуют.

Исходя из вышеизложенного, цель нашей работы – сравнительный анализ морфологических особенностей клубней некоторых представителей рода *Stuckenia*.

В кратком сообщении дать подробный анализ морфологического строения клубней достаточно сложно, поэтому здесь мы остановимся лишь на самых важных сходных и отличительных структурных особенностях. Так, наши исследования показали, что строение клубней всех исследованных видов такое же, как и у описанного нами ранее рдеста гребенчатого (Петухова, Лапиров, 1983; Лапиров, 1988, 1995). Клубень – разросшаяся базальная часть stolона, включающая два метамера с чешуевидными влагалищными листьями в узлах (нередко сохраняются лишь их остатки) и завершающаяся верхушечной почкой (ВП) (рис. 1–2).

³ Как правило, в этих работах для этого растения чаще используется другое латинское и русское название – *Potamogeton pectinatus* L. – рдест гребенчатый.



Рис. 1. *P. chakassiensis*, 17.10.2013, оз. Чаны.



Рис. 2. *S. macrocarpa*, 16.10.2013, оз. Зюзя.

Верхушечные почки клубней у всех модельных видов штукений по своему внутреннему строению сходны и представляют собой сложную систему «почек в почке». Зрелая верхушечная почка *S. pectinata* содержит, максимально, 10–13(14) (Лапиров, 1995), у остальных видов – 6–10 листовых зачатков (табл. 1).

Таблица 1. Морфологические показатели клубней изученных видов рода *Stuckenia*

Вид, местообитание	длина клубня, в см	длина 1-го междоузлия клубня, в см	длина 2-го междоузлия клубня, в см	длина верхушечной почки клубня (ВП), в см	ёмкость ВП (число листовых зачатков)
<i>S. macrocarpa</i> , оз. Зюзя	1,7±0,1	0,7±0,1	1,1±0,1	3,4±0,8	9–10
<i>S. chakassiensis</i> , оз. Чаны	1,1±0,2	0,7±0,3	0,6±0,2	3,1±0,4	7–9
<i>S. sp.*</i> , оз. Кривое (плёс Сопатое)	1,0±0,2	0,4±0,1	0,7±0,2	2,4±0,8	6–9

Примечание: *вид с неясным пока таксономическим статусом (по размеру влагалищ изначально было определён нами как *Stuckenia vaginata* (Turcz.) Holub.

Несмотря на имеющиеся количественные различия, у всех изученных видов 3 нижних листовых зачатка представлены только влагалищами (будущие низовые чешуевидные листья побега), остальные имеют листовую пластинку (будущие срединные ассимилирующие листья побега). Кроме того, строение боковых почек в пазухах чешуевидных и ассимилирующих листьев у всех изученных видов сходно с подобными образованиями штукении гребенчатой (Лапиров, 1988, 1995). И, так же, как и у последнего вида, почки в пазухах чешуевидных и ассимилирующих листьев у всех исследованных растений разнокачественны как морфологически, так и функционально, что говорит о коррелятивной зависимости почек и кроющих листьев.

Среди отличительных морфологических особенностей клубней, не считая различий в линейных размерах различных структурных элементов (почек, зачатков чешуевидных и ассимилирующих листьев и т. п.), нами замечено, что у *Stuckenia chakassiensis* первый разросшийся метамер клубня значительно перекрывает второй, иногда полностью его закрывая (рис. 1). Особенно хорошо «наползание» первого метамера заметно, если перевернуть клубень «вверх головой». Для того, чтобы точно определить, является ли это характерной особенностью данного вида или нет, требуются дополнительные исследования. Однако, у остальных изученных видов, в том числе и у *S. pectinata*, подобной особенности нами не отмечено. По-видимому, подобное явление у первого метамера клубня происходит за счёт сильного разрастания и паренхиматизации зоны междоузлия, лежащей ниже заложённой почки. Именно из этой почки, впоследствии, формируется укороченный стolon и «дочерний» клубень (рис. 1, слева).

Промеры клубней штукений из нескольких сибирских популяций (табл. 2), показали достоверные отличия между штукенией хакасской и штукенией гребенчатой по длине, ширине и массе клубня (клубни штукении хакасской существенно мельче).

Различия между средними значениями морфометрических показателей клубней штукении крупноплодной и хакасской имеются (клубни штукении крупноплодной несколько крупнее), но они не достоверны.

Полученные данные о различии морфометрических показателей штукений хакасской и гребенчатой, и, в особенности, качественные различия в строении клубней могут служить дополнительным аргументом в пользу рассмотрения штукении хакасской в ранге самостоятельного вида. В настоящее время видовую самостоятельность *Stuckenia chakassiensis* (Kashina) Volobaeв признают одни (Воло-

баев, 1991, 1993; Цвелёв, 1999) и не признают другие исследователи (Свириденко, 2000; Kaplan, 2008). Решение этого вопроса представляет большой научный и практический интерес, поскольку *S. chakassiensis* (Kaschina) Klinkova является массовым видом в солёных озёрах юга Сибири (Киприянова, 2007).

Таблица 2. Некоторые морфометрические показатели клубней видов рода *Stuckenia*

	Место отбора	Длина, см	Ширина, см	Толщина, см	Длина верхушечной почки, см	Масса, г
<i>Stuckenia pectinata</i>	НСО, Иск. р-н, Бердский залив Новосиб. водохр. 14.06.2014	2,31±0,57	1,07±0,21	0,77±0,12	2,92±0,60	1,21±0,51
<i>Stuckenia macrocarpa</i>	НСО, Бараб. р-н, оз. Зюзя 16.10.2013	1,57±0,35	0,80±0,48	0,72±0,15	2,42±0,95	0,69±0,35
<i>Stuckenia chakassiensis</i>	Республика Хакасия, оз. Шира, 27.09.2014.	1,26±0,20	0,73±0,10	0,64±0,13	2,49±0,46	0,44±0,17
<i>Stuckenia chakassiensis</i>	НСО, Барабинский р-н, окр. с. Казанцево, оз. Чаны, 17.10.2013	1,05±0,25	0,62±0,11	0,48±0,09	2,43±0,55	0,25±0,12

Примечание: в таблице представлены среднее арифметическое ± станд. откл.

В заключении заметим, что подземные вегетативные структуры составляют банк пропагул, который, до некоторой степени, аналогичен банку семян (Spencer, Ksander, 1997), что, безусловно, имеет большое значение для выживания и сохранения видов.

Работы выполнены при поддержке грантов Российского фонда фундаментальных исследований № № 01-04-49893-а, 13-04-02055-а, 13-04-10168-к, 14-04-10164-к.

Список литературы

- Волобаев П. А. О двух таксонах рода *Potamogeton* L. из Сибири // Сиб. биол. журн. 1991. №5. С. 75–76.
- Волобаев П. А. О двух таксонах рода *Potamogeton* L. из Сибири II. *Potamogeton chakassiensis* (Kaschina) Volob. // Сиб. биол. журн. 1993. №3. С. 51–59.
- Жмылев П. Ю., Алексеев Ю. Е., Карпущина Е. А. Основные термины и понятия биоморфологии растений: иллюстрированный словарь. Учеб. пособие. 2-е изд. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. 256 с.
- Киприянова Л. М. Состав и экология видов рода *Potamogeton* (*Potamogetonaceae*) в лесостепных и степных озёрах Новосибирской области // Бот. журн. 2007. Т. 92. № 11. С. 1706–1716.
- Ланиров А. Г. Биология рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus* L.): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1988. 16 с.
- Ланиров А. Г. Рдест гребенчатый // Биологическая флора Московской области. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. Вып. 11. С. 37–56
- Петухова Л. В., Ланиров А. Г. Некоторые биоморфологические особенности рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus* L.) // Взаимоотношения компонентов биогеоценозов в южнотаёжных ландшафтах. Калинин: КГУ. 1983. С. 77–85.
- Свириденко Б. Ф. Флора и растительность водоёмов Северного Казахстана. Омск: ОмГПУ, 2000. 196 с.
- Цвелёв Н. Н. Об объёме и номенклатуре некоторых родов сосудистых растений европейской России // Бот. журн. 1999. Т. 84, №7. С. 109–118.
- Kantrud H. A. Sago pondweed (*Potamogeton pectinatus* L.): A literature review. U.S. Fish and Wildlife Service. Fish and Wildlife Resource Publication 176. 1990. 89 p.
- Kaplan Z. A taxonomic revision of *Stuckenia* (*Potamogetonaceae*) in Asia, with notes on the diversity and variation of the genus on a worldwide scale // Folia Geobot. 2008. Vol. 43. Is. 2. P. 159–234.
- Kaplan Z., Jarolímová V., Fehrer J. Revision of chromosome numbers of *Potamogetonaceae*: a new basis for taxonomic and evolutionary implications // Preslia. 2013. Vol. 85. No. 4. P. 421–4823.
- Madsen J. D., Adams M. S. The germination of *Potamogeton pectinatus* tubers: environmental control by temperature and light // Can. J. Bot. 1988. Vol. 66. No. 12. P. 2523–2526.
- Santamaría L., García A. I. L. Latitudinal variation in tuber production in an aquatic pseudo-annual plant, *Potamogeton pectinatus* // Aquatic Botany. 2004. Vol. 79. Is. 1. P. 51–64.
- Sculthorpe C. D. The biology of aquatic vascular plants. London: Edward Arnold. 1967. 610 p.
- Spencer D. F. Tuber size and planting depth influence growth of *Potamogeton pectinatus* L. // American Midland Naturalist. 1987. Vol. 118. No. 1. P. 77–84.
- Spencer D. F., Ksander G. G., Whiteand L. C. Sago Pondweed (*Potamogeton pectinatus*) Tuber size influences its response to fluridone treatment // Weed Science. 1989. Vol. 37. No. 2. P. 250–253.

- Spencer D. F., Ksander G. G. Influence of propagule size, soil fertility, and photoperiod on growth and propagule production by three species of submersed macrophytes // *Wetlands*. 1995. Vol. 15. Is. 2. P. 134–140.
- Spencer D. F., van Vierssen W., Ryan F. J., Ksander G. G. Influence of photoperiod and plant weight on tuber production by *Potamogeton pectinatus* L. // *Journal of Freshwater Ecology*. 1993. Vol. 8. No. 1. P. 1–12.
- Vári Á. Propagation and growth of submerged macrophytes in lake Balaton. Balaton Limnological Institute. Centre of Ecological Research. Hungarian. 2012. Academy of Sciences Tihany. 125 p.
- van Vierssen W., Mathies A., Vermaat J. E. Early growth characteristics of *Potamogeton pectinatus* L.: the significance of the tuber lake Veluwe, a macrophyte-dominated system under eutrophication stress. *Geobotany*. 1994. Vol. 21. P. 135–143.
- Wiegleb G., Brux H. Comparison of life history characters of broad-leaved species of the genus *Potamogeton* L. I. General characterization of morphology and reproductive strategies // *Aquatic Botany*. 1991. Vol. 39. P. 131–146.
- Yeo R. R. Life history of sago pondweeds // *Weeds*. 1965. Vol. 13. No. 4. P. 314–321.
- Yeo R. R. Yields of propagules of certain aquatic plants // *Weeds*. 1966. Vol. 14. No. 2. P. 110–113.

И. В. Лапов

Разнообразие растительных сообществ р. Сок и р. Кондурча

Поволжская государственная социально-гуманитарная академия
443099 Россия, г. Самара, ул. Максима Горького, 65/67. E-mail: Lapov163@mail.ru

Целью работы явилось сравнение состава растительных сообществ р. Сок и р. Кондурча. Река Сок имеет протяжённость 407,9 км и площадь бассейна 12074,8 км². Долина р. Сок хорошо развита, асимметричная, трапециевидной формы, шириной от 0,5 до 4–6 км (Папченков, 2001). Флору р. Сок в разные годы изучали Карл Клаус (1852), В. И. Матвеев (1969), В. Г. Папченков (2001). Впервые наиболее полное изучение растительности р. Сок проведено в 1974 г. В. Г. Папченковым.

Река Кондурча протекает в лесостепной зоне. Она является главным притоком р. Сок и имеет протяжённость 294 км с площадью бассейна 4360 км² (Атлас..., 2004). Согласно физико-географическому районированию (Захаров, 1990) река служит границей провинции Высокого Заволжья и района Сыртовой равнины. Долина р. Кондурчи хорошо развита, асимметричная, трапециевидной формы. Для реки характерна пойма с глубоким меандрированием русла (Матвеев, 1990). В 1981 г. на базе реки Кондурчи создано водохранилище. Расположено оно в 2 км западнее села Славкино Сергиевского района Самарской области. Расстояние от устья реки до гидроузла 253 км. Длина водоёма 7 км. Максимальная ширина 2,5 км, минимальная – 0,9 км. Наибольшая глубина 11,5 м, средняя – 3,81 м. Площадь водного зеркала при НПУ равна 6,93 км². Площадь мелководий с глубиной до 2 м составляет 2,0 км². При создании водохранилища зарегулирован водоток рек Сок и Кондурчи. Площадь водосборного бассейна 388 км².

Растительность сравниваемых водотоков имеет массивно зарослевый и бордюрный характер. В приплотинном районе Кондурчинского водохранилища нет сомкнутой растительности, отмечены лишь пятнистые заросли формаций рогоза узколистного, сусака зонтичного и рдеста гребенчатого. На р. Сок сообщества гидрофитов значительно преобладают над сообществами гелофитов. В р. Сок они представлена 28 ассоциациями (*Ceratophyllum demersum*; *Hydrocharis morsus-ranae*+*Ceratophyllum demersum*; *Potamogeton lucens*; *Potamogeton perfoliatus*; *Lemna minor*-*Potamogeton perfoliatus*; *Myriophyllum spicatum*+*Potamogeton perfoliatus*; *Potamogeton lucens*-*Potamogeton perfoliatus*; *Potamogeton pectinatus*+*Potamogeton perfoliatus*; *Potamogeton crispus*; *Potamogeton pectinatus*; *Lemna minor*-*Potamogeton pectinatus*; *Myriophyllum spicatum*; *Spirodela polirysa*-*Myriophyllum spicatum*; *Batrachium trichophyllum*; *Elodea canadensis*; *Lemna minor*-*Elodea canadensis*; *Nuphar lutea*; *Lemna minor*-*Nuphar lutea*; *Ceratophyllum demersum*-*Nuphar lutea*; *Potamogeton lucens*-*Nuphar lutea*; *Potamogeton natans*-*Nuphar lutea*; *Sagittaria sagittifolia*-*Nuphar lutea*; *Sparganium emersum*-*Nuphar lutea*; *Nymphaea candida*; *Ceratophyllum demersum*-*Nymphaea candida*; *Potamogeton lucens*-*Nymphaea candida*; *Potamogeton natans*; *Potamogeton nodosus*).

Воздушно-водная растительность р. Сок представлена 28 ассоциациями (*Alisma plantago-aquatica*; *Sagittaria sagittifolia*; *Potamogeton perfoliatus*-*Sagittaria sagittifolia*; *Butomus umbellatus*-*Sagittaria sagittifolia*; *Sparganium emersum*; *Sparganium erectum*; *Agrostis stolonifera*-*Sparganium erectum*; *Equisetum fluviatile*; *Equisetum fluviatile*-heteroherbosa; *Scirpus lacustris*; *Nuphar lutea*-*Scirpus lacustris*; *Scirpus lacustris* heteroherbosa; *Typha angustifolia*; *Ceratophyllum demersum*-*Typha angustifolia*; *Nuphar lutea*-*Typha angustifolia*; *Sparganium erectum*-*Typha angustifolia*; *Scirpus lacustris*-*Typha angustifolia*; *Phragmites australis*; *Spirodela polirysa*-*Phragmites australis*; *Ceratophyllum demersum*-*Phragmites australis*; *Nuphar lutea*-*Phragmites australis*; *Equisetum fluviatile*-*Phragmites australis*; *Scirpus lacustris*-*Phragmites*

australis; *Typha angustifolia*-*Phragmites australis*; *Carex acuta*; *Equisetum fluviatile*-*Carex acuta*; *Eleocharis palustris*; *Agrostis stolonifera*).

Растительность р. Кондурча представлена 14 формациями и 29 ассоциациями, из них 8 водных типов фитоценозов. В разные годы прибрежной зоне и русле реки было сформировано 31 растительное сообщество.

Водная растительность р. Кондурча представлена 8 ассоциациями (*Persicaria amphibia*; *Persicaria amphibian-heteroherbosa*; *Persicaria amphibian-Potamogeton pectinatus*; *Potamogeton pectinatus*; *Potamogeton lucens*; *Myriophyllum verticillatum*; *Myriophyllum verticillatum*+*Lemna trisulca*; *Myriophyllum verticillatum-heteroherbosa*).

Воздушно-водная и прибрежная растительность р. Кондурча представлена 23 ассоциациями (*Typha angustifolia*; *Typha angustifolia-heteroherbosa*; *Typha angustifolia-Persicaria amphibia*; *Phragmites australis*; *Phragmites australis-heteroherbosa*; *Phragmites australis-Persicaria amphibia*; *Equisetum fluviatile-heteroherbosa*; *Equisetum fluviatile*; *Agrostis stolonifera*+*Bidens tripartita*+*Lycopys europeus*; *Agrostis stolonifera-heteroherbosa*; *Bolboschoenus maritimus heteroherbosa*; *Eleocharis palustris*; *Eleocharis palustris-heteroherbosa*; *Carex acuta*; *Carex acuta-heteroherbosa*; *Poa angustifolia-Bromopsis inermis*; *Elytrigia repens*+*Bromopsis inermis-heteroherbosa*; *Elytrigia repens*+*Poa angustifolia*+*Potentilla anserina*; *Elytrigia repens-heteroherbosa*; *Alnus glutinosa-heteroherbosa*; *Salix cinerea-heteroherbosa*; *Salix cinerea-Carex vesicaria*; *Salix triandra-Carex acuta*.)

Анализ показал, что в составе растительности сравниваемых рек есть общие черты. В составе водной растительности есть две общих ассоциации (*Potamogeton lucens*; *Potamogeton pectinatus*) и 5 общих типов фитоценозов в околородной (*Equisetum fluviatile*; *Carex acuta*; *Phragmites australis*; *Typha angustifolia*; *Eleocharis palustris*). Также имеются существенные отличия по количеству ассоциаций, так в р. Сок их число превышает таковые р. Кондурча почти в два раза. Сравнение двух водотоков показало, что растительность р. Кондурча развита не равномерно, они развиты только в верховье и заливах, где отмечаются процессы заболачивания. По всем показателям растительность р. Сок разнообразнее притока в целом, что говорит о разнообразии экологических условий изучаемой реки.

Список литературы

- Атлас земель Самарской области* / под ред. Н.И. Порошиной. 2004. 99 с.
Захаров А. С. Рельеф // *Природа Куйбышевской области*. Куйбышев: Кн. изд-во, 1990. С. 45–75.
Матвеев В. И. Реки и другие водоёмы // *Природа Куйбышевской области*. Куйбышев: Кн. изд-во, 1990. С. 100–106.
Клаус К. Флоры местные приволжских стран. СПб., 1852. 312 с.
Матвеев В. И. Флора водоёмов Средней Волги и её притоков // *Ботаника и сельское хозяйство*. Куйбышев, 1969. С. 30–78.
Папченко В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Средней Волги. Ярославль: Изд-во ЦМП МУБиНТ, 2001. 213 с.

С. Э. Латышев, Л. М. Мерзвинский, Ю. И. Высоцкий Высшая водная растительность озера Ведето

Витебский государственный университет имени П. М. Машерова
210038 Республика Беларусь, г. Витебск, Московский проспект, 33. E-mail: sergey5940333@tut.by

Материал и методы. Расположено в Витебской области, Полоцком районе, в 4,5 км к юго-востоку от деревни Краснополье. Площадь зеркала 4,5 км², объём водной массы 20,34 млн. м³. Длина озера 4,6 км, максимальная ширина 1,6 км. Длина береговой линии 15,3 км. Максимальная глубина 12,2 м средняя 4,52 м. Впадает проток из оз. Черепетское. Вытекает проток в оз. Черпета (Власов и др., 2004).

Прозрачность по диску Секке составляет 3 м. Склоны котловины невысокие, песчаные, облесены, на Западе распаханы. Водосбор имеет мелкохолмистый рельеф, сложен песками, преимущественно занят лесом. Леса и кустарники занимают 66,2% от площади водосбора. Котловина водоёма ложбинного типа (Дзисько, 1994). Водоём по комплексной классификации О. Ф. Якушко относится к мезотрофному типу (Катанская, 1981).

Изучение высшей водной растительности озера Чёрное было произведено 3 сентября 2014 г. Исследование проводилось по общепринятым методикам И. М. Распопова (1985) и В. М. Катанской (1981). При изучении флоры и растительности обследованного водоёма применялся маршрутный ме-

год исследований. В результате было заложено около 60 учётных площадок и 10 профилей зарастания. Обследование озера проводили с использованием ГИС технологии для фиксирования и интерпретации данных полевых наблюдений.

Макрофитная растительность озера Ведето характеризуется наличием четырёх полос зарастания: полоса воздушно-водной растительности, фрагменты полосы растений с плавающими на поверхности воды листьями, полоса погруженной растительности и полоса водных мхов и харовых водорослей. В составе полосы воздушно-водной растительности встречаются *Phragmites australis* (Cav) Trin. ex Steud., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Carex pseudocyperus* L., *Typha angustifolia* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem & Schult., *Naumburgia thyrsoiflora* (L.) Rchb., *Equisetum fluviatile* L.

Полоса растений с плавающими на поверхности воды листьями представлена фрагментарно. Основной причиной этого является малое количество заливов и участков, защищённых от волнобоя и ветрового воздействия, в связи с сильной вытянутостью озера с юго-запада на северо-восток в направлении господствующих ветров. Представителями данной полосы являются *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea candida* J. Presl & C. Presl, *Potamogeton natans* L. Единственной ассоциацией в этой полосе является ассоциация кубышки жёлтой (*Nuphar lutea* – ass.), состоящая из нескольких фитоценозов, произрастающих в центральной части северного побережья и возле косы, отделяющей залив Малое Ведето. Фитоценозы произрастают на илистых грунтах на глубине до 2 м. Обилие кубышки жёлтой составляет 4–5 балла, проективное покрытие 60%–80%.

Полоса погруженной растительности располагается за полосой воздушно-водной растительности и образует сплошной пояс растительности, отсутствуя лишь в заливе Малое Ведето. В составе полосы встречаются *Potamogeton perfoliatus* L., *Potamogeton lucens* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle, *Potamogeton compressus* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Najas marina* L., *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach, *Utricularia vulgaris* L. Ширина полосы достигает 100 м. Широкая распространённость погруженной растительности объясняется достаточно высокой прозрачностью (3 метра) и пологой литоралью.

Hydrilla verticillata (L. f.) Royle и *Najas marina* L. являются потенциально уязвимыми видами, занесёнными в Красную Книгу Республики Беларусь (Якушко, 1981; Красная..., 2005). В рамках изучения высшей водной растительности озера Ведето и создания базы данных о местах произрастания и состоянии популяций редких и охраняемых видов растений было изучено состояние популяции гидриллы мутновчатой и наяды морской и нанесены координаты локалитетов с помощью GPS на карту (Полоцкий и Рассонский р-ны, окрестности д. Краснополье, оз. Ведето, 03.09.14 г., Гидрилла мутновчатая т. 880: 55°46'35,3" N, 29°17'49,3" E; Наяда морская т.888: 55°47'05,0" N, 29°20'11,4" E).

Полоса водных мхов и харовых водорослей следует за полосой погруженной растительности и распространена на глубинах 1,5–3,5 м, образуя сплошной пояс растительности. Строителем полосы является фонтиналис противопожарный, образуя одноименную ассоциацию (*Fontinalis antipyretica* – ass.). Обилие фонтиналиса 2 балла, проективное покрытие 10%–20%.

Таблица. Площадь ассоциаций, их продуктивность и общая продукция высших растений озера Ведето

	Ассоциация	Площадь, га	Продуктивность, г/м ²	Фитомасса, т
1	<i>Phragmites australis</i>	19,5	600	117
2	<i>Phragmites australis</i> + <i>Schoenoplectus lacustris</i>	0,2	480	0,96
3	<i>Phragmites australis</i> + <i>Naumburgia thyrsoiflora</i>	0,2	580	1,16
4	<i>Phragmites australis</i> – <i>Nuphar lutea</i>	0,5	640	3,2
5	<i>Eleocharis palustris</i>	0,2	80	0,16
6	<i>Typha angustifolia</i>	0,05	480	0,24
7	<i>Nuphar lutea</i>	1,3	160	2,08
8	<i>Potamogeton lucens</i>	22	100	22
9	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	2,2	60	1,32
10	<i>Potamogeton compressus</i> + <i>Myriophyllum spicatum</i>	3,2	80	2,56
11	<i>Potamogeton compressus</i> + <i>Hydrilla verticillata</i>	3,1	60	1,86
12	<i>Najas marina</i>	2,5	40	1
13	<i>Hydrilla verticillata</i>	16	110	17,6
14	<i>Hydrilla verticillata</i> + <i>Najas marina</i>	4,2	70	2,94
15	<i>Fontinalis antipyretica</i>	10	20	2
16	<i>Chara</i> sp.	0,5	10	0,05
	Всего:	85,65		176,13

Ассоциация хары (*Chara sp. – ass.*) представлена единственным фитоценозом, локализованным у южного побережья напротив крупного острова. Глубина произрастания 2 м. Обилие хары составляет 2 балла, проективное покрытие 20%.

Площадь воздушно-водной растительности озера Ведето 20,65 га, что составляет 24,11% от общей площади макрофитов. За вегетационный период представители полосы гелофитов продуцируют 122,72 т фитомассы, или 69,68% от общей продукции макрофитной растительности. На долю представителей полосы погруженной растительности приходится 62% от общей площади и 27,98% от общей продукции макрофитов, что составляет соответственно 53,2 га и 49,28 т. Единственная ассоциация полосы растений с плавающими на поверхности воды листьями (*Nuphar lutea – ass*) занимает 1,3 га и формирует 2,08 т фитомассы. Полоса водных мхов и харовых водорослей занимает 10,5 га и продуцирует 2,05 т фитомассы (12,26% от общей площади и 1,16% от общей фитомассы макрофитов).

Список литературы

- Власов Б. П., Якушко О. Ф., Гигевич Г. С., Рачевский А. Н., Логинова Е. В. Озера Беларуси: Справочник. Минск: БГУ, 2004. 284 с.
- Дзісько Н. А. Блакітная кніга Беларусі: Энцыклапедыя. Минск: БелЭн, 1994. 415 с.
- Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.
- Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / Л. М. Сушеня, В. И. Парфенов и др. Минск: БелЭн, 2005. 456 с.
- Распов И. М. Высшая водная растительность больших озёр Северо-Запада СССР. Л.: Наука, 1985. 196 с.
- Якушко О. Ф. Озероведение. 2-е изд., перераб. Минск: Выш. шк., 1981. 223 с.

О. А. Лебедева

Процессы регенерации у некоторых видов шелковников (*Ranunculaceae*)

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок. E-mail: anya@ibiw.yaroslavl.ru

Регенерация (от лат. *regeneratio* – возрождение) – восстановление организмом утраченных или повреждённых органов и тканей, а также восстановление целого организма из его части (Викторов, 1964). Регенерация лежит в основе вегетативного размножения всесторонне исследованной нами группы *Batrachium* (DC.) C. F. Gray: *B. trichophyllum* (Chaix) Van den Bosch, *B. circinatum* (Sibth.) Sprach, *B. kauffmannii* (Clerc) V. Krecz. (Лебедева, 2006, 2012, 2015; Лебедева, Лапиров, 2009; Мовергоз, 2012 и др.), однако механизм этого процесса, необходимый для выяснения вопросов восстановления целостности растений, особенностей их расселения и прогнозирования инвазионной динамики изучен явно недостаточно.

Для выяснения специфики освоения территорий вышеперечисленными видами нами исследованы процессы образования новых особей из вегетативных частей исходного (материнского) побега (раметы). Степень и формы выражения регенерационной способности у шелковников обусловлены в первую очередь рядом биолого-морфологических особенностей автономных фрагментов. Наибольшая регенерационная способность отмечена нами (на примере *B. kauffmannii*) у «летних» рамет шелковников, отличающихся от «зимних» рядом морфологических показателей (таблица).

Таблица. Основные морфологические показатели «летних» и «зимних» рамет *B. kauffmannii*

Раметы <i>B. kauffmannii</i>	Летние			Зимние	
	Возрастные состояния				
Средние морфологические показатели	V	im	J	V	im
Кол-во метамеров	4–6	7–11	2–3	3–4	5–6
Кол-во листьев	5–8	10–15	3–4	4–5	4–5
Кол-во придаточных корней	2–3	5–7	4–5	8–9	10–15
Кол-во контрактивных корней	0	0	2–3	3–5	7–9
Длина междоузлий, см	1,3–2,0	3,5–4,8	0,2–0,3	0,4–0,5	0,4–0,5
Длина листьев, см	2,4–3,5	5,0–9,5	0,7–1,0	1,4–1,9	1,9–2,0

«Летние» раметы у всех исследованных видов в подавляющем большинстве случаев представляют собой отделившиеся апикальные одноосные участки побегов с однородной морфологической структурой, омоложенные до имматурного возрастного состояния. Процесс регенерации происходит за счёт покоящихся (пазушных) почек, пробуждающихся после отделения раметы от исходного (материнского) побега. Условия наземно-воздушной среды, в которую попадает основное количество рамет, за несколько часов приводят к изменению в водообмене рассечённых на сегменты листьев, но ускоренный рост и увеличение числа придаточных корней восстанавливает процесс гомеостаза. Уже через 2–3 суток у фрагмента формируется корневая система «ризоидного» типа, состоящая из тонких, ветвящихся корней, развивающихся от каждого узла побега. Комплексное воздействие всех факторов за несколько суток приводит к появлению большого количества побегов формирования из пазушных почек раметы и развитию на временно обсохшем субстрате компактных образований подушковидной формы.

Для изучения процесса регенерации исследованных видов шелковников в лабораторных условиях были отделены: фрагменты побегов с разным количеством междоузлий и листьев, части побегов лишённые листьев, отделённые листовые пластинки с сохранением и удалением черешков. Изолированные структуры побеговой сферы разной степени организации были помещённые в чашки Петри различного диаметра с отстоянной водопроводной водой. В ходе экспериментов у эксплантов раз в сутки оценивали морфологические параметры, определяющие жизненный потенциал модельных объектов. Наблюдения показали, что способность к реализации потенциалов к регенерации отдельных органов и структур не идентична. Наиболее выражены проявления регенерационных способностей у отрезков побегов, по степени организации соответствующих «летним» раметам шелковников, включающих 3–5 мемеров и имеющих 4–5 листьев разной степени развития. Фрагменты побегов меньшего размера с, соответственно, меньшим количеством листьев и междоузлий уступали как по продолжительности жизни в изолированной культуре, так и по степени развития корневой системы, являющейся важным показателем жизнеспособности. Регенерационная активность частей побегов без листьев у всех исследованных видов подавлена, тогда как при сохранении 1(2) листьев наблюдается лишь частичное угнетение процесса роста и развития. Полное отсутствие способности к регенерации и резкое снижение жизнеспособности проявили отделённые листовые пластинки всех видов шелковников, как с черешками, так и без них. Экспланты листовых пластинок с небольшим участком побега характеризуются более высокими показателями жизнеспособности, но при этом продолжительность жизни у них также сокращена.

Проведённые наблюдения показали различия регенерационных способностей у индивидуальных структур разной степени организации. В результате экспериментов установлено, что по мере упрощения модели (от участка побега с листьями доотделённой листовой пластинки) у исследованных видов шелковников активность к восстановлению целостности различных фрагментов убывает: *B. circinatum* > *B. kauffmannii* > *B. trichophyllum*. При этом регенерационные возможности одного и того же органа (листовой пластинки), напрямую зависят от его взаимодействия с другими органами (часть побега, черешок).

Список литературы

- Викторов Д. П. Краткий словарь ботанических терминов. М.–Л.: Наука, 1964. 177 с.
- Лебедева О. А. Биология шелковника волосистоголистного (*Batrachium trichophyllum* (Chaix) Bosch.): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2006. 18 с.
- Лебедева О. А. Прорастание семян и начальные этапы онтогенеза *Batrachium kauffmannii* (*Ranunculaceae*) в лабораторных условиях // Раст. ресурсы. 2012. Т. 49, вып. 3. С. 304–311.
- Лебедева О. А. *Batrachium kauffmannii* (*Ranunculaceae*) в водотоках средней полосы России // Раст. ресурсы. 2015. Т. 51, вып. 1. С. 51–59.
- Лебедева О. А., Латилов А. Г. Ритм сезонного развития и морфологическая поливариантность *Batrachium circinatum* (Sibth.) Sprach на Рыбинском водохранилище // Биология внутр. вод. 2009. № 3. С. 36–40.
- Мовергоз Е. А. Биоморфология *Ranunculus circinatum* и *R. × glueckii* (*Ranunculaceae*) в Верхнем Поволжье: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2012. 18 с.

А. Ю. Максимова
Многокоренник обыкновенный как биогеохимический
индикатор состояния окружающей среды

Томский политехнический университет
634050 Россия, г. Томск, проспект Ленина, 30. E-mail: kuzmen44@mail.ru

Представители семейства рясковых (*Lemnaceae*) – таксономически и экологически изолированной группы растений класса однодольных – считаются самыми маленькими цветковыми растениями на Земле.

Рясковые – это водные, свободноплавающие многолетние травянистые растения, распространённые почти по всему земному шару. В настоящее время данное растение стало интересным и значимым для многих наук: биологии, экологии, аграрного дела, животноводства а также биогеохимии (Биоиндикация..., 2011).

Главные качества и особенности растений семейства рясковых – это высокая чувствительность к загрязнению окружающей среды, способность существовать в широком диапазоне природных условий и выдерживать их значительные изменения, высокая скорость размножения, а также способность накапливать химические элементы специфичные для территории их обитания.

К ряски как биогео(гидро)химическому индикатору стали обращать внимание сравнительно недавно. В. И. Вернадский и А. П. Виноградов первыми заметили, что растения данного семейства могут дать объективную оценку состояние водоёма, где произрастают. Об этом свидетельствует и работа «Исследование ряски и воды на содержание радиоактивных элементов ториевого ряда» Б. К. Бруновского и К. Г. Кунашевой (Арбузов, Рихванов, 2011).

Нами изучен элементный состав одного из представителей семейства рясковых – многокоренника обыкновенного (*Spirodela polyrhiza*). Данный вид отобран в водоёмах населённых пунктов, расположенные в трёх районах Томской области: Томском, Александровском и Кожевниковском.

Содержание химических элементов в многокореннике обыкновенном исследовано при помощи инструментального нейтронно-активационного анализа на базе лаборатории ядерно-геохимических методов исследования кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (аналитик – с.н.с. Судыко А. Ф.). Растение предварительно было высушено при комнатной температуре.

Полученные результаты были сопоставлены с кларками земной коры (по Тейлору) и показали большое сходство в закономерности накопления многих элементов. На данном этапе мы уже можем говорить об особом геохимическом спектр накопления для Томской области: большая концентрация Lu, Ta, Th, Cs и некоторых щёлочноземельных элементов (рис. 1).



Рис. 1. Сравнение средних значений содержания химических элементов в многокореннике обыкновенном по Томской обл. с кларками земной коры (по Тейлору): 1 – Томская обл., 2 – кларки земной коры (по Тейлору).

Для территории Томской области характерно специфика накопления редкоземельных элементов, что было обнаружено во многих средах по данным кафедры ГЭГХ ТПУ (Арбузов, Рихванов, 2011).

При сравнении районов Томской области также прослеживается схожесть в закономерности накопления многих элементов, но при этом их концентрации сильно варьируются.

Так в Александровской районе прослеживается большое накопление Tb. В Томском районе накопление щёлочноземельных элементов (Ba, St, Rb), также As, Br, Zn, Co, Ca и некоторых редкозе-

мельных элементов. Очень значительный спектр накопления многих элементов на территории Кожевниковского района, здесь наблюдается превышение среднего содержания по Томской области на порядок и на десятки порядков многих литофильных, редкоземельных и радиоактивных элементов (рис. 2).

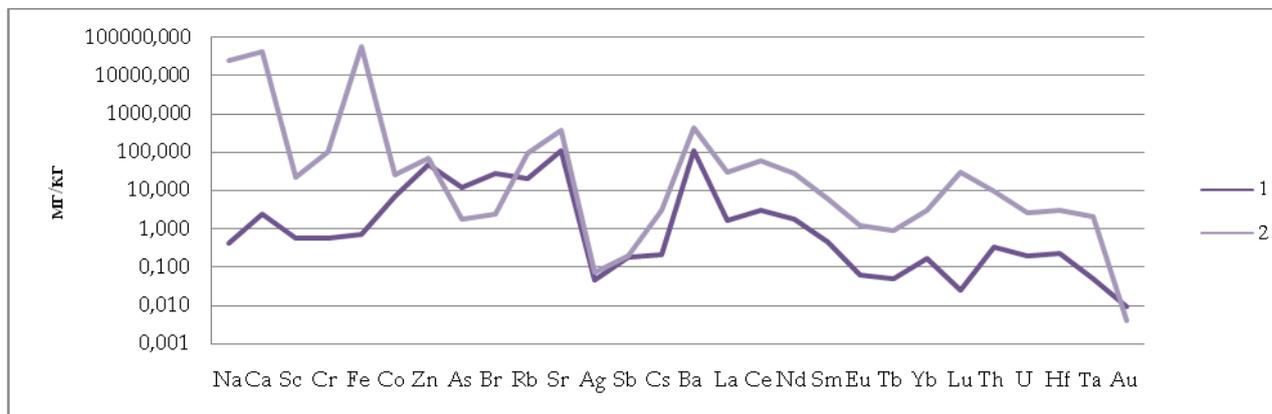


Рис. 2. Сравнение средних значений содержания химических элементов в многокореннике обыкновенном по районам Томской обл.: 1 – Кожевниковский р-н, 2 – Томский р-н, 3 – Кожевниковский р-н.

Так, к примеру, содержание Th и U в многокореннике на данной территории Кожевниковского района больше на порядок, по отношению к таковому на других исследованных участках. Такая же аномалия прослеживается в отношении Th /U, которое в Осиновке (Кожевниковский район) меньше 1, что может свидетельствовать о техногенном загрязнении (рис. 3).

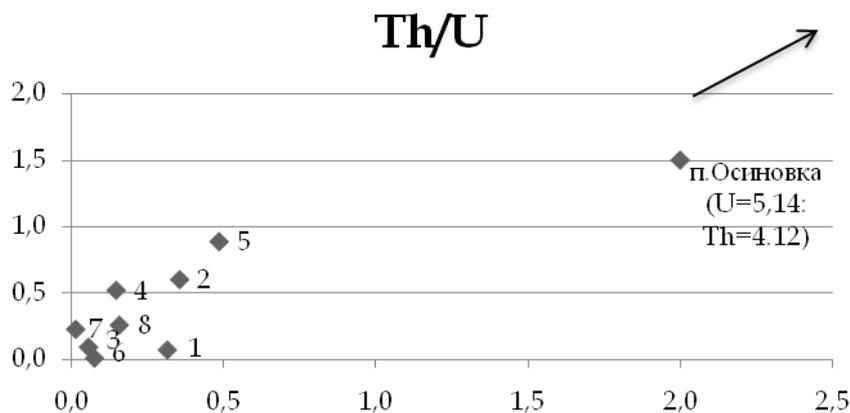


Рис. 3. Распределение населённых пунктов Томской обл. в зависимости от отношения тория (Y) и урана (X) в многокореннике обыкновенном (*Spirodela polyrhiza*, Lemnoideae), мг /кг сухого вещества. Населённые пункты: 1 – г. Стрежевой (ул. Колтогорская 2), 2 – д. Лоскутово, 3 – с. Надежда, 4 – с. Малиновка, 5 – п. Светлый, 6 – г. Стрежевой (ул. Колтогорская 8), 7 – п. Копылово, 8 – г. Стрежевой (дачный участок "5 км по Колтогорской дороге"), 9 – п. Осиновка.

Данная аномалия была уже отмечена ранее в почве, воде и донных отложениях Кожевниковского района (Рихванов, 1997), также эта проблема подробно изучена в работе «Уран и торий в донных отложениях непроточных водоёмов юга Томской области». А. Ю. Иванова, в которой выявлено, что в Кожевниковском районе преобладают донные отложения с урановой природой радиоактивности (Арбузов, Рихванов, 2011).

Интересно и отношение La /Ce, значение которое выше также в Кожевниковском районе. Для данного отношения прослеживается геохимическая закономерность: содержание церия больше, чем лантана. А также некая линейная зависимость в распределении исследовательских участков (рис. 4).

Данное исследование показало, что многокоренник обыкновенный, относящийся к семейству рясковых, может служить биогеохимическим индикатором оценки качества среды, в которой произрастает, и позволяет выявить повышенные концентрации специфических элементов и является экологическими значимым объектом исследования.

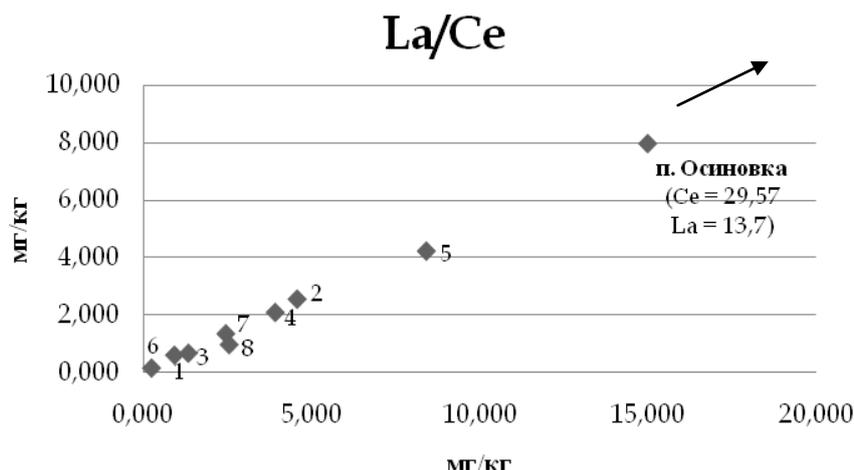


Рис. 4. Распределение населённых пунктов Томской обл. в зависимости от отношения лантана (Y) и церия (X) в многокореннике обыкновенном (*Spirodela polyrhiza*, *Lemnoideae*), мг /кг сухого вещества. Населённые пункты: 1 – г. Стрежевой (ул. Колтогорская 2), 2 – д. Лоскутово, 3 – с. Надежда, 4 – с. Малиновка, 5 – п. Светлый, 6 – г. Стрежевой (ул. Колтогорская 8), 7 – п. Копылово, 8 – г. Стрежевой (дачный участок "5 км по Колтогорской дороге"), 9 – п. Осиновка.

Список литературы

- Арбузов С. И., Рихванов Л. П. Геохимия радиоактивных элементов: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2011. 315 с.
- Биоиндикация загрязнения водоёмов при помощи растений семейства Рясковые [Электр. ресурс]. URL: <http://lib.convdocs.org/docs/index-161399.html?page=197> (дата обращения 13.03.2015)
- Ронов А. Б., Мочалов И. И. (рец.) Памяти первых российских биогеохимиков. М.: Наука, 1994. С. 88–99.
- Рясковые как биоиндикаторы [Электр. ресурс]. URL: <http://duckweed.kubagro.ru/biocont.htm> (дата обращения 22.02.2015)
- Малюга Н. Г., Цаценко Л. В., Аветяни Л. Х. Способ оценки загрязнения почв агроландшафта поллютантами // Патент России № 2096781

М. В. Марков, Д. А. Миронов К анатомии корней кистекорневых гигрогеллофитов на примере *Ranunculus sceleratus* L. и *R. flammula* L.

Московский педагогический государственный университет
119991 Россия, г. Москва, ул. Малая Пироговская, 1, стр. 1. E-mail: markovsmail@gmail.com

Обращение к литературе по анатомии растений показало, что анатомическому строению придаточных корней и особенно корней короткоживущих растений исследователи уделяли очень мало внимания (Баранов, Румянцева, 1975; Groff, Kaplan, 1988; Schweingruber, 2011).

В этой связи нами изучено строение придаточных корней двух видов лютиков ядовитого и жгучего (*Ranunculus sceleratus* и *R. flammula*), у которых эти корни входят в состав вторично гоморизных корневых систем взрослых особей. Для сравнения были взяты придаточные корни растущего в сходных условиях подорожника большого (*Plantago major* L.), для которого формирование придаточных корней также вполне закономерно.

Материал собирали в окрестностях агробиостанции Павловская слобода (Истринский район Московской области) в естественных для объектов местообитаниях: по *R. sceleratus* – в кювете грунтовой дороги; по *R. flammula* и *Plantago major* – на влажном лугу у пруда.

После извлечения растений из грунта и промывки корневой системы для анализа срезали хорошо развитые придаточные корни и фиксировали в 70%-ном этиловом спирте. Срезы делали с помощью замораживающего микротомы, при температуре замораживания -15°C , с. Временные препараты обрабатывали спиртовым раствором флороглюцина и концентрированной соляной кислотой для окрашивания одревесневших оболочек клеток.

Препараты исследовали под световым микроскопом при разном увеличении, фотографируя срезы при помощи цифровой фотокамеры Nikon Coolpix L22. На полученных таким образом фотографиях проводили измерения, выявляя соотношение разных типов тканей на площади срезов.

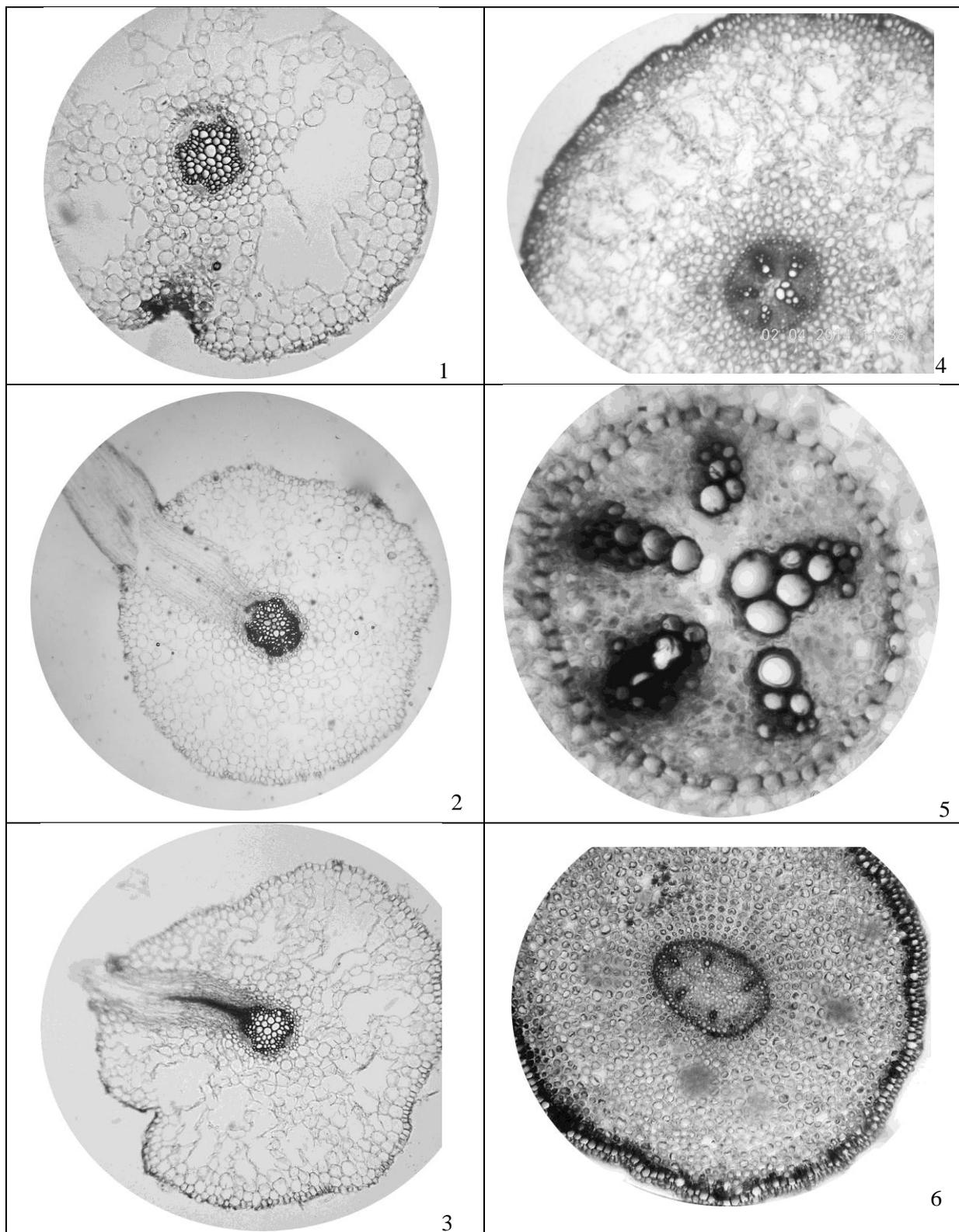


Рис. 1, 2, 3 – Поперечные срезы придаточного корня лютика ядовитого; 4 – поперечный срез придаточного корня лютика жгучего с центральным цилиндром, показанным в более крупном масштабе (5); 6 – поперечный срез придаточного корня подорожника большого.

Таблица. Соотношение тканей на поперечных срезах придаточных корней двух видов травянистых растений из двух разных семейств

Виды растений	Типы тканей	Доля на срезе %	σ	CV
Лютик ядовитый <i>Ranunculus sceleratus</i> (<i>Ranunculaceae</i>)	экзодерма	5,1±0,35	0,79	15,5
	мезодерма	72,6±0,54	1,21	0,02
	эндодерма	2,2±0,10	0,23	0,11
	флоэма	4,4±0,16	0,37	0,08
	ксилема	15,5±0,51	1,15	0,07
Подорожник большой <i>Plantago major</i> (<i>Plantaginaceae</i>)	экзодерма	8,08±0,29	0,65	0,08
	мезодерма	66,4±1,10	2,47	0,04
	эндодерма	2,5±0,40	0,90	0,36
	флоэма	5,1±0,15	0,34	0,07
	ксилема	5,3±0,20	0,44	0,08
	паренхима центрального цилиндра	10,9±0,45	1,00	0,09

На фотографиях срезов можно видеть, что во всех случаях кора корня дифференцирована на экзодерму, мезодерму и эндодерму с поясками Каспари (2-я стадия дифференциации эндодермы) и в целом занимает около 80% площади на поперечном срезе и в общем объёме корня. Данные таблицы указывают на сходство в этом отношении растений из двух разных семейств. Из перечисленных слоёв коры наибольшее развитие получила мезодерма, в которой у обоих гигрофильных видов лютика хорошо выражена аэренхима. Здесь мы убеждаемся в том, что растения с вторично гоморизными корневыми системами среди двудольных часто бывают преадаптированы к подтоплению и повышенному увлажнению. На срезе корня подорожника можно видеть, как строго по радиусам располагаются клетки мезодермы коры, особенно вблизи центрального цилиндра. Лучше, чем другие слои коры, развитая мезодерма здесь не содержит аэренхимы, присутствие которой неминуемо бы отразилось на расположении клеток.

Различия в анатомическом строении придаточных корней наших объектов можно наблюдать и в центральной их части, где представлена в разной степени или отсутствует паренхима. Если в корне подорожника паренхима центрального цилиндра, если не сказать сердцевина, выражена хорошо (более 10%), то в корне лютика жгучего (рис. 4–5) её исчезающе мало, а в корне лютика ядовитого (рис. 1–3) нет совсем. На снимках срезов корней лютика ядовитого также можно видеть ветвление придаточного корня и отхождение от него бокового корня, проводящая система которого берет своё начало от первичной ксилемы радиального пучка, закладываясь в перицикле. На крупномасштабном фото поперечного среза центрального цилиндра корня лютика жгучего в эндодерме хорошо заметны пропускные клетки, располагающиеся напротив протоксилемных зон лучей первичной ксилемы.

Представляется перспективным дальнейшее исследование анатомии придаточных корней у представителей семейства лютиковых, особенно у однолетних видов, которым по биоморфологической теории как растениям, не имеющим вегетативного размножения, не свойственно иметь придаточные корни.

Список литературы

- Баранов М. П., Румянцева Л. А. Особенности анатомического строения придаточных корней некоторых травянистых двудольных растений // Вестн. Ленингр. ун-та. 1975. №9. С. 60–67.
- Groff P., Kaplan D. The relation of root systems to shoot systems in vascular plants // The Botanical Review. 1988. Vol. 54. No. 4. P. 387–422.
- Schweingruber F. H. Atlas of stem anatomy in herbs, shrubs and trees. 2. Heidelberg: Springer, 2011. 387 p.

Д. В. Медведев
Прибрежные растительные сообщества острова Зелёный
Саратовского водохранилища

Поволжская государственная социально-гуманитарная академия
443099 Россия, г. Самара, ул. Максима Горького, 65/67. E-mail: mail@medvedev.pro

Остров Зелёный (ранее – остров Серный) расположен в среднем течении Волги (Саратовское водохранилище), напротив Красноглинского района города Самары. Этот участок, который носит название «Жигулёвские ворота», находится на левом берегу Волги и имеет следующие географические координаты: 53°20'37" N и 50°10'15" E. До 1992 г. данная территория входила в состав особо охраняемой природной территории федерального значения Национального парка «Самарская Лука», объявленного в 2006 г. ЮНЕСКО объектом международного значения.

Прибрежные растительные сообщества острова Зелёный ранее не подвергались детальному изучению. Вместе с тем, своеобразные очертания береговой полосы этого острова, обладающего в юго-восточной части своей территории благоприятными условиями для развития растительных сообществ, делает остров Зелёный перспективным объектом для гидробиотических исследований.

Впервые изучение прибрежно-водной флоры и растительности острова Зелёный было проведено в августе 2014 г. под руководством доктора биологических наук В. В. Соловьёвой (Поволжская государственная социально-гуманитарная академия, г. Самара). Цель исследования – возобновление мониторинга флоры Саратовского водохранилища, впервые проведённого доктором биологических наук В. И. Матвеевым в период с 1968 по 1980 гг. По его данным, в 1980 г. в Саратовском водохранилище было отмечено произрастание 71 вида прибрежно-водных растений, принадлежащих к 27 семействам (Матвеев, 1990).

В результате исследований, проведённых в 2014 г., было установлено, что прибрежная водная растительность острова Зелёный представлена 49 видами, принадлежащим 43 родам из 36 семейств.

Из них к гидрофитам относятся 8 видов: *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach, *Ceratophyllum demersum* L., *Elodea canadensis* Michx., *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Persicaria amphibia* (L.) S. F. Gray, *Potamogeton lucens* L., *P. perfoliatus* L., *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.

Из гелотофитов отмечены *Alisma plantago-aquatica* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Scirpus lacustris* L., *S. triqueter* (L.) Palla, *Sparganium erectum* L., *Typha angustifolia* L., *T. laxmanii* Lepech.

Из гидрогелофитов зафиксировано присутствие следующих видов: *Agrostis stolonifera* L., *Carex acuta* L., *Iris pseudacorus* L., *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch.

Видовой состав заходящих в воду береговых растений-гигрофитов острова Зелёный представлен значительно разнообразнее. В их числе *Bidens frondosa* L., *B. tripartita* L., *Hippochaete ramosissima* (Lesf.) Voern, *Lycopus europeus* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Mentha arvensis* L., *Petasites spurius* (Retz.) Reichenb., *Salix alba* L., *S. cinerea* L., *S. fragilis* L., *S. pentandra* L., *Scutellaria galericulata* L., *Stachys palustris* L., *Veronica langifolia* L.

На острове Зелёном найдены следующие виды, относящиеся к гигромезофитам и мезофитам: *Acetosella vulgaris* (Koch) Fourn., *Artemisia abrotanum* L., *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Chenopodium glaucum* L., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Grey, *Inula helenium* L., *Melilotus alba* L., *Myosotis palustris* (L.) L., *Persicaria maculosum* (L.) S. A. Gray, *Plantago intermedia* D. C., *Potentilla anserine* L., *Populus nigra* L., *Ptarmica cartilaginea* (Ledeb. Ex Reichenb.) Ledeb., *Sonchus palustris* L., *Trifolium repens* (L.) C. Presl, *Xanthium strumarium* L.

В ходе изучения прибрежных растительных сообществ острова Зелёный были выявлены 11 формаций:

- формация двукисточника тростниковидного;
- формация камыша озёрного;
- формация камыша трёхгранного;
- формация кубышки жёлтой;
- формация полыни высокой;
- формация рдеста блестящего;
- формация рдеста пронзённолистного;
- формация рогоза узколистного;
- формация стрелолиста стрелолистного;
- формация шелковника жестколистного;

- формация элодеи канадской.

Первое же обследование острова Зелёный выявило наличие в прибрежных растительных сообществах трёх редких для Самарской области видов растений, два из которых подлежат особой охране:

- хвощёвник ветвистый (*Hippochaete ramosissima* (Lesf.) Boern), занесён в Красную книгу Самарской области;

- ирис жёлтый (*Iris pseudacorus* L.), также занесён в Красную книгу Самарской области;

- камыш трёхгранный – *Scirpus triqueter* (L.) Palla (Соловьёва, Медведев, 2014).

Список литературы

Матвеев В. И. Динамика растительности водоёмов бассейна Средней Волги. Куйбышев: Кн. изд-во, 1990. 192 с. Деп. в ВИНТИ, № 2678-В87.

Соловьёва В. В., Медведев Д. В. Прибрежно-водная флора и растительность острова Зелёный Саратовского водохранилища // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья. Тольятти: Кассандра, 2014. С. 383–386.

Н. О. Мещерякова

Флора сосудистых растений водоёмов и водотоков Астраханской области

Астраханский орден Трудового Красного знамени государственный природный биосферный заповедник 414021 Россия, Астраханская обл., г. Астрахань, Набережная реки Царев, 119. E-mail: natal1m@list.ru

Физико-географические особенности Астраханской области, расположенной в степной и пустынной зонах, обуславливают значительное разнообразие водных объектов территории. Поверхностные воды представлены различными водоёмами и водотоками, крупнейшим из которых является р. Волга, образующая со своим рукавом – р. Ахтубой обширную Волго-Ахтубинскую пойму, переходящую в дельту Волги. В пойме и дельте многочисленны озёра-старицы, искусственные водоёмы (рисовые чеки, каналы, сбросные водоёмы, ильмени-водохранилища, ильмени-отстойники, пруды), в дельтовых и придельтовых областях – озёра-ильмени различной степени минерализации. Во время паводка образуются обширные заливные луга и полои. Ниже устьев дельтовых водотоков формируются морские заливы (култуки), граничащие с акваторией авандельты. В степных и пустынных районах расположены эфемерные водоёмы (лиманы, падины, соры), а также озеро Баскунчак тектонического происхождения (Лактионов и др., 2014).

Флористические исследования проводились в 2010–2013 гг. Было обследовано 317 водных объектов, в том числе 154 водотока, 39 заливных лугов и полоев, 17 стариц, 8 морских заливов, 9 падин и лиманов, 44 озера-ильменя разной степени минерализации, 46 искусственных водоёмов. В работе использован подход раздельного анализа информации по флоре водоёмов и водотоков (Щербаков, Тихомиров, 1994). Экологический анализ основан на классификации В. Г. Папченкова (2003).

В результате изучения флоры было выявлено 436 видов, в том числе 23 гибрида, из 153 родов, 65 семейств, 5 классов и 3 отделов. Отдел Хвощевидные насчитывает 5 видов (1,1%), 2 рода (1,3%) и 1 семейство (1,5%) (*Equisetum arvense* L., *E. fluviatile* L., *E. palustre* L., *Hippochaete* × *moorei* (Newm.) Н. Р. Fuchs, *H. ramosissima* (Desf.) Boern.), папоротниковидные – 5 видов (1,1%), 3 рода (2,0%) и 3 семейства (4,6%) (*Marsilea aegyptiaca* Willd., *M. quadrifolia* L., *M. strigosa* Willd., *Salvinia natans* (L.) All., *Azolla mexicana* C. Presl (Лактионов и др., 2011)). Цветковые растения представлены 426 видами (97,7%), 148 родами (96,7%) и 61 семейством (93,8%), из них к однодольным относятся 214 видов (49,1%), 64 рода (41,8%), 21 семейство (32,3%), а к двудольным – 212 видов (48,6%), 84 рода (54,9%), 40 семейств (61,5%), т.е. Однодольные растения по числу видов незначительно преобладают над двудольными, а по числу родов и семейств значительно уступают последним. Аборигенная часть флоры представлена 395 видами (90,6%), адвентивная – 41 (9,4%). «Водное ядро» составляет менее одной пятой части от всего видового состава изучаемой флоры и содержит 75 видов, 29 родов и 21 семейство. Гибриды представлены 4 видами (*Potamogeton* × *angustifolius* J. Presl, *P.* × *cognatus* Asch. et Graebn., *P.* × *cooperi* (Fryer) Fryer, *P.* × *pseudolongifolius* Papch.). Из споровых растений присутствуют 2 вида (2,7%) изотдела Pteridophyta (*S. natans*, *A. mexicana*). Цветковых растений отмечено 73 вида (97,3%), 27 родов (93,1%), 19 семейств (90,5%). К представителям класса Liliopsida относятся 42 вида (56,0%), 14 родов (48,3%), 7 семейств (33,3%), к Magnoliopsida – 31 вид (41,3%), 13 родов (44,8%), 12 семейств (57,1%), т.е. однодольные растения с небольшим превосходством лидируют по числу видов и родов, уступая двудольным только по числу семейств. Адвентивные растения представлены 6 ви-

дами (*A. mexicana*, *Caulinia graminea* (Delile) Tzvel., *Elodea canadensis* Michx., *Lemna minuta* Humb., Bonpl. et Kunth (Папченков и др., 2012), *L. turionifera* Landolt, *Pistia stratiotes* L.). Прибрежная флора включает 361 вид, 124 рода и 44 семейства. Гибридами являются 18 видов из родов *Hippochaete*, *Typha*, *Eleocharis*, *Schoenoplectus*, *Populus*, *Salix*, *Persicaria* и *Bidens*. Споровые растения представлены 5 видами (1,4%) из отдела Equisetophyta и 3 видами (0,8%) из отдела Pteridophyta. К цветковым растениям принадлежат 353 вида (97,8%), 121 род (97,6%), 42 семейства (95,5%), из них двудольных насчитывается 181 вид (50,1%), 71 род (57,3%), 28 семейств (63,6%), однодольных – 172 вида (47,6%), 50 родов (40,3%), 14 семейств (31,8%). Представители класса двудольных полностью доминируют над однодольными по числу видов, родов и семейств. К адвентивным растениям относятся 35 видов из семейств *Alismataceae*, *Butomaceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Acoraceae*, *Pontederiaceae*, *Juncaceae*, *Salicaceae*, *Polygonaceae*, *Euphorbiaceae*, *Lythraceae*, *Onagraceae*, *Asteraceae*.

Среди ведущих семейств «водного ядра» со значительным превосходством лидирует семейство *Potamogetonaceae* (22 вида, 29,3%), меньшим числом видов представлены семейства *Lemnaceae* (6 видов, 8%), *Najadaceae*, *Ceratophyllaceae* и *Ranunculaceae* (по 5 видов, по 6,7%), *Elatinaceae* (4 вида, 5,3%), *Zannichelliaceae*, *Hydrocharitaceae*, *Nymphaeaceae*, *Callitrichaceae*, *Haloragaceae* (по 3 вида, по 4%). В прибрежной флоре по числу видов преобладают семейства *Poaceae* (75 видов, 20,8%), *Cyperaceae* (51 вид, 14,1%), *Asteraceae* (27 видов, 7,5%), на долю которых приходится более 40% видов прибрежной флоры. Семейства *Salicaceae* и *Polygonaceae* включают 19 видов (5,3%), *Chenopodiaceae* – 16 (4,4%), *Typhaceae* – 14 (3,9%), *Brassicaceae* и *Lythraceae* – 12 (3,9%), *Lamiaceae* – 10 (2,8%). В «водном ядре» со значительным превосходством лидируют род *Potamogeton* (20 видов и гибридов, 26,7%), рода *Ceratophyllum* и *Batrachium* насчитывают по 5 видов (6,7%), *Lemna* и *Elatine* – 4 (5,3%), *Najas*, *Callitriche* и *Myriophyllum* – 3 (4%), *Stuckenia*, *Ruppia*, *Zannichellia*, *Caulinia*, *Nymphaea*, *Trapa*, *Utricularia* – 2 (2,7%). Ведущие позиции в прибрежной флоре занимают роды *Salix* (18 видов и гибридов, 5%), *Carex* (16 видов, 4,4%) и *Typha* (14 видов и гибридов, 3,9%). Род *Rumex* представлен 11 видами (3%), *Puccinellia* и *Schoenoplectus* – 10 (2,8%), *Persicaria* и *Rorippa* – 8 (2,2%), *Cyperus*, *Eleocharis*, *Juncus*, *Lythrum* – 7 (1,9%).

Среди водных объектов наиболее богатой флорой «водного ядра» обладают водотоки – 62 вида (82,7%), 26 родов (89,7%), 19 семейств (90,5%), а также генетически связанные с ними старицы – 59 видов (78,7%), 25 родов (86,2%), 18 семейств (85,7%). Во флористическом богатстве прибрежной флоры водных объектов на первый план выходят заливные луга и полои: 289 видов (80,1%), 97 родов (77,6%), 35 семейств (76,1%). Самой бедной является флора сильноминерализованных ильменей: в «водном ядре» насчитывается 5 видов (6,7%), 4 рода (13,8%), 4 семейства (19%), в прибрежной флоре – 25 видов (6,9%), 12 родов (9,6%), 8 семейств (17,4%), что связано с высоким уровнем минерализации, лимитирующим заселение и обитание большинства растений водоёмов и водотоков.

Самым своеобразным набором видов характеризуется флора палин и лиманов, в которой отмечено 20 видов и гибридов, не произрастающих в других типах водных объектов: *Triglochin maritimum* L., *Alisma bjoerkqvistii* Tzvel., *Zingiber biebersteiniana* (Claus) P. Smirn., *Scirpoides holoschoenus* (L.) Sojak, *Juncus atratus* Krock., *J. soranthus* Schrenk, *Ornithogalum fischerianum* Krasch., *O. kochii* Parl., *Tillaea vaillantii* Willd., *Callitriche fimbriata* (Schotsman) Tzvelev, *C. palustris* L., *C. transvolgensis* Tzvelev, *Elatine alsinastrum* L., *Lythrum hyssopifolia* L., *L. thesioides* Bieb., *L. thymifolia* L., *Middendorfia borysthena* (Bieb. ex. Scrank) Trautv., *Peplis alternifolia* Bieb., *Mentha micrantha* (Benth.) Litv., *Eleocharis austriaca* Hayek × *E. uniglumis* (Link) Schult.). Эти виды приспособлены к специфическим условиям обитания во временных водоёмах со снеговым питанием и разной степенью засоленности грунта, расположенных в бессточных впадинах Прикаспийской низменности. Выделяется своеобразием флора заливных лугов и полостей, насчитывающая 9 характерных видов: *Puccinellia tenuissima* Litv. ex V. Krecz., *Carex otrubae* Podp., *Fritillaria ruthenica* Wikstr., *Bunias cochlearioides* Murray, *Ammannia aegyptiaca* Willd., *A. verticillata* (Ard.) Lam., *A. viridis* Willd. ex Hornem, *Galium saturejifolium* Trev., *Tussilago farfara* L. Во флоре водотоков также присутствует 9 специфических видов, не отмеченных в других водных объектах: *E. fluviatile*, *Sparganium microcarpum* (K. G. Neumann) Raunk., *S. neglectum* Beby, *Coleanthus subtilis* (Tratt.) Seidel, *Diandrochloa diarrhena* (Schult. et Schult. fil.) A.N. Henry, *Digitaria ischaemum* (Schreb.) Muehl., *Convolvulus persicus* L., *Salix alba* L. f. *coerulea* Koch., *Eleocharis klingei* (Meinsh.) B. Fedtsch. × *E. mamillata* Lindb. В искусственных водоёмах присутствуют 4 специфических вида: *Schoenoplectus bucharicus* (Roshev.) Grossh. (Лактионов и др., 2013), *S. juncooides* (Roxb.) Palla, *Monochoria korsakowii* Regel et Maack in Regel., *P. stratiotes*. Все они являются адвентиками, при этом первые три вида произрастают только в рисовых чеках, являясь сорными растениями, занесёнными с семенным материалом. Последний вид, занесённый из аквариумов, периодически появляется и исчезает в каналах города Астрахани. В сильноминерализованных ильменях зарегистрировано 3 вида

(*Suaeda linifolia* Pall., *Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobroc., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb.). В слабоминерализованных ильменях обитают 2 вида (*Frankenia hirsuta* L., *F. pulverulenta* L.), по одному виду – в морских култуках (*Oenanthe silaifolia* Bieb.), среднеминерализованных (*Sch. halophilus* Parch. et Laktionov (Папченков, Лактионов, 2012)) и пресных (*Juncus tenuis* Willd.) ильменях. В старицах не отмечено произрастание специфических видов.

В экологической структуре флоры самой многочисленной группой являются гигрофиты (149 видов, 34,2%), вторую ведущую позицию занимают гигромезофиты и мезофиты (140 видов, 32,1%). Оба экотипа лидируют в большинстве типов водных объектов, наиболее распространены они на заливных лугах и полях, в старицах и водотоках, при этом гигрофиты занимают ведущую позицию в морских култуках вместе с гидрофитами, а в средне- и сильноминерализованных ильменях уступают первое место гигромезофитам и мезофитам. Большая часть настоящих водных растений (75 видов, 17,2%), среди которых преобладают погруженные укореняющиеся гидрофиты (49 видов, 11,2%) обитает в водотоках, старицах, заливных лугах и полях, морских култуках, пресных и слабоминерализованных ильменях. Настоящие водные растения доминируют в морских култуках вместе с гигрофитами, а также занимают вторую позицию после них в искусственных водоёмах, наименьшее их число обитает в сильноминерализованных ильменях. Гелофиты (39 видов, 8,9%) наиболее многочисленные в водотоках, старицах, заливных лугах и полях, пресных и слабоминерализованных ильменях, морских култуках, при этом в последнем типе водных объектов гелофиты занимают ведущую позицию после гидрофитов и гигрофитов. Небольшое их число представлено в сильноминерализованных ильменях. Самой малочисленной группой являются гигрогелофиты, большая часть которых обитает в старицах, водотоках, заливных лугах и полях, пресных ильменях. Этот экотип полностью отсутствует в сильноминерализованных ильменях.

Список литературы

- Лактионов А. П., Папченков В. Г., Вострикова Н. О., Кособокова С. Р., Морозова Л. В. Дополнения к флоре Астраханской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2011. Т. 116, вып. 6. С. 84–85.
- Лактионов А. П., Папченков В. Г., Вострикова Н. О., Афанасьев В. Е. *Schoenoplectus bucharicus* (Cyperaceae) – новый адвентивный вид для флоры Европы // Бот. журн. 2013. Т. 98. № 2. С. 111–112.
- Лактионов А. П., Мещерякова Н. О., Пилипенко В. Н. Флора водоёмов и водотоков Астраханской области. Астрахань: Издатель Сорокин Роман Васильевич. 2014. 314 с.
- Папченков В. Г. О классификации растений водоёмов и водотоков // Гидробиология: методология, методы. Материалы Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2003. С. 23–26.
- Папченков В. Г., Лактионов А. П. Новый вид *Schoenoplectus* (Cyperaceae) из Северного Каспия // Бот. журн. 2012. Т. 97. № 2. С. 271–275.
- Папченков В. Г., Лактионов А. П., Алексеев Ю. Е., Мавродиёв Е. В. Новые, критические и редкие таксоны во флоре Нижнего Поволжья // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2012. Т. 117, вып. 3. С. 74–75.
- Щербаков А. В., Тихомиров В. Н. Трудности анализа региональных флор водоёмов и пути их преодоления // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1994. Т. 99, вып. 4. С. 83–87.

Н. В. Миронова, Т. В. Панкеева, Н. А. Мильчакова Критерии оценки состояния макрофитобентоса с учётом ландшафтной структуры (Крым, Чёрное море)

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского
299011 Россия, Республика Крым, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2. E-mail: tatyapankeeva@yandex.ua

Актуальной задачей современного природопользования береговой зоны является предотвращение неэффективного земле- и морепользования, антропогенного загрязнения, разрушения местообитаний и гармонизация хозяйственной деятельности при сохранении природных комплексов. Для комплексного решения этих задач необходимо разработать новые методические подходы к оценке экологического состояния береговой зоны. Поскольку для этой зоны донные сообщества выступают основным средообразующим фактором, то характеристики макрофитов, как основного продукционного звена, во многом определяют состояние и качество вод прибрежных экосистем. В настоящей работе предложен ряд критериев, основанных на количественных показателях запасов макрофитов и доминирующих видах водорослей, которые соответствуют критериям MFSD, используемых для оценки состояния морской среды (Vorja, 2013).

Известно, что наиболее чувствительными к антропогенному и другим видам загрязнения являются бурые водоросли, в том числе виды цистозиры. В прибрежной зоне Крымского п-ова на твёрдых субстратах доминируют фитоценозы цистозирового и филлофорового поясов, приуроченные соответственно к глубинам 0,5–5 м и 5–15 м (Калугина-Гутник, 1975). Очевидно, что критериями оценки качества прибрежных акваторий могут служить количественные показатели макрофитов, среди которых запас их фитомассы, в том числе запас фитомассы видов – доминантов.

На основе анализа многолетних данных по составу и структуре макрофитобентоса у берегов Крыма (от Карадага до Тарханкутского п-ова) выявлено, что для цистозировых фитоценозов общий запас фитомассы макрофитов варьирует от 9,1 до 78,8 т/га, а запас фитомассы цистозиры – от 6,5 до 74,4 т/га. Максимальные величины этих показателей отмечены в акватории от м. Балаклавский до м. Херсонесский, а минимальные – на участке пос. Окуневка – м. Тарханкут (Мильчакова и др., 2011). Для цистозировых фитоценозов крымского побережья выявлено колебание доли цистозиры в общих запасах макрофитов от 48 до 97,6%, при наибольших значениях на участке у м. Меганом и наименьших – в Голубом заливе (Миронова, Рябогина, 2010). Для филлофоровых фитоценозов изменение запаса фитомассы филлофоры составило 0,001–6,5 т/га, максимальная величина этого показателя зафиксирована на участках м. Айя – м. Сарыч и м. Балаклавский – м. Херсонесский, а минимальная – на северном побережье Тарханкутского п-ова (Миронова и др., 2009, 2015).

Данные по оценке запасов макрофитов использованы при составлении оценочной шкалы состояния прибрежных экосистем, шкала оценки представлена в 5-ти балльной системе. В качестве критериев для шкалы выбраны следующие значения: общий запас фитомассы макрофитов, т/га (80–50 – 5 баллов; 49–30 – 4 балла; 29–10 – 3 балла; 9–5 – 2 балла; менее 5 – 1 балл); запас фитомассы *Cystoseira*, т/га (80–50 – 5 баллов; 49–30 – 4 балла; 29–10 – 3 балла; 9–5 – 2 балла; менее 5 – 1 балл); доля *Cystoseira* в общих запасах фитомассы макрофитов, % (свыше 60 – 5 баллов; 59–40 – 4 балла; 39–20 – 3 балла; 19–10 – 2 балла; менее 10 – 1 балл); запас фитомассы *Phyllophora*, т/га (свыше 6,0–5 баллов; 5,9–3,0 – 4 балла; 2,9–1,0 – 3 балла; 0,9–0,1 – 2 балла; менее 0,1 – 1 балл).

В качестве критерия соэкологической значимости донных ландшафтов предложена степень насыщенности фитоценозов охраняемыми видами, занесённых в природоохранные списки различных уровней, наличие эндемичных и редких видов для флоры Чёрного моря. При этом наибольшую соэкологическую оценку (5 баллов) получают ландшафты с доминированием фитоценозов с максимальным количеством охраняемых видов, занесённых в Красную книгу РФ (далее – КК РФ). Высокое природоохранное значение (4 балла) получают ландшафты с фитоценозами, где преобладают виды, включённые в Красную книгу Чёрного моря (The Black Sea Red Data Book, 1999, далее КК ЧМ). Ландшафты с видами, занесёнными в региональный красный список (проект Красной книги Севастополя, далее ККС), а также с редкими для флоры видами получают 3 балла. Наиболее низкая оценка определена для ландшафтов, где в фитоценозах встречаются эндемичные виды Чёрного моря, типичных для относительно чистых акваторий (2 балла) и для загрязнённых участков (1 балл).

Оценка состояния макрофитобентоса по биологическим критериям и с учётом ландшафтной структуры дна проведена для модельного полигона б. Ласпи (южный берег Крыма), где часть береговой зоны и акватория бухты относится к ООПТ (Мильчакова и др., 2011). Ландшафтная карта донных фитоценозов (рис. 1) является картографической основой, а 12 выделенных типов местности – территориально-операционными единицами при оценивании состояния макрофитобентоса.

Для каждого типа местности определены пять количественных показателей фитоценозов, которым была дана балльная оценка (табл.). Полученные результаты показывают, что ландшафтная структура дна существенно влияет на распределение и запасы донной растительности б. Ласпи. Наибольшие запасы макрофитов и цистозиры (18,3–43,3 и 6,5–35,4 т га⁻¹ соответственно) обнаружены на крутых абразионных глыбово-валунных склонах с цистозировыми фитоценозами (типы местности 1, 2, 9, 10), где доля цистозиры в общих запасах достигает 68–82%. При чередовании валунов и песчаника (тип местности 3), цистозировые фитоценозы сменяются цистозирово-филлофоровыми, запас фитомассы макрофитов и цистозиры снижается до 15,7 и 6,4 т га⁻¹ соответственно. При этом вклад цистозиры уменьшается до 58%, а средний запас филлофоры не превышает 0,9 т га⁻¹. На слабонаклонных террасах с гравийно-песчаными и илистыми донными осадками (типы местности 4–8, 11, 12) встречаются монодоминантные и полидоминантные фитоценозы филлофоры и zostеры, где запас фитомассы макрофитов и цистозиры существенно ниже: 0,15–16,2 и 0,01–5,7 т га⁻¹ соответственно. Доля цистозиры уменьшается до 8–52%, а запас фитомассы филлофоры возрастает – от 0,2 до 5,5 т га⁻¹. В целом, на грубообломочных грунтах преобладают сообщества макроводорослей (1–5, 8, 11, 12), а на илисто-песчаных – фитоценозы морских трав (типы местности 6, 7).

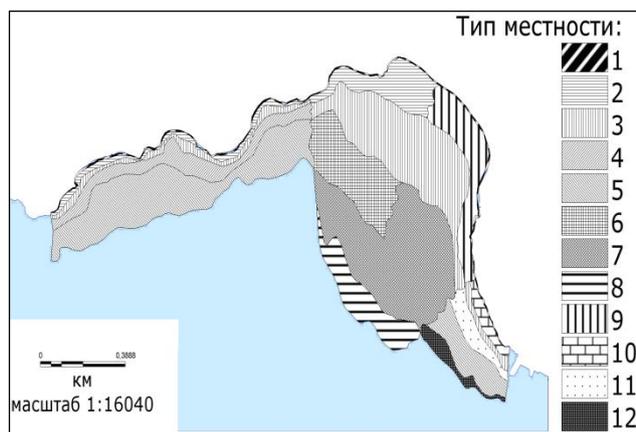


Рис. 1. Ландшафтная карта аквальных комплексов б. Ласпи

1. Подводный крутой береговой абразионно-скульптурный склон, сложенный глыбово-валунными отложениями с фитоценозом: *Cystoseira barbata*+*C. crinita*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata* (ПП 30–40%); 2. Подводный крутой береговой абразионно-скульптурный склон, сложенный глыбово-валунными отложениями с фитоценозом: *Cystoseira barbata*+*C. crinita*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata* (ПП 80–100%); 3. Подводный крутой береговой абразионно-скульптурный склон, сложенный валунно-глыбовыми и песчаными отложениями с фитоценозом: (*Cystoseira barbata*)–*Phyllophora crispa*–*Cladophora dalmatica*; 4. Подводный крутой береговой абразионно-скульптурный склон, сложенный гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей с фитоценозом: *Phyllophora crispa*; 5. Слабо наклонные подводные погружённые террасы, сложенные гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей с фитоценозом: (*Cystoseira barbata*) – *Phyllophora crispa* – *Cladophora dalmatica* с высокой долей *Codium vermilara*;

6. Средней крутизны подводный береговой абразионно-скульптурный склон, сложенный илисто-песчаными отложениями с битой ракушей с фитоценозами: *Phyllophora crispa* и *Zostera marina*; 7. Слабонаклонные подводные погружённые террасы, сложенные илисто-песчаными отложениями с битой ракушей с фитоценозом: *Zostera marina*; 8. Слабонаклонные подводные погружённые террасы, сложенные гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей с мозаичными группировками фитоценоза: *Cladophora laetevirens*+*Cladophora albida*; 9. Подводный крутой береговой абразионно-скульптурный склон, сложенный грубообломочными отложениями с фитоценозом: *Cystoseira barbata*+*C. crinita* – *Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*; 10. Подводный крутой береговой абразионно-скульптурный склон, сложенный глыбово-валунными отложениями с фитоценозом: *Cystoseira barbata*+*C. crinita*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata* с высокой долей участка *Ceramium virgatum*; 11. Средней крутизны подводный береговой абразионно-скульптурный склон, сложенный песчаными отложениями с битой ракушей с фитоценозом: *Chondria capillaris*+*Laurencia obtusa*, в котором субдоминантом является *Stilophora tenella*; 12. Слабонаклонные подводные погружённые террасы, сложенные гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей с фитоценозом: (*Cystoseira barbata*)–*Phyllophora crispa*– *Cladophora dalmatica* с высокой долей участка *Codium vermilara* и *Ulva rigida*

Таблица. Оценка состояния макрофитобентоса б. Ласпи

¹Тип ландшафта	Запас фитомассы макрофитов		Запас фитомассы цистозиры		Доля цистозиры в общих запасах макрофитов		Запас фитомассы филлофоры		Созологическая оценка
	т·га ⁻¹	балл	т·га ⁻¹	балл	%	балл	т·га ⁻¹	балл	
1	43,3	4	35,41	4	81,9	5	0,11	2	4
2	25,1	3	19,03	3	73,3	4	1,65	3	4
3	15,7	2	6,43	2	57,6	3	0,92	2	5
4	16,2	2	5,72	2	35,2	4	5,50	4	5
5	7,98	1	0,65	1	8,2	2	4,93	4	5
6	5,2	1	1,04	1	21,1	1	0,39	2	5
7	2,1	1	0,03	1	3,6	1	0,31	2	4
8	0,15	1	0,01	1	4,5	1	–	0	3
9	30,8	3	6,48	3	68,0	3	0,48	2	4
10	18,3	2	14,74	2	70,25	4	0,3	2	4
11	3,67	1	1,92	1	52,2	2	0,28	2	5
12	1,37	1	0,69	1	50,3	2	0,20	2	5

Примечания: см. условные обозначения на рис. 1.

Установлено, что донные ландшафты б. Ласпи характеризуются достаточно высокими запасами фитомассы макрофитов и созологической значимостью, что обусловлено особенностями ландшафтной структуры и экологическим состоянием прибрежной зоны. Применение ландшафтного подхода для оценки состояния фитоценозов позволяет выявить наиболее созологически значимые участки береговой зоны, проводить их картографирование и выявлять конфликтные ситуации в природопользовании. Эти данные могут быть использованы при разработке региональных программ по ком-

плексному управлению прибрежными зонами, направленными на решение социально-экономических и экологических вопросов использования территорий, в том числе особо охраняемых.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-44-01609.

Список литературы

- Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Чёрного моря. Киев: Наук. думка, 1975. 248 с.
- Мильчакова Н. А., Миронова Н. В., Рябогина В. Г. Морские растительные ресурсы // Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей. Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 2011. Гл. 4. С. 117–139.
- Миронова Н. В., Мильчакова Н. А., Александров В. В. Фитомасса и запасы макрофитов как показатели состояния макрофитобентоса (б. Ласпи, Чёрное море) // Современные проблемы эволюции и экологии. Сб. материалов междунар. конф. Ульяновск: УлГПУ, 2015. С. 412–419.
- Миронова Н. В., Мильчакова Н. А., Рябогина В. Г. Оценка состояния ресурсов макрофитов некоторых объектов природно-заповедного фонда у берегов Крыма // Заповедники Крыма. Теория, практика и перспективы заповедного дела в Черноморском регионе: Материалы V Междунар. науч.-практ. конф. Симферополь, 2009. С. 205–208.
- Миронова Н. В., Рябогина В. Г. Запасы макрофитов в районе Голубого залива (ЮБК) // Биоразнообразие и устойчивое развитие: Тез. докл. Симферополь, 2010. С. 156–158.
- Панкеева Т. В., Мильчакова Н. А., Миронова Н. В. и др. Ландшафтный подход к оценке состояния макрофитобентоса в условиях конфликтного природопользования // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. Т. 29. С. 70–79.
- Vorja et al. Good Environmental Status of marine ecosystems: What is it and how do we know when we have attained it? // Marine Pollution Bulletin. 2013. Vol. 76. P. 16–27.

О. А. Мочалова¹, Е. А. Андриянова¹, А. А. Бобров²

Экология и фенология гетерофильного речного шелковника *Batrachium nipponicum* (Ranunculaceae) на юге Магаданской области

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН

685000 Россия, г. Магадан, ул. Портовая, 18. E-mail: mochalova@inbox.ru

²Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН

152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок

В азиатской России в последние годы начато специальное изучение разнообразия, распространения, экологии и биологии водяных лютиков (*Batrachium* (DC.) S. F. Gray, *Ranunculaceae* Juss.) (Мочалова, Бобров, 2010, 2013; Бобров, Мочалова, 2013, 2014; Бобров и др., 2014, 2015; Мочалова и др., 2014). На юге Магаданской области в бассейне северной части Охотского моря в медленно текущих реках и ручьях нередок гетерофильный шелковник – *Batrachium nipponicum* (Nakai) Kitam. (Мочалова и др., 2014; Бобров и др., 2015). Отметим, что до начала наших работ гетерофильный шелковник приводился только для континентальных районов области – бассейна Колымы как *B. setosissimum* (А. Р. Khokhr.) А. Р. Khokhr. et V. N. Pavlov (Хохряков, 1985; Павлов, Хохряков, 1989). В настоящее время *B. setosissimum* отнесён в синонимы к *B. mongolicum* (Kryl.) V. I. Krecz. (Мочалова, Бобров, 2010)

Рассматриваемые речные растения представляют собой близкий к *B. mongolicum* морфотип, но с удлинёнными погружёнными листьями, не всегда хорошо выраженными и с более тонкими долями плавающими листьями, часто с переходными листьями, более мелкими цветками. Среди растений преобладают гомотильные, а гетерофильные экземпляры обнаруживаются только при просмотре большого количества материала. В природе гетерофильные растения встречаются в наиболее тёплый и маловодный период лета, что в условиях Магаданской обл. случается довольно редко. Ранее этот вид определялся как *B. mongolicum* (при наличии плавающих листьев) или *B. trichophyllum* и *B. kaufmannii* (без них), однако в результате молекулярно-генетического анализа было показано, что произрастающие в реках Северной Охотии растения гибридного происхождения от *B. mongolicum* и *B. trichophyllum*. Сравнение с типовым материалом описанного в Японии *B. nipponicum* показало их идентичность. Несмотря на гибридную природу, эти растения высоко фертильны и представляют собой вполне стабилизировавшийся гибридогенный вид. Каких-либо генетических барьеров для этого нет, т.к. Оба родителя тетраплоиды (2n=32). Для образцов *B. nipponicum*, собранных на р. Угликанка, нами определено число хромосом путём прямого подсчёта под микроскопом в делящихся клетках кончиков корешков – 2n=32. Гербарные образцы хранятся в гербарии ИБПС ДВО РАН (MAG).

Сведения по экологии и биологии шелковников на Северо-Востоке Азии отсутствовали. Начиная с 2012 г. нами начато изучение этих аспектов у *V. nipponicum* на юге Магаданской области. Круглогодичные наблюдения проводились в окр. г. Магадан на притоке р. Ола – р. Угликанка (59,6149° с. ш., 151,3120° в. д.), также периодические наблюдения проводились в низовьях р. Яма (р. Неутер (59,9147° с. ш., 153,2676° в. д.), руч. Гнутый (59,8486° с. ш., 153,2800° в. д.)), низовья р. Ланковая (59,6849° с. ш., 151,3991° в. д.) и р. Белая (59,6486° с. ш., 151,6186° в. д.). Это реки с холодной, нейтральной слабо минерализованной водой, к примеру, на р. Угликанка рН 6,9–7,04, минерализация 36,1–44,8 мг/л. Первые сведения о феноритмах и о существовании круглогодичной вегетации у *V. nipponicum* были опубликованы (Мочалова, Бобров, 2013). Дальнейшие наблюдения на различных участках рек показали, что это длительно вегетирующее вечнозелёное многолетнее растение, сходное по фено ритму с *V. kauffmannii*, изучавшемся в европейской части России (Лебедева, 2012; Бобров, Мовергоз, 2014).

V. nipponicum – нередкий в Охотии вид, произрастающий по медленно текущим реками и ручьям, и изредка по старицам и затонам на реках с быстрым течением. На русле рек и ручьёв с сильным течением или на ручьях с крупногалечным дном шелковники просто не могут закрепиться и выжить, особенно в период паводков. На р. Неутер, где этот вид обычен, и преобладают незамерзающие участки нами изучен термический режим с использованием температурных IBDL-логгеров. Годовой ход температуры воды не превышает по данным логгеров 9–10°C на поверхности и 5–6°C на дне на глубине 0,8 м. Температура воды в зимний период в них постоянна и изменяется от 0,5 до 1,5°C.

V. nipponicum многолетник, у него преобладает вегетативное размножение фрагментами побегов, а цветение и плодоношение происходит не каждый год. Период цветения растянут с конца июля до середины августа. При аномальных гидрологических условиях – после резких перепадов уровня воды в паводки – до середины сентября наблюдалось вторичное цветение. Зрелые семена отмечались после 1 декады августа. В летне-осенний период преобладают длинные стелющиеся и приподнимающиеся побеги, которые позволяют надёжно закрепляться растениям в условиях потока, причём у растений, произрастающих в зарослях водных мхов (*Fontinalis antipyretica* Hedw. и др.) корневая система гораздо более мощная, чем у растущих на торфяно-галечных участках дна.

Наземные формы встречаются редко по обсыхающим участкам перекаатов и вдоль берегов в годы с сильным колебанием уровня воды. Наблюдались отдельные мелкие укоренившиеся экземпляры шелковника на участках открытого грунта в низко пойменном ивово-чозениевом злаково-разнотравном лесу после аномально высокого летнего паводка.

В зимне-весенний период (с середины октября до начала – середины мая) на незамерзающих участках рек наблюдаются плагиотропные побеги шелковника 20–40(70) см длины с мелкими достаточно жёсткими листьями и начавшими формироваться крупными цветочными почками. Листья короткие 1–1,5 см, слабо спадающиеся вне воды, цвет относительно светлый. Всё растение полностью погружено в воду, выступающих на поверхность воды частей побегов не обнаружено. Косвенно, по наблюдениям сразу после схода льда и во время ледостава, в таком же виде растения зимуют и подо льдом.

При обследовании таких незамерзающих ручьёв были выделены оптимальные местонахождения для зимующих шелковников. Это 3 типа местообитаний на незамерзающих ручьях и реках. 1) Участки с торфянистым и торфянисто-галечным дном, с медленным течением и глубиной 0,5–1 м, где преобладают немногочисленные, но крупные стелющиеся растения с отдельными крупными ортотропными побегами. 2) Участки с более медленным течением около перекаатов или небольшие затоны глубиной 0,2–0,5 м с галечно-торфянистым грунтом, где до 10–30% дна покрыты мхами. Это наиболее распространённые местонахождения шелковника, где он представлен в основном плагиотропными побегами до 20–30 см длины с многочисленными длинными корнями. 3) Изредка он произрастает в местах выходов грунтовых вод в истоках ручьёв с глубиной 0,2–0,4 м с мощными зарослями макроводорослей, где он также представлен плагиотропными побегами 20–30 см длины, но с более короткими корнями, чем у растений в моховой дернине.

На примере *V. nipponicum* нами (Мочалова, Бобров, 2013) впервые была показана возможность круглогодичной вегетации у шелковников в северной части Дальнего Востока в условиях многолетней мерзлоты в специфических речных экотопах – преимущественно в местах выхода грунтовых (таликовых) вод. Особенности зимне-весенней вегетации вида известны не были. Так, в опыте у растений, собранных 11.01.2015 и помещённых в условия естественного освещения при комнатной температуре (16–20°C), не отмечались ни вегетации побегов, ни роста новых корней. Через 1,5 месяца после начала опыта все растения погибли. Однако растения, собранные 02.03.2014 и 05.03.2015, были на сутки оставлены при температуре лишь незначительно выше (3–5°C) температуры речной воды

(0,5°C), а потом помещены в комнатные условия (16–20°C), и через 3–4 дня отдельные побеги начали расти и подниматься к поверхности воды, а у растений сбора 05.03.2015 на пятый день над водой был отмечен 1 распутившийся, но недоразвитый цветок бело-жёлтого оттенка. Также на 5–7 день после сбора наблюдался активный рост новых корней. Вероятно, в январе растения находятся в состоянии глубокого покоя и выходят из него к весне при постепенном изменении условий освещения (увеличение светового дня), но при постоянной низкой положительной температуре. Очевидно стремительное развитие растений весной – очень эффективный механизм быстро набрать вегетативную массу, перейти к цветению и плодоношению сразу после прохождения ледохода и половодья в экстремальных климатических (север) и экологических (реки горного типа) условиях.

Работа поддержана грантами РФФИ (12-04-00074-а, 12-04-00904-а, 13-04-10027-к, 13-04-10084-к, 14-04-10060-к, 14-04-10062-к).

Список литературы

Бобров А. А., Мовергоз Е. А., Мочалова О. А. и др. К систематике и географии водяных лютиков (*Batrachium*, *Ranunculaceae*) России // XIII Моск. совещ. по филогении растений «50 лет без К. И. Мейера»: Материалы Междунар. конф. (2–6 февраля 2015 г., Москва). М., 2015. С. 47–51.

Бобров А. А., Мочалова О. А. Заметки о водных сосудистых растениях Магаданской области // Бот. журн. 2013. Т. 98. № 10. С. 1287–1299.

Бобров А. А., Мочалова О. А. Заметки о водных сосудистых растениях Якутии по материалам якутских гербариев // Нов. сист. высш. раст. 2014. Т. 45. С. 122–144.

Бобров А. А., Мочалова О. А., Чемерис Е. В. Заметки о водных и прибрежно-водных сосудистых растениях Камчатки // Бот. журн. 2014. Т. 99, № 9. С. 1025–1043.

Лебедева О. А. Особенности фенологического развития *Batrachium kaufmannii* (*Ranunculaceae*) в малых реках Ярославской области // Яросл. пед. вестн. Сер. Естеств. науки. 2012. № 1. С. 98–102.

Мочалова О. А., Бобров А. А. *Batrachium* (DC.) S. F. Gray – Шелковник // Флора и растительность Магаданской области (конспект сосудистых растений и очерк растительности). Магадан, 2010. С. 150–151.

Мочалова О. А., Бобров А. А. Распространение и биология шелковников (*Batrachium*, *Ranunculaceae*) в Магаданской области // Чтения памяти акад. К. В. Симакова: Материалы докл. Всерос. науч. конф. (Магадан, 26–28 ноября 2013 г.). Магадан, 2013. С. 149–150.

Мочалова О. А., Чемерис Е. В., Бобров А. А. Флора водных макрофитов озера Чистое (Магаданская область) // Вестн. ДВО РАН. 2014. № 3(175). С. 20–26.

Павлов В. Н., Хохряков А. П. К флоре Северо-Восточной Якутии // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1989. Т. 94, вып. 5. С. 94–103.

Хохряков А. П. Флора Магаданской области. М.: Наука, 1985. 397 с.

П. С. Нехорошков

Биофизические параметры и элементный состав фитопланктонного сообщества прибрежных вод Крыма

Объединенный Институт Ядерных Исследований

141980 Россия, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, 6. E-mail: p.nekhoroshkov@gmail.com

Флуоресценция и биолюминесценция являются такими биофизическими процессами, которые в различных фитопланктонных организмах отражают их физиологическое состояние. С помощью оценки относительной переменной флуоресценции и биолюминесцентной энергии можно отслеживать состояние фотосинтетических и биолюминесцентных аппаратов автотрофных и гетеротрофных клеток фитопланктона в условиях негативного влияния факторов среды. Таким образом, данные биофизические параметры можно применять в качестве интегральных биофизических характеристик фитопланктонных сообществ.

Элементный состав фитопланктонных сообществ в прибрежных районах отражает воздействия потоков химических веществ и накопительных способностей организмов. Фитопланктон в зависимости от видового состава, обилия и состояния обладает избирательностью в накоплении элементов из водной среды и терригенной взвеси.

В связи с недостатком данных об элементных концентрациях в черноморском фитопланктоне и его биофизических параметрах, наша работа была посвящена исследованиям сезонных колебаний элементного состава фитопланктонных сообществ в прибрежной зоне Крыма с учётом их биолюминесценции и флуоресценции.

В 2013–2014 гг. в летний и зимний период было отобрано 48 проб фитопланктона с 14 станций побережья г. Севастополя (рис. 1). Фитопланктон собирался путём многократных ловов сетью Нансена (размер ячей 35 мкм) с приповерхностного горизонта (0–15 м).

После отбора пробы отстаивались в темноте в условиях низкой температуры (8–10 °С). Для живых проб фитопланктона измерялись такие биофизические параметры как относительная переменная флуоресценция и биоллюминесцентная энергия.



Рис. 1. Схема станций отбора проб фитопланктона.

Относительная переменная флуоресценция измерялась на флуориметре в Институте биологии южных морей (ИнБИОМ, г. Севастополь). Она оценивалась по формуле (Котелевцев и др., 2012): $F_v / F_m = (F_m - F_0) / F_m$, где F_0 – флуоресценция в случае, когда реакционные центры вторых фотосистем находятся в открытом, естественном состоянии, F_m – флуоресценция при закрытых реакционных центрах при действии насыщающей вспышки света, F_v – переменная флуоресценция.

Биоллюминесцентная энергия измерялась в ИнБИОМ на приборном комплексе «Свет» путём введения в кювету объёмом 25 мл 2 мл этанола (Токарев, 2006).

Для определения элементного состава применялся инструментальный нейтронный активационный анализ, который проводился в Лаборатории Нейтронной Физики ОИЯИ (г. Дубна) на установке РЕГАТА реактора ИБР-2 (Фронтасьева, 2011). Для этого пробы фитопланктона предварительно осаждались на бумажные фильтры Sartorius с диаметром пор 10 мкм путём вакуумной фильтрации, затем делились на две части примерно по 100 мг и упаковывались в пластиковые пакеты и алюминиевые чашки для измерения активностей короткоживущих и долгоживущих изотопов элементов. Контроль качества метода нейтронного активационного анализа проводился путём анализа концентраций в сертифицированных стандартных материалах (стандартах).

Были определены концентрации элементов, содержащиеся в материале фильтров; данные значения были приняты за бланк. Реальные концентрации элементов в веществе фитопланктона рассчитывались путём вычитания концентраций бланков из рассчитываемых с помощью нейтронного активационного анализа.

Сезонная изменчивость биоллюминесценции и флуоресценции фитопланктона

Летние значения относительной переменной флуоресценции показали сравнительно однородное распределение фотосинтетически активного фитопланктона в мелководных областях исследуемого региона (F_v / F_m колебалась в пределах 0,4–0,6 о. е.) (рис. 2). В глубоководных областях наблюдались значительные колебания значений флуоресценции и биоллюминесценции в летний и зимний сезоны.

В летний сезон биоллюминесценция достигала максимальных значений в мелководной зоне ($> 40 \cdot 10^8$ квант·см⁻²) (рис. 2), что свидетельствовало об обилии биоллюминесцентных видов в этой зоне. В зимних пробах фитопланктона значения биоллюминесцентной энергии варьировали от 10 до $200 \cdot 10^8$ квант·см⁻² на мелководных и глубоководных станциях, соответственно. При этом в пробах с открытого побережья (глубиной > 10 м) значения достигали $100 \cdot 10^8$ квант·см⁻². Скорее всего, это связано с присутствием комплекса биоллюминесцентных из родов *Protoperdinium* и *Neoceratium* в глубоководных зонах.

По данным о параметрах светоизлучения для различных зон можно сделать вывод, что длительность свечения более зависит от видового состава сообщества, а амплитуда – от состояния отдельных организмов.

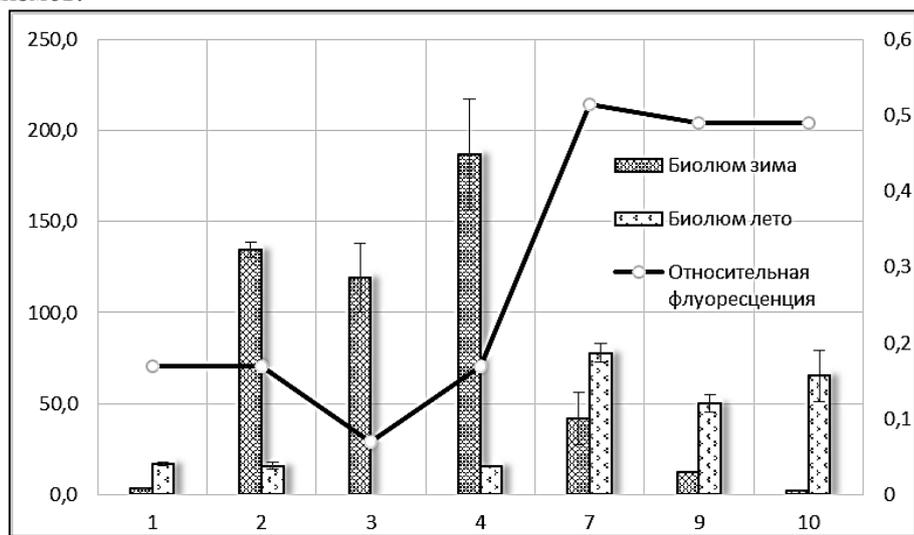


Рис. 2. Биолуминесцентная энергия ($\cdot 10^8$ квант·см⁻²) в зимний и летний сезон, относительная переменная флуоресценция (F_v/F_m) для летнего сезона на разрезе по станциям (от глубоководной станции № 1 – к мелководной станции № 10).

Элементный состав фитопланктонного сообщества

С помощью нейтронного активационного анализа были получены концентрации 43 элементов в образцах фитопланктона с 14 станций побережья г. Севастополя для летнего и зимнего периода с повторными измерениями. С помощью рассчитанных коэффициентов биологического накопления ($K_b = C_i$ в пробе / C_i в воде, где C_i – концентрация данного элемента) и факторов обогащения ($EF = (C_i/C_{Sc})$ в пробе / (C_i/C_{Sc}) в терригенном эталоне) были выделены группы терригенных (Al, Sc, Ti, Rb, Zr, Ba, Cs, PЗЭ, Th и U) и антропогенно-биогенных (S, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Ag, I, Au) элементов в веществе фитопланктона. В качестве модельной терригенной взвеси был использован глинистый сланец по сводке Li (1991), а нормирующего консервативного элемента – Sc. Для расчёта коэффициентов биологического накопления использовались концентрации элементов для вод Южного берега Крыма из сводки Рябинина и др. (2011).

В зимний период концентрации Na, S, Cl, Cu и Mo возросли по сравнению с летними, тогда как концентрации других элементов – уменьшились. Возможно, это было связано с формированием однородной гидрохалинной структуры водных масс в пределах прибрежной зоны. При взмучивании осадков (увеличении количества взвеси в пробах) на одних и тех же станциях в разные периоды в пробах фитопланктона увеличивались концентрации практически всех элементов, кроме Na, S, Cl, Cu, Zn, Br. Это свидетельствует о сравнительно одинаковых концентрациях этих элементов в донных осадках и фитопланктоне, а также об их концентрировании организмами из водной среды.

Выводы

1. Для зимних проб энергия светоизлучения при химической стимуляции находится в прямой зависимости от количества биолуминесцентных в пробах. В летний период, большее значение имеет состояние и видовой состав организмов фитопланктона, которые концентрируются в мелководных зонах.

2. Такие элементы как Al, Sc, Ti, Rb, Zr, Ba, Cs, PЗЭ, Th и U имеют терригенное происхождение и поступают в прибрежную зону с поверхностным и речным стоком. Элементы S, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Ag, I, Au накапливаются в фитопланктоне в концентрациях, во много раз превышающих аналогичные в модельной терригенной взвеси (глинистом сланце), что говорит об их нетерригенном происхождении в веществе фитопланктона.

3. Гидрохимическая структура водных масс в прибрежной зоне напрямую влияет на распределение сообществ фитопланктона, а также на процесс накопления Na, S, Cl, Cu, Mo фитопланктоном.

4. Увеличение доли минеральной взвеси, которая поглощается клетками фитопланктона приводит к увеличению накопления всех элементов, кроме Na, S, Cl, Cu, Zn, Br.

Работа выполнена при поддержке гранта № 15-402-05 Лаборатории Нейтронной Физики ОИЯИ для молодых учёных.

Список литературы

- Котелевцев С. В., Маторин Д. Н., Садчиков А. П. Эколого-токсикологический анализ растительных сообществ в водных экосистемах. 2012. 185 с.
- Токарев Ю. Н. Основы биофизической экологии гидробионтов. ЭКОСИ: Гидрофизика. Севастополь, 2006. 342 с.
- Рябинин А. И., Мальченко Ю. А., Салтыкова Л. В., Данилова Е. А., Боброва С. А. Изменчивость полей концентраций микроэлементов и стронция в морских водах у Южного берега Крыма в 2002–2007 годах // Морской гидрофиз. журн. 2011. № 2. С. 43–56.
- Li Yuan-Hui. Distribution patterns of the elements in the ocean: A synthesis // Geochimica et Cosmochimica Acta. 1991. № 55 (11). P. 3223–3240.

В. В. Нешпор¹, В. М. Никитенко²

ГИС технологии для мониторинга экологического состояния водных объектов на территории Волго-Ахтубинской поймы в пределах Волгоградской области

Волжский гуманитарный институт (филиал Волгоградского государственного университета)
404133 Россия, Волгоградская обл., г. Волжский, ул. 40 Лет Победы, 11
E-mail: neshporv.v@mail.ru, vladnikitenko@outlook.com

Узким коридором от г. Волгограда до г. Астрахани среди сухих степей и полупустынь Юго-востока, на европейской части России протянулось междуречье Волги и её левого рукава Ахтубы. Общая протяжённость междуречья превышает 450 км, ширина его в дельте 165 км, общая площадь Волго-Ахтубинской долины составляет около 7 тыс. км² (Нешпор, 2014).

Все водные объекты Волго-Ахтубинской поймы (далее ВАП) повсеместно подвергаются антропогенному воздействию (промышленному, сельскохозяйственному, коммунальному, рекреационному). Огромное влияние на показатель водности водных объектов оказывает сброс воды системой Волжско-Камского каскада ГЭС. Результатом хозяйственной деятельности человека является сокращение площади водосбора и акватории в процессе заиления, загрязнение и застройка берегов, ухудшение качества вод, снижение биологического разнообразия и т.п. В связи с этим особую важность приобретает кадастр водных объектов на основе их инвентаризации. Для более углублённого исследования водных объектов необходимо создание специальных экологических паспортов. В состав данных экологического паспорта водных объектов должны входить такие элементы как: кислородный и термический режим, батиметрическая характеристика, состояние водоохранной зоны, и ряд биотических параметров. Основными источниками информации о состоянии водных объектов являются данные, полученные в ходе полевых исследований и материалы дистанционного зондирования Земли из космоса.

В рамках экологического мониторинга водных объектов на территории верхней части ВАП в период с 11.03.14 по 12.03.14 и с 04.02.15 по 05.02.15 кафедрой природопользования совместно с природным парком «Волго-Ахтубинская пойма» под руководством О. В. Филиппова, проводились исследования ряда водных объектов, в том числе и озера Большой Ильмень. В ходе научно-исследовательской работы производились измерения температуры и содержания кислорода на различных горизонтах, а также глубины с равномерным охватом всей акватории. Имея достаточное количество данных по озеру Большой Ильмень, можно сформировать экологический паспорт. Эффективной методикой представления информации в наглядном виде является использование геоинформационных систем (далее ГИС). Опыт использования ГИС для решения вопросов, связанных с паспортизацией частично представлен в этой статье.

Батиметрическая характеристика водных объектов. В рамках настоящего исследования на основе значений промеров глубины озера Большой Ильмень на платформе программы ArcGIS 9.3 в модуле Spatial Analyst была проведена интерполяция полученных значений на всю акваторию озера и сформирована батиметрическая карта (см. рис. 1). При интерполяции нами был использован метод обратно взвешенных расстояний.

По батиметрической карте (рис. 1) видно, что дно озера Большой Ильмень ровное, без значительных перепадов глубин и характеризуется значениями от 0,54 м до 4,41 м (Кочеткова и др., 2014; Сводный..., 2014).

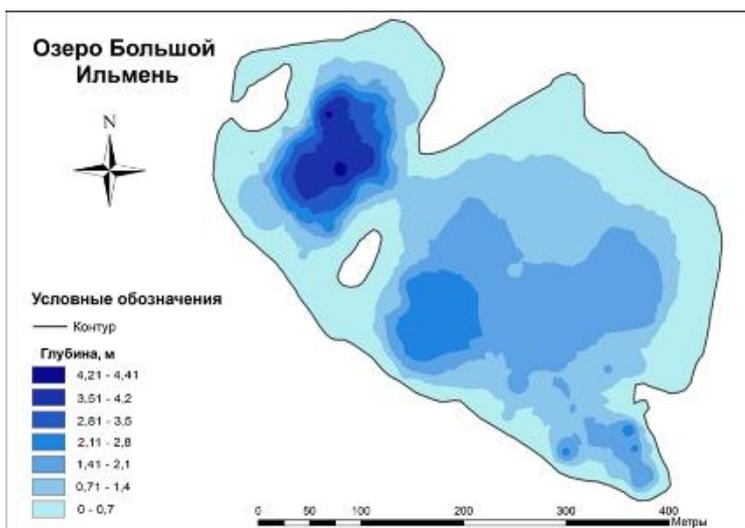


Рис. 1. Батиметрическая карта озера Большой Ильмень.

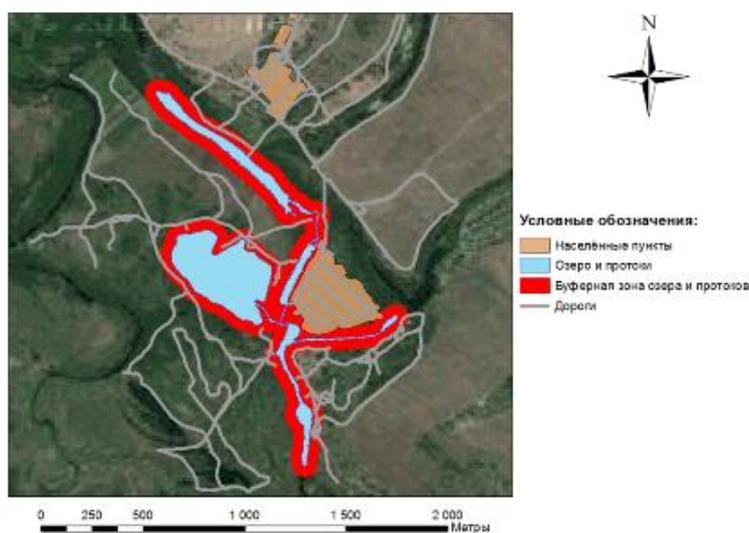


Рис. 2. Водоохранная зона оз. Большой Ильмень.

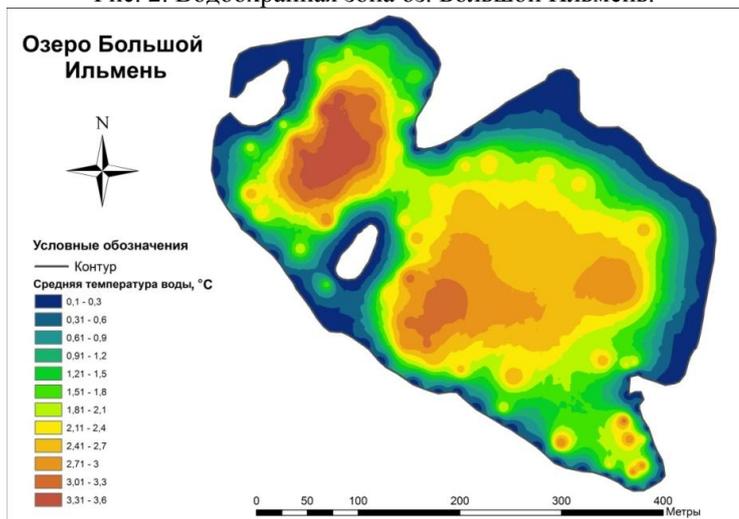


Рис. 3. Термический режим оз. Большой Ильмень.

Водоохранная зона. Важной частью паспортизации озёр является учёт состояния водоохранной зоны. На территории водоохранной зоны устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира (Водный кодекс..., 2006). Контроль над соблюдением данного режима является неотъемлемой частью экологического мониторинга.

В соответствии с «Водным кодексом Российской Федерации» (2006) ширина водоохранной зоны озера, водохранилища, за исключением озера, расположенного внутри болота, или озера, водохранилища с акваторией менее 0,5 км², устанавливается в размере 50 м.

Выбранное нами озеро соответствует данным требованиям, следовательно, ширина его водоохранной зоны составляет 50 м. С помощью геоинформационной программы ArcGIS и приложения ArcToolbox можно построить буфер относительно любой проекции объекта на карте. Нами был построен буфер (водоохранная зона) озера Большой Ильмень в проекции UTM (см. рис. 2).

На полученной карте видно, что водоохранная зона озера Большой Ильмень и его водотоков нарушена постройками и дорогами сельского типа, что оказывает негативное антропогенное воздействие на экосистему водоёма.

Термический режим озера. Исследованиями 2014 г. был отмечен благоприятный термический режим на изучаемом озере – мощный гипolimнион с температурными показателями, близкими к температуре максимальной плотности воды. Даже на вертикалях с меньшей глубиной (1–2 м) в придонном слое температуры были близки к +4°C. В 2015 г. термические характеристики значительно хуже: на глубоководных вертикалях отмечался некоторый дефицит тепла уже у самого дна (фактиче-

ская температура здесь заметно ниже температуры предельной плотности); металимнион проявляется уже с горизонта 2,5 м (см. рис. 3). На прибрежных вертикалях озера тепловой запас оказался преимущественно утраченным: температура воды в придонном слое опустилась ниже 3°C (а в ряде случаев даже ниже 2°C) (Сводный..., 2014; Брызгалина и др., 2015).

Нами был рассмотрен ряд наиболее важных абиотических факторов, но для полной паспортизации озера необходимо учитывать и биотические факторы, такие как: животный мир, характер вод-

ной и прибрежной растительности и т.п. Последняя группа факторов коллективом кафедры детально не изучалась, однако, имеется информация о том, что при благоприятных абиотических условиях гидробионты достаточно активны, по косвенным признакам (количество лунок, оборудованных мест ловли рыбы) можно судить о богатстве ихтиофауны. Растительность представлена в основном тростниковыми формациями и пойменными лесами, расположенными по периметру озера (Сводный..., 2014).

В целом, создание паспортов водных объектов позволит вести их учёт, отслеживать изменение экологического состояния, контролировать хозяйственную деятельность.

Список литературы

Брызгалова Е. С., Филиппов О. В., Кочеткова А. И., Баранова М. С. Экологическая оценка состояния водных объектов Волго-Ахтубинской поймы в условиях зимнего периода 2014–2015 гг. // Сб. ст. межрегион. науч.-практ. конф. «Локальное улучшение гидрорежима водных объектов в долинах зарегулированных как метод восстановления экосистем и биоразнообразия». Волгоград, 2015. В печати.

Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006.

Кочеткова А. И., Баранова М. С., Нешпор В. В. ГИС-технологии и методы дистанционного зондирования Земли как инструменты управления территорией Волго-Ахтубинской поймы // Рыбохозяйственные водоёмы России. Фундамент. и прикл. исследования. СПб., 2014. С. 953–961.

Нешпор В. В. Кислородный и термический режим в период ледостава на некоторых верхних участках Волго-Ахтубинской поймы // Сб. ст. студентов и магистрантов экономико-математического фак-та. Волгоград, 2014. С. 52–57.

Сводный технический отчёт. Результаты комплексного обследования зимнего состояния характерных озёр и серии гидролого-экологического мониторинга на территории Волго-Ахтубинской поймы 11–12.03 и 09.04.2014. Волжский, 2014. 33 с.

С. А. Николаенко, В. А. Глазунов

Флора водоёмов нижнего течения реки Пур (север Западной Сибири)

Институт проблем освоения Севера СО РАН
625026 Россия, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86. E-mail: ns23@mail.ru

В августе 2014 г. сотрудниками ИПОС СО РАН проводились исследования флоры и растительности водных объектов нижнего течения р. Пур (правый берег) в окрестностях с. Самбург Пуровского района Тюменской области (67°00'18" с. ш., 78°14'06" в. д.). Территория относится к тундровой зоне Западной Сибири (южные кустарниковые тундры), отличающейся высокой заболоченностью: в долине р. Пур заболоченность составляет около 40%, а на водоразделах достигает 70%. В период половодий большинство тундровых озёр соединяются многочисленными протоками. Суровый арктический климат с продолжительной (до 8 мес.) зимой определяется наличием многолетней мерзлоты и близостью холодного Карского моря.

Обследованные водные объекты (15) можно разделить на несколько типов:

1. *Термокарстовые озёра* (5), преимущественно овальной формы, возникшие в результате протаивания вечной мерзлоты. Берега таких водоёмов обрывистые, местами низкие, торфяные и, как правило, слабо изрезаны (Богословский, 1960). В растительном покрове доминирует *Betula nana* L. с примесью *Salix phylicifolia* L. Изредка встречается *Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar. Глубина 1–3 м. Ближе к урезу воды доминируют *Carex cinerea* Pollich, *C. rostrata* Stokes, *Carex aquatilis* Wahlenb., *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin., *Eriophorum russeolum* Fr., *E. polystachyon* L., *E. scheuchzeri* Hoppe., *Hippuris vulgaris* L. Небольшими группами встречаются *Menyanthes trifoliata* L. и *Comarum palustre* L. Водное ядро представлено рдестами *Potamogeton pusillus* L. и *P. alpinus* Balb. и *Sparganium hyperboreum* Laest.

2. *Внутриболотные вторичные озера* (2), являющиеся частью обширных озерно-болотных комплексов. Берега сложены торфами и грубым детритом. Растительность сформирована прибрежными осоковыми, пушицевыми и моховыми фитоценозами при относительно невысоком участии группировок погруженных гидромакрофитов (Свириденко и др., 2011). В сложении прибрежной флоры таких водоёмов участвуют *Carex cinerea*, *C. rostrata*, *Eriophorum russeolum*, *Comarum palustre* и *Hippuris vulgaris*. Водное ядро представлено 2 видами: *Sparganium hyperboreum* и *Potamogeton alpinus* (разрежено).

3. *Пойменные озера* (3), образующиеся в результате заполнения полыми водами пониженных участков поймы. Характеризуются крайне малыми глубинами (1-3 м). К осени такие водоёмы пересыхают и превращаются в небольшие озёрки с низкими топкими берегами или в заболоченные низины (Западная Сибирь, 1963). В сложении прибрежно-водной растительности активно участвуют: *Sparganium hyperboreum* Laest., *Utricularia vulgaris* L., *Myriophyllum sibiricum* Kom., *Potamogeton alpinus* Balb. (только подводная форма), *Carex aquatilis*, *Comarum palustre* L., *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum fluviatile* L. Единично встречаются *Naumburgia thyrsoflora* (L.) Rchb., *Galium palustre* L. По берегу доминируют *Salix lapponum* L. и *Salix phylicifolia* L. реже встречаются *Equisetum boreale* Bong. и *Veronica longifolia* L.

4. *Водоём искусственного происхождения*, расположенный возле села, вдоль песчаных насыпей и соединяющийся каналами с протокой Самбурьяха, вблизи р. Пур. Отличительной чертой водной флоры является активное развитие *Potamogeton pusillus* (плодоносит), *Utricularia vulgaris* и *Sparganium hyperboreum*. На мелководье группами доминируют *Hippuris vulgaris*, *Carex aquatilis* и *Eriophorum scheuchzeri*. Берега зарастают *Betula nana* и *B. pendula* Roth.

5. *Временные водоёмы (затопленные низины)* (3), встречающиеся, в основном, вдоль зимних автодорог. Это неглубокие водоёмы (до 0,5 м) шириной около 30 м, с песчаным или глинисто-песчаным дном. По берегу доминирует *Carex rotundata* Wahlenb., реже *C. limosa* L. Водная флора представлена *Utricularia minor* L. и *Sparganium hyperboreum*. Изредка встречается *Callitriche palustris* L.

6. *Протока Самбург-Яха*. Только здесь были отмечены *Agrostis stolonifera* L., *Arctophila fulva* (Trin.) Andersson и *Ptarmica salicifolia* (Bess.) Serg. Берега протоки зарастают преимущественно *Carex acuta*.

Флористический список сосудистых растений исследованных водоёмов и водотоков включает 42 вида из 27 родов и 22 семейств. Наибольшее видовое разнообразие приходится на семейство *Cyperaceae* (9 видов или 21,4%), далее следуют *Salicaceae* (4 вида), *Betulaceae* и *Poaceae* (по 3 вида). По 2 вида содержат семейства *Equisetaceae*, *Ericaceae*, *Lentibulariaceae*, *Potamogetonaceae*, *Ranunculaceae*. 14 семейств содержат по 1 виду (*Callitricheaceae*, *Caryophyllaceae*, *Empetraceae*, *Equisetaceae*, *Haloragaceae*, *Hippuridaceae*, *Menyanthaceae*, *Onagraceae*, *Primulaceae*, *Rosaceae*, *Rubiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Sparganiaceae*, *Asteraceae*).

В экологическом спектре флоры наиболее широко представлены виды водно-болотного флористического комплекса. Доля гигрофитов составила 57,1% или 24 вида, мезофитов – 11,9% (5 видов), а гелофитов – 14,3% (6 видов). При этом разнообразие гидрофитов (водное ядро) описывается всего 7 видами, что составляет 16,7% от всей флоры водоёмов.

Таким образом, флора исследованных водоёмов южных тундр окрестностей с. Самбург Пуровского района имеет ряд некоторых особенностей:

1. Экологическая структура флоры отличается низкой видовой насыщенностью, выражающейся в значительном снижении роли её гидрофильного элемента и отсутствии группы плейстофитов.

2. Водное ядро флоры представлено всего 7 видами: *Callitriche palustris*, *Myriophyllum sibiricum*, *Potamogeton alpinus*, *Potamogeton pusillus*, *Sparganium hyperboreum*, *Utricularia minor*, *U. vulgaris*.

3. Эдификаторами растительности прибрежно-мелководной зоны являются виды семейства *Cyperaceae* (*Eriophorum polystachyon*, *E. russeolum*, *E. scheuchzeri*, *Carex acuta*, *C. aquatilis*, *C. cinerea*, *C. rostrata*, *C. rotundata*), в меньшей степени участвуют *Hippuris vulgaris*, *Menyanthes trifoliata* и *Comarum palustre* L., которые приобретают большее значение в формировании растительного покрова пойменных озёр- стариц.

4. Абсолютным доминантом и эдификатором растительного покрова береговой зоны тундровых водоёмов является *Betula nana*. Для пойменных озёр характерно преобладание ивняковых зарослей (*Salix dasyclados*, *S. hastata*, *S. lapponum*, *S. phylicifolia*).

В настоящее время прибрежно-водная флора и растительность водоёмов тундровой зоны Западной Сибири все ещё остаются мало изученными и требуют более детальных и продолжительных научных исследований.

Список литературы

- Богословский Б. Б. Озероведение. М.: МГУ, 1960. 335 с.
Западная Сибирь / Под ред. Г. Д. Рихтера. М., 1963. 488 с.
Свириденко Б. Ф., Мамонтов Ю. С., Свириденко Т. В. Использование гидромacroфитов в комплексной оценке экологического состояния водных объектов Западно-Сибирской равнины. Омск: Амфора, 2011. 231 с.

**Харовые водоросли (Charophyta) из коллекции профессора
В. Г. Папченкова⁴**

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН

Настоящая статья посвящена слабо изученной группе макрофитов – харовым водорослям. За период с 1970 по 2010 гг. были выполнены сборы на целом ряде водоёмов и водотоков Евразии. Однако, в научной литературе были представлены лишь отдельные материалы (Папченков, Козловская, 1998, 2002; Папченков, 2001, 2008, 2009; Чемерис и др., 2011, 2013; Филиппов, 2013). Полный каталог сборов харовых водорослей из коллекции В. Г. Папченкова, хранящийся в Гербарии ИБВВ РАН (IBIW), приводится впервые.

В обработку включены как сборы, выполненные единолично В. Г. Папченковым (ниже приводится в виде сокращения – ВП), так и совместно с учениками и сотрудниками (АБ – А. А. Бобров, ОК – О. И. Козловская, АЛ – А. П. Лактионов, ГЛ – Г. Ф. Ляшенко). Виды перечислены в алфавитном порядке. Названия таксонов приводятся в соответствии с современными данными (Guiry, Guiry, 2015). Местонахождения сгруппированы вначале по странам, затем перечислены в алфавитном порядке более мелких административных единиц; нумерация местонахождений в пределах одного вида сплошная. Большая часть сборов определена В. Г. Папченковым, остальные – Р. Е. Романовым и отчасти Л. А. Жаковой и Е. В. Чемерис. Если вид был переопределён в процессе инвентаризации, то в {фигурных скобках} приводится его более раннее определение.

Chara altaica A. Braun – Хара алтайская. МОНГОЛИЯ: 1) айм. Хубсугул, оз. Сангийн-Далай, на захороненных у берега остатках растений, 12.08.2003, ВП; 2) Ара-Хангайский айм., сом. Угий-Нур, оз. Угий-Нур, сев[еро]-зап[адная] часть, 30.07.2005, ВП; 3) Булганский айм., 198-й км шоссе от г. Улан-Батор на запад, небольшое пресное озерко у оз. Цаган-Нур, 26.07.2005, ВП.

Chara aspera C.L. Willdenow – Хара шероховатая. МОНГОЛИЯ: 1) Ара-Хангайский айм., сом. Угий-Нур, оз. Угий-Нур, южная часть, 27.07.2005, ВП. РОССИЯ: 2) Вологодская обл., Вологодский р-н, окр. д. Матвеевское, оз. Кубенское, обсохшее мелководье, 27.07.2002, ВП.

Chara braunii C. C. Gmel. – Хара Брауна. РОССИЯ: 1) Вологодская обл., Белозерский р-н, Шекснинское вдхн., оз. Белое, левобережье у истока р. Шексна, мелководье между полосой камыша и береговыми ивняками, 14.07.1996, ВП, ОК; 2) Чувашия [Чувашская Республика], Чебоксарский р-н, залив Чебоксарского водохранилища, в 5 км ниже устья р. Парат, у б /о «Ландыш», 25.07.2006, ВП.

Chara contraria A. Braun ex Kütz. – Хара противоположная. МОНГОЛИЯ: 1) Ара-Хангайский аймак, оз. Огий-Нур, р. Ст. Орхон, 05.08.2003, ВП. РОССИЯ: 2) МарАССР [Республика Марий Эл], [Волжский р-н], ГПНП «Марий Чодра», Яльчикское л-во, оз. М. Ширлан, 17.08.1988, ВП; 3) там же, [Звениговский р-н], ГПНП «Марий Чодра», старица р. Илеть, у ж.д. моста, 11.08.1988, ВП; 4) там же, [Звениговский р-н], ГПНП «Марий Чодра», Яльчикское л-во, 62 кв., небольшой проточный водоём в пойме р. Илеть, 09.08.1990, ВП; 5) Ярославская обл., Переславский р-н, оз. Плещеево, около устья р. Трубеж, 12.07.1996, ВП, АБ.

Chara globularis J. L. Thuiller (= *C. fragilis* Desv.) – Хара шаровидная (Х. ломкая). МОНГОЛИЯ: 1) Ара-Хангайский аймак, оз. Огий-Нур, р. Ст. Орхон, 05.08.2003, ВП; на листе с *Chara contraria*; 2) айм. Хубсугул, граница Тосонценгэл сомона, старица р. Селенга, 14.08.2003, ВП; 3) Хэнтэйский айм., сомон Хэнтэй, озерко в пойме р. Джаргалантын-Гол, 13.07.2004, ВП. РОССИЯ: 4) Вологодская обл., Великоустюгский р-н, г. Великий Устюг, р. Сухона, 30.07.2002, ВП; 5) там же, Великоустюгский р-н, д. Опоки, р. Сухона, 01.08.2002, ВП; 6) там же, Вологодский р-н, окр. д. Матвеевское, оз. Кубенское, 27.07.2002, ВП; 7) там же, Вологодский р-н, д. Дитятьево, р. Вологда, 28.07.2002, ВП; 8) Ивановская обл., Ивановский р-н, Уводьское в[одохранили]ще, залив Кувшин, 24.08.1995, ВП; 9) Марийская АССР [Республика Марий Эл], [Волжский р-н], ГПНП «Марий Чодра», оз. Глухое, 24.08.1988, ВП; 10) там же, [Волжский р-н], ГПНП «Марий Чодра», оз. Мельничный Кичнер, 23.08.1989, ВП; 11) там же, [Звениговский р-н], ГПНП «Марий Чодра», Керебелякское л-во, старица р. Илеть, 03.08.1988, ВП; 12) Рязанская обл., Спасский р-н, окр. с. Ижевское, оз. Шатерга, 08.10.2009, ВП; 13) Ярославская обл., Брейтовский р-н, лесное озеро у д. Чайнов[о], 14.07.1993, ГЛ, ВП; 14) {*Chara contraria*} там же, Брейтовский р-н, окр. д. Чайново, осоковое болото, 13.07.1994, ВП, АБ; 15) там же, Некоузский р-н [вероятно, это всё же Брейтовский р-н, см. указание № 13 и № 14], окр. д. Чайново, озеро в лесу, 21.07.1993, ВП; 16) там же, Переславский р-н, оз. Плещеево, около устья р. Трубеж, 13.07.1996, ВП;

⁴ Работа подготовлена к публикации Д. А. Филипповым.

17) там же, Переславский р-н, копаный водоём у истока р. Вёкса, 13.06.1996, ВП; 18) там же, Пошехонский р-н, окр. с. Воскресенское, р. Согожа, 28.07.1994, ВП; 19) там же, [Ростовский р-н], г. Ростов, оз. Неро, мелководье, 12.08.2002, ВП; 20) там же, Рыбинский р-н, окр. д. Заднево, лужа в колее дороги, 24.07.1994, ВП, АБ; на одном листе с *Chara vulgaris*. Растения из местонахождений № 8, № 15, № 19 могут быть отнесены к var. *hedwigii* (С. Agardh ex Bruzelius) J. S. Zaneveld.

***Chara hispida* L.** – Хара щетинистоволосистая. РОССИЯ: 1) Астраханская обл., Наримановский р-н, окр. с. Туркменка, ерик Горбута, 19.08.2010, ВП, АЛ; 2) там же, Наримановский р-н, окр. пос. Прикаспийский, ильмень Хантка, 21.08.2010, ВП, АЛ; на одном листе с *Chara tomentosa*.

***Chara intermedia* A. Braun (С. aculeolata Kütz.)** – Хара промежуточная (Х. мелкошиповатая). РОССИЯ: 1) МарАССР [Республика Марий Эл], [Звениговский р-н], ГПНП «Марий Чодра», Лушмарское л-во, старица р. Илеть, 02.08.1988, ВП.

***Chara tomentosa* L.** – Хара войлочная. КАЗАХСТАН: 1) Кустанайская обл., с. Орджоникидзе, пруд на р. Тобол, 09.07.1984, ВП. МОНГОЛИЯ: 2) айм. Хубсугул, оз. Сангийн-Далай, на захороненных у берега остатках растений, 12.08.2003, ВП; несколько веточек в виде примеси у образца *Chara altaica*; 3) Ара-Хангайский айм., огий-Нур сомон, оз. Огий-Нур, 05.07.2003, ВП; 4) Ара-Хангайский айм., сом. Угий-Нур, оз. Угий-Нур, южная часть, 27.07.2005, ВП. РОССИЯ: 5) Астраханская обл., Наримановский р-н, окр. с. Туркменка, ерик Горбута, 19.08.2010, ВП, АЛ; 6) там же, Наримановский р-н, окр. пос. Прикаспийский, ильмень Хантка, 21.08.2010, ВП, АЛ; 7) МарАССР [Республика Марий Эл], [Волжский р-н], ГПНП «Марий Чодра», Кленовая Гора, оз. Мушандер, 13.06.1989, ВП; 8) там же, [Волжский р-н], ГПНП «Марий Чодра», Кленовогорское л-во, 30 кв., оз. Конан-Ер, 04.09.1989, ВП; 9) там же, [Моркинский р-н], ГПНП «Марий Чодра», Керебелякское л-во, 35 кв., оз. Б. Тодьер (Б. Липовое), 16.08.1989, ВП.

***Chara virgata* Kütz. (С. delicatula С. Agardh)** – Хара прутьевидная (Х. изящная). РОССИЯ: 1) Владимирская обл., Вязниковский р-н, оз. Кшара, средняя часть, 12.08.2006, ВП; 2) там же, Вязниковский р-н, оз. Санхар, 15.08.2006, ВП.

***Chara vulgaris* L.** – Хараобыкновенная. МОНГОЛИЯ: 1) Булганский айм., сом. Хутаг-Ундыр, пос. Бригада № 1, пойма р. Эгийн-Гол, небольшая старица, 06.08.2005, ВП. РОССИЯ: 2) ТАССР [Республика Татарстан], Высокогорский р-н, пруд у д. Ключи, 07.08.1989, ВП; 3) там же, Зеленодольский р-н, окр. д. Мириково, бочажок р. Сенарка, 21.08.1986, ВП; 4) там же, Октябрьский р-н, Ниж. Нурлат, пойменное озерко, 10.07.1970, ВП; 5) там же, Сартановский р-н, д. Муртыш-Тамак, пруд на р. Мензель, 10.07.1990, ВП; 6) ЧувАССР [Чувашская Республика], Аликовский р-н, р. Сорми у д. Чув. Сорма, 10.07.1987, ВП; 7) там же, Канашский р-н, с. Шихазаны, р. М. Цивиль, 19.06.1984, ВП; 8) там же, Красноармейский р-н, пруд по дороге к д. Б. Шатъма, 11.07.1987, ВП; 9) там же, [Порецкий р-н], с. Напольное, небольшое придорожное озеро, 24.09.1978, ВП; 10) там же, Порецкий р-н, р. Киша, 01.07.1986, ВП; 11) там же, Цивильский р-н, 2^й пруд на р. Анши (встречается и в самой реке), 11.07.1986, ВП; 12) там же, Ядринский р-н, пруд у д. Нискарка, 24.06.1986, ВП; 13) Ярославская обл., Переславский р-н, оз. Плещеево, в р[ай]оне б[азы]о[тдыха] «Славич», 15.07.1996, АБ, ВП; 14) там же, Переславский р-н, оз. Плещеево, ю[го]-в[осточная] часть пляжа г. Переславль-Залесского, 18.07.1996, АБ, ВП; 15) там же, Рыбинский р-н, окр. д. Заднево, лужа в колее дороги, 24.07.1994, ВП, АБ; 16) {*Chara contraria*} там же, Угличский р-н, д. Масальское, р. Корожечна, 23.07.2008, ВП; там же, 27.08.2008, ВП.

***Nitella flexilis* (L.) С. Agardh** – Нителла гибкая. РОССИЯ: 1) Астраханская обл., Наримановский р-н, окр. с. Туркменка, ерик Горбута, 19.08.2010, ВП, АЛ; на одном листе с *Nitellopsis obtusa*; 2) там же, Приволжский р-н, окр. с. Бирюковка, протока р. Рычан, 17.08.2010, ВП.

***Nitella gracilis* (J. E. Smith) С. Agardh** – Нителла стройная. РОССИЯ: 1) {*Tolypella prolifera*} Владимирская обл., Гусь-Хрустальный р-н, окр. с. Эрлекс, р. Польш, выше шоссе моста, 12.08.2009, ВП; 2) {*Tolypella prolifera*} там же, Гусь-Хрустальный р-н, оз. Святое, прибрежные мелководья, 13.08.2009, ВП.

***Nitella hyalina* (DC.) С. Agardh** – Нителла гиалиновая. РОССИЯ: 1) Астраханская обл., Наримановский р-н, окр. с. Курченко, ильмень Федор-Куль, 20.08.2010, ВП, АЛ.

***Nitella mucronata* (A. Braun) F. Miquel** – Нителла остроконечная. РОССИЯ: 1) Астраханская обл., Наримановский р-н, окр. с. Туркменка, ильмень Горбута, 19.08.2010, ВП; 2) Владимирская обл., Гусь-Хрустальный р-н, р. Польш, ниже шоссе моста, 12.08.2009, ВП; 3) Вологодская обл., Белозерский р-н, Шекснинское водохранилище, оз. Белое, левобережье у истока р. Шексна, мелководье между полосой камыша и береговыми ивняками, 14.07.1996, ВП, ОК; 4) там же, Вологодский р-н, окр. д. Матвеевское, оз. Кубенское, 27.07.2002, ВП.

Nitella syncarpa (J.L. Thuill.) Kütz. – Нителла сростноплодная. РОССИЯ: 1) Вологодская обл., Белозерский р-н, Шекснинское вдхн., оз. Белое, левобережье у истока р. Шексна, мелководье между полосой камыша и береговыми ивняками, 14.07.1996, ВП, оК; 2) {*Nitella opaca*} там же, Вологодский р-н, окр. д. Матвеевское, оз. Кубенское, 27.07.2002, ВП.

Nitellopsis obtusa (N. A. Desvaux) J. Groves – Нителлопсис притуплённый. РОССИЯ: 1) Астраханская обл., Наримановский р-н, окр. с. Туркменка, ерик Горбута, 19.08.2010, ВП, АЛ; 2) там же, Приволжский р-н, окр. с. Бирюковка, протока р. Рычан, 17.08.2010, ВП.

Tolypella prolifera (Ziz ex A. Braun) Leonh. – Толипелла пролиферирующая. РОССИЯ: 1) Вологодская обл., Вологодский р-н, окр. д. Матвеевское, речка в 600 мот места впадения воз. Кубенское, 27.07.2007, ВП.

Всего за период с 1970 по 2010 гг. было собрано 17 видов харовых водорослей (10 видов рода *Chara*, 5 – *Nitella*, 1 – *Nitellopsis*, 1 – *Tolypella*) на территории 9 регионов России (Астраханская, Владимирская, Вологодская, Ивановская, Рязанская и Ярославская обл., Республики Марий Эл, Татарстан и Чувашия), а также Казахстана и Монголии. Многие из этих находок по факту следует рассматривать как первые или одни из первых указаний данных таксонов для перечисленных регионов.

Список литературы

Папченков В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Средней Волги. Ярославль: Изд-во ЦМП МУБиНТ, 2001. 213 с.

Папченков В. Г. Список современной флоры макрофитов оз. Неро за 2002–2004 гг. // Состояние экосистемы озера Неро в начале XXI века. М.: Наука, 2008. С. 380–383.

Папченков В. Г. Флора водоёмов и водотоков бассейна реки Селенги // Водные экосистемы бассейна Селенги. М., 2009. С. 51–61.

Папченков В. Г., Козловская О. И. Флора водохранилищ // Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2002. С. 181–197, 355–365.

Папченков В. Г., Козловская О. И. Флора и растительность Шекснинского водохранилища // Бот. журн. 1998. Т. 83, № 11. С. 13–23.

Филиппов Д. А. Предварительный список макроскопических водорослей Вологодской области // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. № 12(59). Ч. 1. С. 57–61.

Чемерис Е. В., Бобров А. А., Филиппов Д. А. Харовые водоросли (Charophyta) водотоков Вологодской области // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 3: Биология. 2013. Вып. 1. С. 45–53.

Чемерис Е. В., Филиппов Д. А., Бобров А. А. Харовые водоросли (Charophyta) водоёмов Вологодской области // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 3: Биология. 2011. Вып. 3. С. 37–42.

Guiry M. D., Guiry G. M. AlgaeBase. World-wide electronic publication. Galway: National University of Ireland, 2015. [Режим доступа: <http://algaebase.org>, свободный. Загл. с экрана].

Г. Р. Платунова¹, О. А. Капитонова^{1,2}

Некоторые аспекты морфологического строения рогозов (*Typha* L.) с территории Вятско-Камского края

Удмуртский государственный университет

¹ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»

Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Университетская, д.1, корп. 1.

²ФГБУН «Тобольская комплексная научная станция УрО РАН»,

626152, Тюменская область, г. Тобольск, ул. имени Академика Юрия Осипова, 15.

E-mail: dyukina-guzel@yandex.ru, kapoa@udsu.ru

Комплексное изучение рода *Typha* на территории Вятско-Камского края (ВКК) продолжается уже около 20 лет. К настоящему времени известно произрастание в регионе 12 таксонов видового ранга из рода *Typha*, 3 из которых имеют гибридное происхождение. В статье приводятся морфологические характеристики некоторых видов и гибридов рогозов ВКК, за исключением широко распространённых и морфологически хорошо изученных *T. latifolia* и *T. angustifolia*, а также ряда таксонов (*T. elatior*, *T. × argoviensis*, *T. austro-orientalis*), произрастание которых на территории ВКК зарегистрировано в самое последнее время, в связи с чем морфометрический материал по ним накоплен пока в недостаточном объёме.

С учётом взглядов Е. В. Мавродиёва (1999) и Ю. Е. Алексеева и Е. В. Мавродиёва (2000), для исследуемого региона система рода имеет следующий вид:

Genus *Typha* L.

Sect. *Typha* L.:

1. *T. latifolia* L. – Рогоз широколистный.
2. *T. intermedia* Schur – Р. промежуточный.
3. *T. shuttleworthii* Koch et Sonder – Р. Шуттлеворта.
4. *T. incana* Kapitonova et Dyukina – Р. седой.
5. *T. elata* Boreau – Р. высокий.
6. *T. × argoviensis* Haussknecht ex Ascherson et Graebner – Р. Арговский.

Sect. *Bracteolatae* Graebner:

7. *T. angustifolia* L. – Р. узколистный.
8. *T. austro-orientalis* Mavrodiev – Р. юго-восточный
9. *T. elatior* Boenn. – Р. наивысший.

Sect. *Engleria* (Leonova) N. Tzvel.:

10. *T. laxmannii* Lepechin – Р. Лаксмана.

Notosect. *Typhaolatae* E. Mavrodijev et Yu. Alekseev:

11. *T. × glauca* Godron. – Р. сизый.

Notosect. *Typheria* E. Mavrodiev:

12. *T. × smirnovii* E. Mavrodiev – Р. Смирнова.

В пределах ВКК высота репродуктивного побега *T. intermedia* составляет 0,7–2,1 м, в среднем 1,4 м. От рогоза широколистного растения этого вида отличаются листьями зелёного или светло-зелёного цвета, но они могут быть и слегка сизоватыми. Количество листьев на репродуктивном побеге 4–10, ширина листовой пластинки колеблется в пределах от 0,8 до 2,4 см, в среднем 1,4 см. Молодые пестичные соцветия зелёные или тёмно-зелёные. Пестичная часть соцветия цилиндрическая, 6,0–25,0 см длиной и 1,1–3,4 см толщиной, светло- или тёмно-коричневого цвета. Длина тычиночной части соцветия от 4,3 до 23,5 см, толщина 0,6–1,3 см. Промежуток между пестичной и тычиночной частью соцветия – 0–3,2 см, в среднем 0,7 см. *T. intermedia* встречается на разнообразных вторичных экотопах – придорожных лужах, зарастающих обводнённых колеях, заболоченных нарушенных поймах.

На территории ВКК для *T. shuttleworthii* характерны следующие параметры: цветоносный побег высотой 1,07–1,62 м с 7–8 листьями светло-зелёного или жёлто-зелёного цвета, ширина которых в средней части составляет 9,9–20,2 мм. Листья обычно несколько длиннее репродуктивных побегов. Пестичная часть соцветия цилиндрической формы, в период цветения зелёного, тёмно-зелёного цвета, во время плодоношения – коричневого, буро-коричневого, слегка беловатого оттенка, более заметного в нижней части женского соцветия. Длина пестичной части соцветия варьирует от 11,7 до 29,0 см, составляя в среднем 14,4 см, толщина – 1,0–2,0 см. Тычиночная часть соцветия в 2–4 раза короче пестичной, её длина составляет 5,7–8,0 см, толщина 0,8–1,6 см (Капитонова et al., 2015). Пестичная и тычиночная части соцветия не отделены друг от друга промежутком.

В пределах основного ареала *T. shuttleworthii* экологически связан с естественными обводнёнными местообитаниями, во многих европейских странах он взят под охрану, но на территории ВКК, где вид имеет восточные пределы ареала, он встречается преимущественно на вторичных экотопах (Капитонова, Платунова, 2014).

T. incana – многолетнее прибрежно-водное растение до 1,5(2,0) м высотой. Предположительно является результатом скрещивания рогозов типовой секции, возможно, *T. elata* и *T. shuttleworthii*, о чем свидетельствует нестабильность его морфологических показателей. Листья зелёного или светло-зелёного цвета, на репродуктивном побеге 7–9 штук, в средней части (7)8–12(15) мм шириной, равны стеблю или несколько превышают его. Пестичная часть соцветия (3)5–12(15) см длиной и (2,0)2,5–3,0(3,5) см шириной, продолговато-веретеновидной или цилиндрической формы. Молодые соцветия в период цветения светло-зелёного, в период плодоношения – бурого или коричневого цвета, ко времени созревания плодов (конец июля – август) приобретают характерный белёсый, пепельный до почти белого оттенок за счёт выступающих на поверхности соцветия околоцветных волосков, которые на 1–1,5 мм длиннее рылец или равны им. Тычиночная часть соцветия примерно равна по длине пестичной части, плотно к ней примыкает или имеется промежуток до 1,0–2,0(2,5) см. Пыльцевые зёрна собраны в тетрады, часть пыльцы стерильная (Капитонова, Дюкина, 2008; Капитонова и др., 2012). Рогоз седой селится на различных вторичных местообитаниях (переувлажнённые субстраты вдоль дорог, поймы запруженных рек и т. п.), которые к концу лета могут обсыхать.

К видам, достаточно широко распространённым на территории ВКК, относится *T. elata*, встречающийся на разнообразных вторичных экотопах: в придорожных лужах, на зарастающих обводнённых песчаных и гравийных карьерах, заболоченных нарушенных поймах, мелководьях прудов и во-

дохранилищ, мелиоративных канавах, где образует небольшие заросли. В пределах ВКК высота репродуктивного побега *T. elata* незначительная – до 2 м, чаще всего до 1,5 м. Он отличается от близких видов типовой секции относительно узкими листьями зелёного или светло-зелёного цвета и небольшими женскими соцветиями – 5–10 см в длину и 1–2 см в толщину.

Высота генеративного побега у растений *T. laxmannii* с территории ВКК составляет 0,89–1,54 м, в среднем 1,2 м, он несёт от 4 до 7 листьев 0,3–0,5 см шириной. Пестичная часть соцветия длиной 3,3–7,4 см, толщиной от 0,8 до 2,4 см. Форма соцветия может варьировать от цилиндрической до веретеновидной и удлинённо-яйцевидной. Тычиночная часть соцветия длиной 8,1–17,5 см, промежуток между ними составляет 1,5–6,1 см. Вид экологически приурочен к аллювиальным наносам рек, но большая часть его находок в ВКК показала, что он произрастает и на вторичных экотопах – по берегам обводнённых песчаных и гравийных карьеров, в придорожных лужах, на привозных строительных материалах (гравий, песок) (Капитонова и др., 2012).

T. × glauca – таксон гибридного происхождения, родительскими видами которого являются *T. angustifolia* и *T. latifolia* (Мавродиев, Алексеев, 1998). Высота репродуктивного побега растений этого вида варьирует в широких пределах: от 1,06 до 2,23 м. Количество листьев на репродуктивном побеге 4–12, ширина срединных листьев 0,4–2,2 см, на листьях может быть сизоватый налёт, характерный для *T. latifolia*. Пестичная часть соцветия цилиндрическая, светло-коричневого цвета, 6,4–30,0 см длиной, 0,8–3,5 см шириной. Длина тычиночной части соцветия 6,2–31,0 см, в среднем – 14,8 см, толщина – 0,6–1,6 см, промежуток между частями соцветия составляет 0–11,4 см. Цвет молодых пестичных частей соцветий зелёный или тёмно-зелёный (как у *T. latifolia*). *T. × glauca* селится на различных вторичных местообитаниях (переувлажнённые субстраты вдоль дорог, поймы запруженных рек, каналы и т. п.).

T. × smirnovii – таксон гибридного происхождения, родительскими видами которого являются *T. latifolia* и *T. laxmannii* (Мавродиев, 2000). Морфологические параметры *T. × smirnovii*, также как и у рогоза сизого, варьируют в широких пределах. Так, высота репродуктивных побегов составляет от 0,89 до 2,15 м, в среднем 1,43 м, количество листьев 4–12, ширина листовой пластинки срединного листа от 0,7 до 2,1 см. Пестичная часть соцветия овальной формы, тёмно-коричневого цвета, её длина может быть небольшой, как у *T. laxmannii*, или довольно значительной, как у *T. latifolia*. Молодые пестичные соцветия светло-зелёного (салатного) цвета, затем они желтеют и далее становятся коричневыми. Длина пестичной части соцветия рогоза Смирнова варьирует от 3,6 до 23,5(32,0) см, среднее значение 12,3 см, толщина – от 0,5 до 3,0 см. Длина тычиночной части соцветия также довольно изменчива и колеблется в пределах 4,3–20,0(28,5) см, толщина во время цветения составляет 0,6–2,0 см. Между частями соцветия часто имеется небольшой промежуток до 5,5 см, реже он отсутствует. Характерной особенностью растений этого вида является удлинённое тычиночное соцветие, которое может до 1,5 раз превышать длину пестичного соцветия. Пыльца практически полностью стерильная, по составу и размеру очень разнородная, как и у *T. × glauca*, представлена всеми возможными формами: помимо тетрад и монад, встречаются диады и триады (Мавродиев, 2000; Капитонова и др., 2012). От *T. latifolia* отличается более длинным (относительно женского соцветия) тычиночным соцветием. Встречается по разнообразным, как правило, антропогенно нарушенным местообитаниям, нередко в смеси с родительскими видами.

Список литературы

- Алексеев Ю. Е., Мавродиев Е. В. Монокарпические побеги и жизненные формы видов рода *Typha* L. в связи с их систематикой // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2000. Т. 105, вып. 5. С. 45–53.
- Капитонова О. А., Дюкина (Платунова) Г. Р. Новый вид *Typha* (*Typhaceae*) из Удмуртии // Бот. журн. 2008. Т. 93, № 7. С. 1132–1134.
- Капитонова О. А., Платунова Г. Р., Капитонов В. И. Рогозы Вятско-Камского края. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. 190 с.
- Капитонова О. А., Платунова Г. Р. Таксономический состав и эколого-биоморфологическая характеристика рогозов Вятско-Камского Предуралья // Фундаментальная и прикладная биоморфология в ботанических и экологических исследованиях: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Киров: ООО «Радуга-ПРЕСС», 2014. С. 226–231.
- Мавродиев Е. В. Морфолого-биологические особенности и изменчивость рогозов (*Typha* L.) России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1999. 19 с.
- Мавродиев Е. В. *Typha × smirnovii* E. Mavrodiev (*T. latifolia* L. s. str. × *T. laxmannii* Lepechin) и некоторые другие гибридные рогозы территории юго-востока России // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2000. Т. 105, вып. 4. С. 65–69.

Мауродиев Е. В., Алексеев Ю. Е. О диагностике и систематическом положении *Typha* × *glauca* Godron (*Typha angustifolia* L. × *T. latifolia* L.). // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1998. Т. 103, вып. 6. С. 51–54.

Kapitonova O. A., Platinova G. R., Kapitonov V. I. The Distribution, Biological and Ecological Features of *Typha shuttleworthii* (*Typhaceae*) in the Vyatka-Kama Cis-Urals, Russia // American Journal of Plant Sciences. 2015. Vol. 6. P. 283–288.

Ю. В. Погорелова Флористическое разнообразие макрофитов водоёмов с разной биогенной нагрузкой

Институт эволюционной экологии НАН Украины
03143 Украина, г. Киев, ул. акад. Лебедева, 37. E-mail: Yuliya.zhytnyk@ukr.net

Макрофиты, или же высшие водные растения – неотделимая часть городских водных ландшафтов. Благодаря индикационным особенностям видового состава сообществ и структурным характеристикам, они рекомендованы к применению для оценки экологического состояния водных объектов европейской Водной Рамочной Директивой (Partanen, 2009). С целью оценки использования макрофитов как индикаторов антропогенной эвтрофикации, в мае-августе 2012–2014 гг. были проведены флористические исследования 35 водоёмов-останцев пойменной системы р. Днепр в границах г. Киева, Украина. Работы выполнялись стандартными гидробиотаническими методами (Гидробиотаника..., 2003). Флору высших водных растений рассматривали в объёме, принятом В. М. Катанской (1981), т.е. учитывалось видовое разнообразие истинно-водных растений (гидрофитов) и воздушно-водных растений (гелофитов). Гигрофиты и гигро-мезофиты во внимание не брались. Экологические группы приняты в соответствии со взглядами В. Г. Папченкова (2003).

Флора макрофитов исследованных водоёмов насчитывает 49 видов сосудистых растений и сопоставима с таковой для среднего участка р. Днепр (Корелякова, 1989). Самые многочисленные экологические группы – гелофитов и гидрофитов укоренённых – насчитывают, соответственно, 19 (39% от общего числа видов) и 17 видов (35%), 6 видов составляют группу гидатофитов свободноплавающих (12%). Самыми незначительными в видовом отношении группами являются гидатофиты укоренённые (представлено 4 вида, 8%) и гидрофиты свободноплавающие (3 вида, 6%).

Концентрации основных биогенных веществ (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-}) в водоёмах определялось калориметрическим методом с использованием портативного прибора HACH DR 890. Превышения норм ПДК на содержание биогенных веществ, определённых для водоёмов рекреационного и рыбохозяйственного назначения, выявлено не было (Обобщённый перечень..., 1990; Романенко и др., 1998). Показатели NH_4^+ колебались в пределах от 0,01 до 0,58 мг/л, (среднее значение – 0,19 мг/л), NO_2^- – от 0,001 до 1,8 мг/л (среднее – 0,011 мг/л), NO_3^- – от 0,5 до 5,0 мг/л (среднее – 3,6 мг/л), PO_4^{3-} от 0,02 до 2,75 мг/л (среднее – 2,6 мг/л). Исследованные Киевские водоёмы характеризовались крайне низким содержанием нитритов в воде, концентрации которых редко превышали 0,01 мг/л. Максимальные показатели для NH_4^+ были характерны для озёр Нижний Тельбин и Заплавное, для NO_3^- для нескольких озёр системы «Опечень», для PO_4^{3-} – озёра Королёк, Прирва и Радунка. За результатами проведенного гидрохимического анализа мы разбили исследованные водоёмы на три группы:

Группа 0 – водоёмы с низким содержанием биогенов, концентрация общего неорганического N колеблется в пределах от 0,011 до 0,82 мг/л, минерального P – от 0,02 до 0,7 мг PO_4 /л;

Группа А – водоёмы, в которых преобладают азотистые вещества (соответственно: N – 1,5–5,06 мг/л, P – 0,06–1,7 мг/л);

Группа Ф – водоёмы с преобладанием минерального фосфора (фосфатов) (N – 0,01–2,41 мг/л, P – 1,0–2,7 мг/л).

Для поиска индикаторных групп мы проанализировали флористические списки макрофитов всех исследованных водоёмов, используя показатель встречаемости видов. Во внимание не брались виды, отмеченные для всех групп исследованных водоёмов с высокими показателями встречаемости (4–5). Широкою экологическую валентность на водоёмах города проявили практически все высоко-травные гелофиты (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L., *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.) и свободноплавающие (в толще и на поверхности воды) гидрофиты (*Ceratophyllum demersum* L., *Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.), ряд элодеид (*P. perfoliatus* L., *Myriophyllum spicatum* L.).

Флористический анализ показал, что в случае нашей выборки и в границах исследуемых концентраций биогенов видовой состав макрофитов не является качественным индикаторным призна-

ком, хотя определённые тенденции выделить все же удалось. Нами было отмечено, что каждая из групп характеризуется определённым набором видов (табл.) макрофитов.

Таблица. Флористический анализ разнотипных (за содержанием биогенов) водоёмов г. Киева

№ п/п	Виды Группы водоёмов:	0	N	P
1.	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith.	4*	2	4
2.	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	4	2	2
3.	<i>Stratiotes aloides</i> L.	3	2	2
4.	<i>Trapa natans</i> L.	3	2	2
5.	<i>Potamogeton natans</i> L.	1	2	1
6.	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	1	3	2
7.	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	2	2	1
8.	<i>Potamogeton lucens</i> L.	-	1	1
9.	<i>Elodea nuttallii</i> (Planchon) St. John	1	3	-
10.	<i>Egeria densa</i> Planch.	1	1	-
11.	<i>Batrachium circinatum</i> (Sibth.) Spach	1	1	-
12.	<i>Wolfia arrhiza</i> (L.) Horkel ex Wimmer	3	-	1
13.	<i>Lemna trisulca</i> L.	3	-	2
14.	<i>Caulinia minor</i> (All.) Coss. & Germ.	-	-	1
15.	<i>Nymphaea candida</i> C. Presl	3	-	-
16.	<i>Najas major</i> L.	1	-	-
17.	<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber	1	-	-
18.	<i>Potamogeton obtusifolius</i> Mert. et Koch.	1	-	-
19.	<i>Utricularia vulgaris</i> L.	1	-	-
	Общее число видов на водоёмах группы	45	38	36

Примечание. * Классы встречаемости: 1 – вид встречен в 20% водоёмах группы, 2 – 20–40%, 3 – 40–60%, 4 – 60–80%. 5 – более 80%.

Водоёмы группы 0 характеризуются наибольшим флористическим богатством. Тут было встречено 90% всех отмеченных видов высших водных растений. Как индикаторные для водоёмов с низким содержанием биогенов можем рассматривать *Nymphaea candida* в комплексе с узколистными рдестами (*Potamogeton berchtoldii*, *P. obtusifolius*) и *Najas major* – виды, полностью отсутствующие на водоёмах с повышенным содержанием биогенов. *Utricularia vulgaris* также проявила себя как индикатор водоёмов с чертами дистрофности. Отдают предпочтение водоёмам этой группы также *Hydrocharis morsus-ranae*, *Stratiotes aloides*, *Trapa natans*. Водоёмы данной группы представлены на пограничных с городской застройкой территориях, как правило, в чертах объектов ПЗФ местного значения или парков (пойменная система рек Десна, Вита, озера Золоче, Редькино).

Группа водоёмов с повышенным содержанием неорганического азота характеризуется меньшим видовым разнообразием (отмечено 78% общего флористического состава). Для группы N как индикаторные виды можно рассматривать *Potamogeton pectinatus* и недавнего вселенца – *Elodea nuttallii*, которые формирует значительные сообщества с ПП до 80–90% на более чем 50% водоёмов этой группы. Водоёмам с повышенным содержанием неорганического азота отдаёт предпочтение и *Potamogeton natans*. Отсутствие *Lemna trisulca*, *Wolfia arrhiza*, *Caulinia minor*, а также видов-индикаторов группы 0 также можно считать диагностическим признаком повышенного содержания неорганического азота. Как правило, это водоёмы городской застройки (озёра Лебединое, Небреж, Тельбин, Заплавное), увеличение содержания азотистых веществ, в частности нитратов, в которых следует рассматривать как привнесение внешних загрязнителей и усиление антропогенной эвтрофикации данных водоёмов.

В случае исследуемых водоёмов, группа Ф – водоёмы с повышенным содержанием фосфатов – характеризовалась наименьшим видовым разнообразием (73% общего флористического списка). Индикаторный блок видов составляют *Lemna trisulca*, *Wolfia arrhiza*, *Caulinia minor* – индикаторы природных стоячих водоёмов с органогенными донными отложениями и выраженными процессами эвтрофикации (Макрофиты..., 1993). Как индикацию повышенного содержания неорганического фосфора можно рассматривать также отсутствие во флоре водоёма *Batrachium circinatum* и всего диагностического блока видов группы 0. Водоёмам с умеренным содержанием неорганического азота и повышенных концентраций фосфатов отдаёт предпочтение *Nuphar lutea*, *Lemna trisulca*, плохо переносит *Elodea canadensis*. Это водоёмы, расположенные в окрестностях города (озёра Тяглое, Гнилуша, Николайчик, Галерный залив) или в границах парковых зон (озеро Радунка).

Подводя итоги, отметим, что макрофитные комплексы водоёмов г. Киева характеризуются достаточно богатым видовым составом, свидетельствующим о наличии стабильных условий функционирования их экосистем. Общей тенденцией для исследованных водоёмов было более высокие показатели концентраций неорганического азота для таковых в черте городских построек и увеличение содержания фосфатов – для водоёмов зелёных зон. Флористический анализ показал, что видовой состав макрофитов не является качественным индикаторным признаком содержания невысоких концентраций биогенов в водоёме. Наибольшим видовым богатством характеризуются водоёмы с минимальными значениями содержания биогенного вещества. Водные объекты с повышенным содержанием биогенов характеризуются более упрощённым флористическим составом макрофитов, в первую очередь, за счёт выпадения видов-индикаторов воды высокого качества. Повышение содержания неорганического азота в воде более 1,0 мг/л влечёт за собой обеднение видового состава на 10–12%, минерального фосфора свыше 1,0 мгPO₄/л – 15–17%.

Список литературы

- Гидрботаника*: методология, методы. Материалы школы по гидрботанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.) Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. 188 с.
- Катанская В.М.* Высшая водная растительность водоёмов СССР. Л.: Наука, 1981. 185 с.
- Макрофиты* – индикаторы изменений природной среды / отв. ред. С. Гейны, К.М. Сытник. Киев: Наук. думка, 1993. 434 с.
- Обобщённый* перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоёмов. М., 1990.
- Папченков В. Г.* Основные гидрботанические понятия и сопутствующие им термины // *Гидрботаника*: методология, методы. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. С. 27–38.
- Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П.* та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Киев: Символ-Т, 1998. 28 с.
- Partanen S., Luoto M., Hellsten S.* Habitat level determinants of emergent macrophyte occurrence, extension and change in two large boreal lakes in Finland // *Aquatic Botany*. 2009. Vol. 90. P. 261–268.

Е. В. Приймак

Сезонные изменения фотосинтеза и дыхания *Potamogeton alpinus* Balb. в оз. Семёновское (Мурманская область)

Мурманский государственный технический университет
183010 Россия, г. Мурманск, ул. Спортивная 13. E-mail: cassiopa@yandex.ru

Разнообразие высшей водной растительности в водоёмах при продвижении на север постепенно снижается, что обусловлено коротким вегетационным периодом с невысокими температурами и олиготрофностью водоёмов. Поэтому важным является изучение биологии небольшой группы видов, составляющих фитоценозы пресных водоёмов Севера. Один из представителей водной флоры Кольского полуострова – *Potamogeton alpinus* Balb., распространённый вид, циркумполярный ареал которого приурочен к северному полушарию. На Кольском полуострове встречается в северо-восточной его части в области южной тундры, в реке Иоканге на 68° с. ш., южнее в области лесотундры, в реке Поной на 67° с. ш. и в районе г. Мурманска 69° с. ш. и 33° в. д., в области северной тайги в районе озера Имандры и южнее в районе Кандалакши (Флора Мурманской области, 1953).

Целью исследования была оценка интенсивности фотосинтеза и дыхания побегов рдеста альпийского в течение вегетационного периода.

Полевые исследования проводились с мая по сентябрь 2010 г. (данные по августу не приведены) на озере Семёновское, расположенного в черте г. Мурманска. Оз. Семёновское имеет естественное происхождение, представляет собой озёрную котловину ледникового типа и по термическому режиму относится к умеренному типу, бессточное. Площадь водного зеркала 199700 м²; средняя глубина – 4 м; максимальная температура 20⁰С в начале августа; ледостав – с октября (ноябрь) по май; средняя толщина льда от 30 см (ноябрь) до 90 см (апрель). Рдест является доминантом водного фитоценоза и образует заросли, тянущиеся прерываемой полосой вдоль берега на глубине от 0,4 до 1,5 м. Интенсивность фотосинтеза и дыхания определяли с помощью кислородной модификации скляночного метода по стандартной методике (Хромов, 1975), экспонировались турионы и побеги целого растения на глубине произрастания 40 см. Экспонирование всегда проводилось с 12 до 14 ч дня.

Климатические условия Заполярья обуславливают довольно позднее начало вегетационного периода по сравнению с центральной частью России. В начале мая на о. Семёновском только начинают образовываться проталины у берегов, и турiony рдеста трогаются в рост, вынося верхнюю часть почки над поверхностью ила. Для данного этапа характерна интенсификация дыхания турионов (рис. 1) по сравнению с его значениями в период покоя, так как значения дыхания роста могут в несколько раз превышать дыхание поддержания покоя. В начале мая фотосинтез зимующих почек, извлечённых из ила и экспонируемых на той же глубине составил – 0,22 мг/л*ч, при этом температура воды на глубине произрастания рдестов составляла +2,5⁰С и озеро, на момент эксперимента, освободилось ото льда в прибрежной части литорали лишь на 1,5–2 м.

С ростом и развитием растений интенсивность фотосинтеза нарастает. В июле вегетирующие побеги рдеста альпийского достигают 30 см и образуют в среднем 16,01 мгО₂/ч*л, но к сентябрю образование О₂ снижается до 11,12 мг О₂/ч*л на 1 г воздушно-сухой массы растения, когда прекращаются ростовые процессы, происходит отток ассимилятов к зимующим органам и дезинтеграция побегов. При этом дыхание фотосинтезирующих побегов имеет сходную динамику. Вероятно, максимум интенсивности дыхания и фотосинтеза приходится на август (отсутствующий в нашем исследовании), так как в этот период происходит цветение и созревание плодов (Лукина, Смирнова, 1988).

Таким образом, наблюдается усиление дыхания перед развёртыванием листьев и в период активного развития генеративных структур. Рдесты начинают фотосинтезировать Рис. 1. Интенсивность фотосинтеза и дыхания турионов / вегетирующих побегов рдеста альпийского в течение вегетационного периода ещё на стадии турионов, при вынесении верхушечной части над поверхностью ила и продолжают вплоть до разрушения побегов и оседания на дно.

Список литературы

- Лукина Л. Ф., Смирнова Н. Н. Физиология высших водных растений. Киев: Наук. думка, 1988. 188 с.
Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Экология прибрежно-водной растительности (учебное пособие для студентов вузов). М.: Изд-во НИИ – Природа, РЭФИА, 2004. 220 с.
Флора Мурманской области / Под ред. Б. Н. Городков. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 104–106.
Хромов В. М., Семин В. А. Методы определения первичной продукции в водоёмах. Изд-во Моск. ун-та, 1975. С. 73–91.

М. С. Прокопук

Инвазионные высшие водные растения города Киева и его окрестностей

Институт эволюционной экологии НАН Украины
03143 Украина, г. Киев, ул. академика Лебедева, 37. E-mail: maryana.prokopuk@yandex.ua

Процесс проникновения чужеродных видов в местные фитоценозы происходит постоянно, но особого размаха он приобрёл в последние 100–150 лет. Одними из наиболее открытых к инвазиям чужеродных видов является урбозкосистемы. Огромный транзит транспорта, товаров и диаспор, трансформация автохтонного биоразнообразия и природных биотопов, наличие свободных экологических ниш – все это приводит к активным инвазиям многочисленных чужеродных видов. Киев – большой развитый город, где природные экосистемы испытывают ощутимое давления со стороны человека и, следовательно, становятся мишенями различных биологических инвазий. Таковые имеют место и в гидротопках, которыми так богат город (сегодня в его пределах существует более 400 объектов водного фонда (Введення..., 2006). С целью инвентаризации инвазионных видов и оценки их роли в составе современной флоры высших водных растений водных объектов г. Киева нами были проведены исследования в 2012–2014 гг. на 40 водоёмах.

На данный момент в г. Киеве распространены 7 видов инвазионных макрофитов, которые являются представителями 4 семейств: *Hydrocharitaceae* (3 виды), *Araceae* (2 виды), *Azollaceae* (1 вид), *Poaceae* (1 вид).

Самым известным агрессивным адвентом гидрофитных комплексов города является североамериканский вид *Elodea canadensis* Michx., активное проникновение которого на акватории Европы и Азии наблюдалось на протяжении последних 100 лет. *Elodea canadensis* – кенофит североамериканского происхождения, гидрофит, агриофит, гидрохор. После первой его находки в Украине в 1894 г., в 1899 г. *E. canadensis* была найдена в 20 км от Киева в озёрах по левой стороне Днепра (Ерлихон, 1899). Этот вид быстро распространился и натурализовался в водоёмах города. На период исследования вид был отмечен повсеместно в водоёмах-останцах пойменной системы р. Днепр, а также дре-

нажных каналах и рекреационных водоёмах города. Образовывал как плотные монодоминантные сообщества с общим проективным покрытием (ОПП) до 100%, так и разреженные до единичных экземпляров заросли. Субдоминантом в фитоценозах чаще выступал *Ceratophyllum demersum* L., реже – *Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. John., *Potamogeton crispus* L. Типичными составляющими ценозов с доминированием *E. canadensis* также являются *Myriophyllum spicatum* L., *Najas marina* L. Интересен тот факт, что *E. canadensis*, которая ещё 15–20 лет тому назад образовывала значительные по площади заросли на ряде водоёмов правобережных районов г. Киева, сегодня там не фиксируются (Зуб, Карпова, 2013), что объясняется значительным ухудшением качества воды в них.

Elodea nuttallii (Planch.) H. St. John. – кенофит южно-американского происхождения, гидрофит, агриофит, гидрохор, орнитохор. Впервые зарегистрирован в Украине в 2004 г. в заливе р. Днепр, ниже по течению на 100 км от г. Киева (Чорна, Протопопова, Шевера и др., 2006). Сегодня мы наблюдаем активное распространение *E. nuttallii* придаточной системой реки Днепр как вниз, так и вверх по течению, как по левому, так и по правому берегам. *E. nuttallii* в границах города зарегистрирована нами как в заливах и протоках Днепра, так и в многочисленных пойменных водоёмах (заливы Галерный, Конёк, Доманя, озера Еремино, Мартишев, Серебряный Кол и др.), где вид формирует монодоминантные сообщества с ОПП 60–70%, или выступает субдоминантом в ценозах с *E. canadensis*.

Egeria densa Planch. – кенофит южно-американского происхождения, гидрофит, агриофит, гидрохор, орнитохор, первая находка в районе Киева датируется 2004 г., левом берегу Днепра, на южной окраине города; в течение 2005–2006 гг. вид был отмечен ниже города, в верховье Каневского водохранилища (Багацкая, 2007). Ценозы с доминированием *E. densa* наблюдались нами только в 2013 г. в пойменных водоёмах юго-восточных окрестностей города (оз. Золоче). Вид образовывал монодоминантные заросли на песчаных прибрежных мелководьях с ОПП 80–90%. Летом 2014 г. массового развития сообществ *E. densa* мы не наблюдали, были встречены лишь единичные экземпляры в районе первой фиксации вида для Киева.

Pistia stratiotes L. – кенофит тропических районов Африки, плейстофит, как эфемерофит уже приводился для декоративных водоёмов города, гидрохор, орнитохор, (Чорна, 2006, Лушпа, 2009). В течение 2013–2014 гг. мы проводили сезонный мониторинг успешно перезимовавшей популяции *P. stratiotes* в рекреационном водоёме по ул. Булгакова, 90 в юго-западном районе города (Южная Борщаговка). Уже в начале июня мы наблюдали развитие единичных экземпляров *P. stratiotes* в сообществах асс. *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae* W.Koch 1954, которые к середине лета уже выступали в роли субдоминанта с ПП 10–15%.

Azolla caroliniana Willd. – кенофит североамериканского происхождения, плавающий гидрофит, агриофит, гидрохор, орнитохор (Макрофиты..., 1993). Первая находка *A. caroliniana* в Украине датируется 1978 г. в водоёмах Килийской дельты Дуная (Дубина, Протопопова, 1980), сегодня этот вид-трансформер является привычным для флоры Северного Причерноморья (Протопопова, Шевера, Мосякин и др., 2009). Данные о более северном распространении вида Украиной в научной литературе не приводились, поэтому наша находка азоллы летом 2014 г. на уже упоминаемом Южно-Борщаговском водоёме чрезвычайно интересна. *A. caroliniana* формировала сообщества асс. *Lemno-Azolletum carolinianae* Nedelcu 1967, с ОПП 100%. Доминантом выступала *A. caroliniana* с ПП 90%, доля рясок была незначительная (ПП *Spirodela polyrrhiza* – 5%, *Lemna minor* – до 1%), единично встречался *Ceratophyllum demersum*.

Lemna turionifera Landolt. – вид североамериканско-азиатского происхождения, плейстофит, гидрохор, орнитохор. На территории Европы считается чужеродным (Голаш, Неринг, 2006), и рассматривается как кенофит, который натурализовался (Uotila, 2012). В 2012 г. вид был впервые обнаружен в нескольких локалитетах в северной Украине (Орлов, Якушенко, 2006). Для Киева летом 2014 г. указывался для рекреационного водоёма на Южной Борщаговке (Плантариум, 2014).

Phragmites altissimus (Benth.) Nabile – кенофит, водный терофит, агриофит, анемохор, который в отечественной литературе рассматривается как подвид *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (Макрофиты..., 1993), однако в последнее время из-за явной морфологического и биотопического отличия от *P. australis* большинство исследователей рассматривают его как самостоятельный вид (Папченко В.Г., 2008; Карпова, Клепец, 2013). Поскольку *P. altissimus* – представитель флоры южной зоны степных районов, для территории Киева он является инвазионным. Первые его экземпляры были зарегистрированы в 2011 г. на северной окраине города, на западном берегу оз. Опечень Нижнее (зона Полесья) (Карпова, Клепец, 2013), где *P. altissimus* рос среди прибрежных зарослей *P. australis* и отличался значительно большими размерами генеративных и вегетативных частей и окраской. В настоящее время существуют сведения и о другой распространённости *P. altissimus* на территории Украины (Кузь, Старовойтова, 2014).

Подводя итоги, отметим, что инвазионные макрофиты в настоящее время является заметной частью флоры высших водных растений г. Киева и Украины в целом, причём с каждым годом увеличиваются как количество видов, так и расширяются их ареалы. То, что за последние 10 лет их число видов увеличилось с 1 до 7, а количество локалитетов – с единичных до нескольких сотен (как, к примеру, в *E. nuttallii*) является свидетельством значительного усиления инвазий в гидроэкосистемы. Кроме того, до недавнего времени большинство ксенофитов гидрофлоры Украины составляли североамериканские виды, однако на современном этапе наблюдается активное проникновение видов более южного происхождения (*E. nuttallii*, *E. denza*). Большинство растений является непреднамеренно занесёнными. Они попали в водоёмы с аквариумной культуры и благодаря особенностям вегетативного размножения и жизненных стратегий быстро распространились. Однако распространение на одном водоёме города трёх экзотических адвентов – *Pistia stratiotes*, *Azolla caroliniana* и *Lemna turionifera* – свидетельством их преднамеренного и безрассудного вселения, поскольку все три вида являются крайне агрессивными видами-трансформерами, а специфический микроклимат города, тёплые зимы, которые наблюдаются в последнее время, благоприятствуют их быстрому расселению.

Способность инвазионных видов макрофитов активно осваивать свободные гидротопы, переносить отрицательные температуры и примеры быстрого их продвижения другими регионами Украины делает указанные виды чрезвычайно опасным компонентом флоры Украины. Именно поэтому они требуют дальнейшего детального изучения, постоянного контроля и мониторинга.

Список литературы

Багацька Т. С. *Egeria densa* Planch. (Hydrocharitaceae) – новий вид для материкової частини України // Укр. ботан. журн. 2007. Т. 64. № 6. С. 914–916.

Васенко А. Г., Старко Н. В., Верниченко-Цветков Д. Ю. и др. О появлении пистии телорезовидной (*Pistia stratiotes*) в водных объектах Харьковской области // IX Міжнар. наук.-практ. конф. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення». м. Алушта, АР Крим, Україна. 2012. С. 229–232.

Введення в експлуатацію об'єктів соціальної сфери в Україні за 2005 рік. Експрес-довідь Державного комітету статистики України 1 березня 2006 року № 64. Офіційний сайт Держкомстат України. (эл. ресурс: <http://www.ukrstat.gov.ua/>).

Дубина Д. В., Протопопова В. В. Нові для флори СРСР види водяних папоротей з родини Azollaceae // Укр. ботан. журн. 1980. Т. 37. № 5. С. 20–26.

Зуб Л. М., Карпова Г. А. Трансформація флори макрофитов водоёмов лесопарков г. Києва // Роль ботанічних садів і дендропарків у збереженні та збагаченні біологічного різноманіття урбанізованих територій: Матеріали Міжнар. наук. конф. Київ. 2013. С. 74–76.

Карпова Г. О., Кленець В. О. Особливості поширення очерету найвищого (*Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile) в умовах урболандшафту // Матеріали третьої міжнар. наук.-практ. конф. «Рослини та урбанізація. Дніпропетровськ: ТОВ ТВГ «Куніца», 2013. С. 15–18.

Кузь І. А., Старовойтова М. Ю. *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile (Poaceae) на Україні // Веснік Палескага дзяржаўнага ун-та. 2014. № 1. С. 3–8.

Лушина В. І. Водяний латук (*Pistia stratiotes* L.) у Голосіївському ставку м. Києва // Наук. вісник НУБІП України. 2009. Вип. 134, ч. 1.

Макрофиты – индикаторы изменений природной среды / Отв. ред. С. Гейны, К.М. Сытник. Киев: Наук. думка, 1993. 434 с.

Папченко В. Г. О распространении *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile (Poaceae) // Рос. Журн. Биол. Инвазий. 2008. № 1. С. 36–41.

Плантариум (эл. ресурс: <http://www.plantarium.ru/page/image/id/263892.html>)

Протопопова В. В., Шевера М. В., Мосякін С. Л. та ін. Види-трансформери у флорі Північного Причорномор'я // Укр. ботан. журн. 2009. Т. 66. № 6. С. 770–782.

Чорна Г. А. Флора водойм і боліт Лісостепу України. Київ: Фітосоціоцентр, 2006. 183 с.

Чорна Г. А., Протопопова В. В., Шевера М. В., Федорончук М. М. *Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. John (Hydrocharitaceae) – новий для флори України вид // Укр. бот. журн. 2006. Т. 63. № 3. С. 328–331.

Erlich E. Jeszcze *Elodea canadensis*. Wszechświat. 1899. Nr. 44. Str. 697

Gollasch S., Nehring S. National checklist for aquatic alien species in Germany // Aquatic Invasions. 2006. 1(4). P. 245–269.

Uotila P. Lemnaceae // Euro+Med Plantbase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. 2009. URL: <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/>

М. М. Рассказова, А. В. Берестина, Д. А. Гнусина
Влияние гамма-излучения на морфологические
и количественные параметры *Lemna minor* L.

Обнинский институт атомной энергетики (ИАТЭ) – филиал Национального исследовательского
ядерного университета (НИЯУ) «МИФИ»

249020 Россия, Калужская область, г. Обнинск, Студгородок, 1. E-mail: rassmarina@mail.ru

В отечественных публикациях 80-х гг. XX столетия продемонстрирована чувствительность *Lemna minor* L. к ионизирующему излучению (Кутлахмедов и др., 1988; 1997). Однако до настоящего времени использование многих параметров *Lemna minor* L. (доля повреждений фрондов, время удвоения популяция, динамика прироста корней и другие) относилось к области оценки токсического загрязнения. В последнее время исследователей все больше привлекает проблема эффектов малых доз радиации на биологические системы. Предложен ряд гипотез о степени опасности малых доз: от линейно беспороговой, до гипотезы радиационного гормезиса (Петин, Пронкевич, 2011). Однако механизмы воздействия физических мутагенов на морфологические показатели и время удвоения популяции ряски малой недостаточно выяснены. Поэтому актуальным направлением является влияние гамма-излучения в малых дозах на время удвоения популяции и морфологические характеристики *Lemna minor* L.

В работе использовали лабораторную культуру растений ряски малой, поддерживаемую на модифицированной питательной среде Штейнберга в лабораторных условиях. Ранее нами установлено, что оптимальные условия для роста ряски можно получить путём разбавления среды Штейнберга дистиллированной водой в пропорции 1:3. (Рассказова, Чиж, 2010). Для проведения экспериментов по 30 растений ряски помещали в стеклянные контейнеры с 50 мл питательной среды, выбирая хорошо развитые группы растений, состоящие от двух до пяти молодых зелёных пластинок, без видимых повреждений или обесцвечивания (хлороза). Пересадку ряски малой на свежеприготовленную среду осуществляли за сутки до постановки эксперимента. Растения пересаживали на свежую среду через каждые 7 суток. Облучение проводилось на базе МРНЦ им. А. Ф. Цыба – филиала ФГБУ «ФМИЦ им. П. А. Герцена» Минздрава России на установках «Исследователь» (Россия, ^{60}Co , 33 Гр/мин) и « γ -cell» (Канада, ^{60}Co , 15 сГр/мин) в дозах 0,01; 0,1; 1, 30, 150 и 300 Гр. В качестве контроля использовали растения ряски малой, не подвергавшиеся облучению и непрерывно находящиеся в лаборатории (физиологический контроль), а также особи, транспортируемые к источнику облучения, но не подвергающиеся его воздействию. Суммарная поглощённая доза острого облучения составила 0,01; 0,1; 1 и 30 Гр (мощность дозы 18,3 сГр/мин и 5,0 мГр/ч). Контрольные образцы ряски находились в тех же условиях, но не облучались. Хроническое облучение проводилось на установке «Панорама» (^{137}Cs) – в течение 5 суток по 4 часа ежедневно, мощность дозы 0,5; 5 и 50 мГр/ч соответственно (суммарная поглощённая доза: 0,01; 0,1 и 1 Гр). При учете морфологических признаков фрондов ряски малой отмечали изменение окраски: хлороз или некроз. Количество повреждённых фрондов (листецов) в опыте рассчитывали по проценту от общего количества в каждой пробе.

При остром облучении на уровне тканевых повреждений в форме хлорозов и некрозов в первые две недели эксперимента значимых различий не было обнаружено. Статистически значимые различия между пробами появляются на 14 сутки, увеличиваясь к 21, но наиболее ярко выражены на 28 сутки экспозиции. Изучение доли фрондов в контроле физиологическом и необлучённом не выявило между ними достоверных различий. При анализе проб, исследованных на 28 сутки эксперимента, между долей повреждений в контрольной пробе (необлучённой, 0 Гр) и в пробе, облучённой дозой 0,01 Гр, значимых различий не наблюдается за все время эксперимента. В диапазоне доз 0,1–30 Гр отличия от контроля достаточно отчётливы и примерно одинаковы, статистически значимых отличий между ними не обнаружено. При достижении более высоких доз зафиксировано достоверное превышение контрольного уровня в пробах, облучённых в дозе 150, 300 Гр ($p < 0,05$): доля повреждений увеличивается в 3,8–6,2 раза.

При хроническом облучении с малой мощностью дозы выявлено достоверное ($p < 0,05$) угнетение среднего удельного роста *Lemna minor*. На рис. 1 представлена сравнительная диаграмма среднего удельного роста ряски на 30 сутки после острого (дозы 0,01, 0,1 и 30 Гр) и хронического облучения в течение 5 суток по 4 ч. с мощностями дозы 0,5, 5 и 50 мГр/ч (суммарная поглощённая доза 0,01, 0,1 и 1 Гр соответственно).

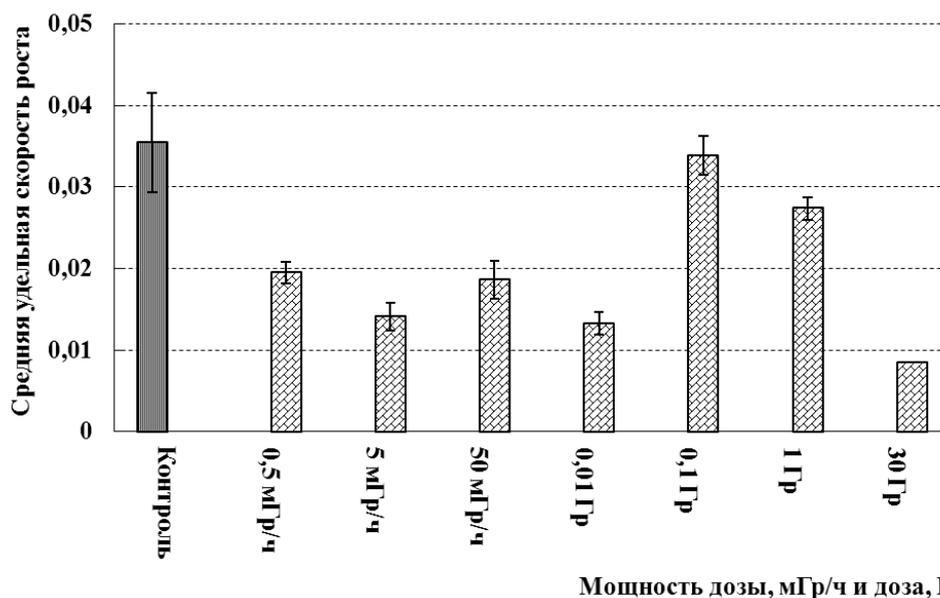


Рис. 1. Изменение средней удельной скорости роста популяции ряски малой на 30 сут. после острого (мощность дозы 18,3 сГр/мин и 5,0 мГр/ч однократно в течение 0,5–5,5 мин в дозах 0,01, 0,1 и 1 Гр) и хронического γ -облучения растений (мощность дозы 0,5, 5 и 50 мГр/ч ежедневно по 4 ч. в течение 5 сут., поглощённые дозы 0,01, 0,1 и 1 Гр соответственно)

Значимые различия отмечены при хроническом облучении во всех экспозициях, удельная скорость роста снижается в 1,5–3 раза. При остром облучении достоверных различий от контроля в дозах 0,01–1 Гр не наблюдается, значимое снижение скорости роста зафиксировано в 4 раза при облучении дозой 30 Гр. Время удвоения популяции является величиной, обратной средней удельной скорости роста. Показано, что хронически облучённые с мощностью дозы 5 и 50 мГр/ч популяции удваиваются достоверно медленнее, чем необлучённые. Анализ динамики отмирающих фрондов показал их значимое увеличение в опыте по сравнению с контролем: к 15 суткам их процент выше во всех вариантах хронически облучённых растений. При этом по данному критерию дозовой зависимости между экспозициями, отличающимися на 2 порядка, не наблюдается, что свидетельствует о наличии дозозависимого плато в диапазоне доз 0,01–1 Гр. Хроническое облучение с мощностью дозы 0,5 мГр/ч и поглощённой дозой 0,01 Гр оказывает стимулирующее действие на прирост корней.

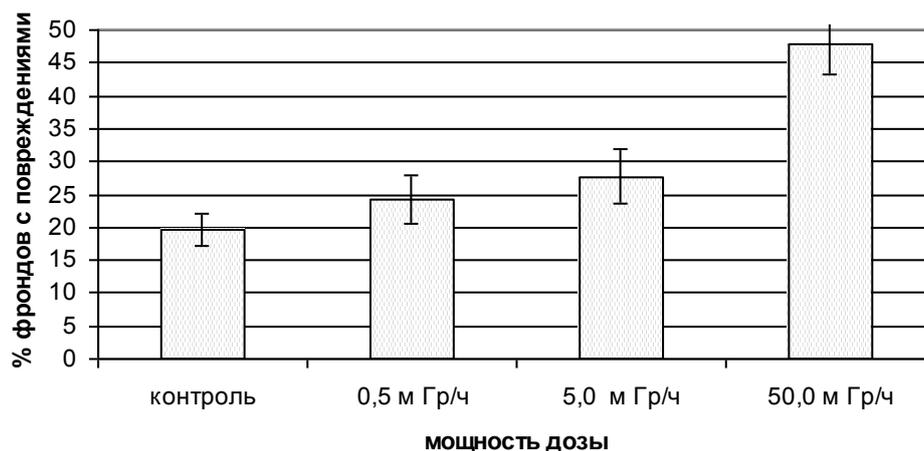


Рис. 2. Изменение количества растений в популяции ряски, подвергшейся хроническому γ -облучению в течение 5 сут по 4 ч с малой мощностью дозы 0,01, 0,1 и 1 Гр, с повреждениями фрондов (в % относительно контроля с квадратичными ошибками)

На рис. 2 представлено изменение количества растений в популяции ряски, подвергшейся хроническому γ -облучению в течение 5 суток по 4 ч. с малой мощностью дозы 0,01, 0,1 и 1 Гр, с повреждениями фрондов. На рисунке видно, что показатель значимо не отличается от контроля при облучении в дозах 0,01 и 0,1 Гр (мощность дозы 0,5 и 5,0 мГр/ч соответственно). Ранее нами была показана (Рассказова, Берестина, 2011) эффективность острого облучения в дозе 0,1 Гр. В условиях хрониче-

ского облучения ряски по 5 ч в течение 4 сут негативный эффект повреждения фрондов проявился только при облучении с мощностью дозы 50,0 мГр/ч (поглощённая доза 1 Гр).

Таким образом, проведённое на лабораторной популяции ряски исследование, показало, что у хронически γ -облученных по 4 ч. в течение 5 сут. с мощностью дозы 0,5, 5 и 50 мГр/ч (суммарная поглощённая доза 0,01, 0,1 и 1 Гр соответственно) растений значимо снижается удельная скорость роста популяции, ускоряется процесс отмирания фрондов. Хроническое облучение с мощностью дозы 0,5 мГр/ч стимулирует прирост корней, а облучение с мощностью 50 мГр/ч значимо увеличивает процент повреждения фрондов.

Список литературы

Кутлахмедов Ю. А., Поликарпов Г. Г., Корогодин В. И. Принципы и методы оценки радиоёмкости экологических систем // Эвристичность радиобиологии: сб. науч. тр. Киев: Наукова думка, 1988. С. 109–115.

Кутлахмедов Ю. А., Поликарпов Г. Г., Корогодин В. И., Кутлахмедова-Вишнякова В. Ю. Методология и методы исследования радионуклидов и других техногенных загрязнителей в наземных и водных экосистемах (пособие). Киев: Медэкол, УкрРНПФ "Медицина-Экология", 1997. 44 с.

Петин В. Г., Пронкевич М. Д. Анализ действия малых доз ионизирующего излучения на лабораторных животных // Сб. науч. работ Лауреатов обл. премий и стипендий. Вып. 7. Калуга, 2011. С. 201–210.

Рассказова М. М., Берестина А. В. Влияние гамма-излучения в широком диапазоне доз на морфологические характеристики *Lemna minor* L // Сахаровские чтения 2011 года: экологические проблемы XXI в.: материалы 11-й междунар. конф., Минск, Республика Беларусь. Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011. С. 310.

Рассказова М. М., Чиж Т. В. Использование *Lemna minor* L. для оценки качества воды на основе морфологического подхода // Материалы I (VII) Междунар. конф. по водным макрофитам «Гидрботаника 2010». Ярославль: Принт Хаус, 2010. С. 254–256.

А. Г. Русанов

Роль факторов среды и расселения в пространственной структуре сообществ макрофитов и диатомовых водорослей перифитона Ладожского озера

Институт озероведения РАН

196105 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Севастьянова, 9. E-mail: a_rusanov@yahoo.com

Выявление механизмов, ответственных за пространственную организацию биотических сообществ, является одним из ключевых вопросов экологии. Основной концепцией, объясняющей механизмы формирования и поддержания видовой структуры сообществ, является теория экологических ниш. Принято считать, что если видовая структура сообщества в основном определяется факторами внешней среды, то сообщество сформировано механизмами нишевой дифференциации (Verleyen et al., 2009; Alahuhta et al., 2013). Альтернативным взглядом на проблему формирования видовой структуры является концепция нейтрализма, рассматривающая стохастические процессы, связанные с расселением организмов, в качестве ключевых механизмов структурной организации сообществ (Hubbell, 2001).

В настоящее время общепринято, что процессы, связанные с разделением ниш и расселением, действуют в природных сообществах одновременно (Гиляров, 2010; Leibold et al., 2004). Однако относительный вклад факторов среды и механизмов расселения в структурную организацию различных биотических сообществ неодинаков и зависит, в частности, от способности организмов к расселению. В пресноводных экосистемах расселительная способность организмов определяется, главным образом, их размерами, и чем они больше, тем сильнее ограничено их распространение в пространстве (De Bie et al., 2012). Считается, что факторы среды играют основную роль в регуляции видовой структуры организмов с высокой способностью к расселению. Напротив, в сообществе организмов с ограниченной способностью к расселению факторы среды уже не будут в полной мере объяснять пространственное распределение видов.

В данной работе проведено сравнение роли абиотических факторов среды и процессов, связанных с расселением, в формировании структуры сообществ макрофитов и диатомовых водорослей перифитона в Ладожском озере. Для этого были использованы два подхода. Первый подход, основанный на методах ординации сообществ, позволяет прямо оценить относительный вклад факторов среды и расселения в общую дисперсию видовой структуры сообществ. Причём пространственные пе-

ременные, сгенерированные на основе географических координат станций отбора проб, являются эрзац-переменными, отражающими процессы расселения организмов (Legendre, Legendre, 1998). Предполагалось, что макрофиты, характеризующиеся ограниченным распространением будут сильнее зависеть от пространственных переменных, чем диатомовые водоросли перифитона. Второй подход основан на анализе пространственной неоднородности видовой структуры с помощью зависимости «дистанция-сходство». Резкое падение сходства видовой структуры с увеличением расстояния между станциями отбора проб отмечалось в сообществах организмов с низкой способностью к расселению (Padiál et al., 2014). Исходя из этого, ожидалось, что у макрофитов по сравнению с диатомовыми водорослями будет более значительное снижение сходства структуры с расстоянием.

Описание водной растительности и отбор проб перифитона проводились на 36 литоральных станциях, охватывающих все три геоморфологических района Ладоги: северный шхерный район, район открытых берегов восточного и западного побережья и мелководный южный район (Русанов, 2013; Rusanov, Ács, 2012). Из абиотических факторов учитывались концентрация общего фосфора ($P_{\text{общ}}$), удельная электропроводность (УЭП), pH и температура воды. Геоморфологическое строение литорали на станциях отбора проб отражали следующие параметры, определённые по топографической карте (масштаб 1:25000): расстояние от берега до изобаты 5 м, уклон дна на глубине 5 м и открытость литорали. Построение пространственных переменных проводилось процедурой PCNM-анализа (principal coordinates of neighbour matrices – главные координаты соседства матриц) (Borcard, Legendre, 2002; Diniz-Filho, Bini, 2005), выполненного в программе SAM v 4.0 (Rangel et al., 2010). PCNM-анализ, основанный на модифицированной матрице Эвклидовых (географических) расстояний между станциями отбора проб, моделирует весь спектр возможных переменных, одинаково хорошо учитывающих широко-масштабные (региональные) и узко-масштабные (локальные) пространственные зависимости. Оценка относительного вклада локальных абиотических факторов и пространственных переменных в изменчивость видовой структуры обоих сообществ проводилась при помощи частного анализа канонических корреляций (Borcard et al., 1992), выполненного в программе Canoco 4.5 (ter Braak, Smilauer, 2002). Для тестирования зависимости «дистанция-сходство» использовался коэффициент сходства Жаккара, основанный на качественных данных (присутствие /отсутствие видов). Парные отношения анализировались при помощи линейной регрессии.

Анализ канонических корреляций выявил зависимость пространственной структуры обоих сообществ от геоморфологического строения литорали (уклон дна) и гидрохимических показателей ($P_{\text{общ}}$, УЭП). Частный анализ канонических корреляций показал, что роль процессов расселения (пространственных переменных) в регуляции видовой структуры макрофитов была существенно выше, чем у диатомовых водорослей (рис. 1). Соответственно, факторы среды играли более важную роль в организации видовой структуры диатомовых водорослей, чем макрофитов, составляя 66,8% и 46,9% от общей объяснённой дисперсии, соответственно.

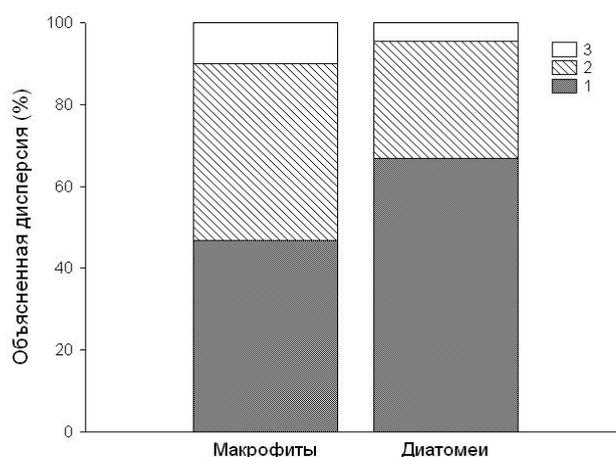


Рис. 1. Процент объяснённой дисперсии структуры сообществ макрофитов и диатомовых водорослей перифитона. Фракции объяснённой дисперсии, приходящиеся на эффект факторов среды (1) и пространственных переменных (2), а также их совместный эффект (3).

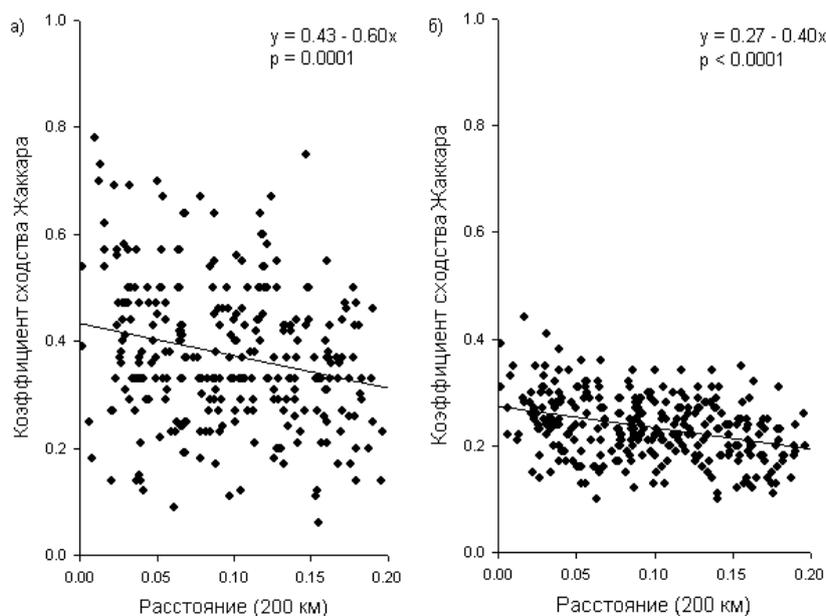


Рис. 2. Зависимость коэффициента сходства Жаккара макрофитов (а) и диатомового перифитона (б) от географического расстояния между станциями отбора проб.

Анализ зависимости «дистанция-сходство» показал, что в обоих сообществах наблюдалось статистически достоверное падение сходства с расстоянием (рис. 2). Однако значительное различие между сообществами наблюдалось в наклоне линий регрессии. У макрофитов коэффициент наклона (–0,60) был значительно выше, чем у диатомовых водорослей (–0,40).

Таким образом, как ожидалось, более тесная зависимость видовой структуры от пространственных переменных и резкое падение сходства с расстоянием отмечались у макрофитов, что указывало на их более слабую способность к расселению по сравнению с диатомовыми водорослями перифитона.

Список литературы

- Гилларов А. М. В поисках универсальных закономерностей организации сообществ: прогресс на пути нейтрализма // Журн. общей биологии. 2010. Т. 71. № 5. С. 386–401.
- Русанов А. Г. Пространственная структура сообщества макрофитов Ладожского озера и факторы, её регулирующие // Ладога. СПб.: Нестор-История, 2013. С. 253–259.
- Alahuhta J., Kanninen A., Hellsten S., et al. Environmental and spatial correlates of community composition, richness and status of boreal lake macrophytes // Ecol. Indic. 2013. Vol. 32. P. 172–181.
- Borcard D., Legendre P., Drapeau P. Partialling out the spatial component of ecological variation // Ecology. 1992. Vol. 73. P. 1045–1055.
- Borcard D., Legendre P. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices // Ecol. Modelling. 2002. Vol. 153. P. 51–68.
- De Bie T., De Meester L., Brendonck L., et al. Body size and dispersal mode as key traits determining metacommunity structure of aquatic organisms // Ecol. Lett. 2012. Vol. 15. P. 740–747.
- Diniz-Filho J. A. F., Bini L. M. Modeling geographical patterns in species richness using eigenvector-based spatial filters // Glob. Ecol. Biogeogr. 2005. Vol. 14. P. 177–185.
- Hubbell S. P. A Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 2001. 448 p.
- Legendre P., Legendre L. Numerical ecology. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 1998. 853 p.
- Leibold M. A., Holyoak M., Mouquet N., et al. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology // Ecol. Lett. 2004. Vol. 7. P. 601–613.
- Padial A. A., Ceschin F., Declerck S. A. J., et al. Dispersal ability determines the role of environmental, spatial and temporal drivers of metacommunity structure // PLOS One. 2014. Vol. 9. e111227.
- Rangel T. F. L. V. B., Diniz-Filho J. A. F., Bini L. M. SAM: a comprehensive application for spatial analysis in macroecology // Ecography. 2010. Vol. 33. P. 46–50.
- Rusanov A. G., Ács É. Spatial distribution of epiphytic diatoms in relation to environmental factors in the Lake Ladoga // XXII International Diatom Symposium. Abstracts. Ghent, Belgium: Aula Academica. VLIZ Special Publication. 2012. No. 58. P. 95.

ter Braak C. J. F., Smilauer P. Canoco Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca NY, USA: Microcomputer Power, 2002. 500 p.

Verleyen E., Vyverman W., Sterken M. et al. The importance of dispersal related and local factors in shaping the taxonomic structure of diatom metacommunities // *Oikos*. 2009. Vol. 118. P. 1239–1249.

К. Л. Савицкая

Синтаксономическая структура растительности малых рек Минской области

Белорусский государственный университет, биологический факультет
220030 Республика Беларусь, г. Минск, ул. Курчатова, 10. E-mail: karina_savv@mail.ru

Минская область – центральный регион Республики Беларусь, по территории которого протекает свыше 450 рек, принадлежащих к бассейнам Чёрного и Балтийского морей (Минская..., 2007). Среди них количественно преобладают малые водотоки (протяжённостью до 100 км), вносящие существенный вклад в формирование естественной речной сети и до настоящего времени слабоизученные в синтаксономическом отношении.

С целью выявления фитоценотического разнообразия водной и прибрежно-водной растительности малых рек области во время полевых сезонов 2011–2014 гг. маршрутным методом обследованы стометровые участки 42 малых водотоков. В пределах каждого из отобранных участков рек, локализованных в 14 административных районах, четко прослеживалась ценотическая организация водной растительности. Значения основных факторов, определяющих развитие речных макрофитов: типы донных отложений, скорость течения, глубина воды, гидрохимические параметры – варьировали в различных пунктах наблюдений. Геоботаническое описание фитоценозов проводилось на площади от 0,5 м² до 10 м² или в естественных границах сообществ (Бобров, Чемерис, 2003). Последующая обработка материала (314 описаний) осуществлялась в соответствии с традициями направления Й. Браун-Бланке (Александрова, 1969; Braun-Blanquet, 1964) и требованиями Международного кодекса фито-социологической номенклатуры (Weber et al., 2000). При составлении синтаксономической системы использовались данные литературы (Дубына, 2006; Соломаха, 2008; Moravec, 1995; Dierßen, 1996; Сцепанович I., 2000; Matuszkiewicz, 2001; Rodwell, 2002; Сцепанович Я., 2006; Schubert et al., 2010).

Установлена принадлежность водных и прибрежно-водных фитоценозов Минской области к 6 классам, 8 порядкам, 12 союзам и 28 ассоциациям эколого-флористической классификации.

Продромус единиц водной и прибрежно-водной растительности малых рек Минской области

Класс Lemnetaea (minoris) de Bolòs et Masclans 1955 em. R. Tx. 1955

Порядок Lemnetalia minoris Bolòs et Masclans 1955 em. R. Tx. 1955

Союз Lemnion minoris (Koch 1954) Bolòs et Masclans 1955 em. R. Tx. 1955

Acc. Lemnetum minoris (Oberdorfer 1957) Müller et Görs 1960

Acc. Lemnetum gibbae (Koch 1954) Mijawaki et J. Tx. 1960

Союз Lemnion trisulcae Den Hartog et Segal ex. R. Tx. et Schwabe in R. Tx. 1974

Acc. Riccietum fluitantis Slavnić 1956

Класс Potametea Klika in Klika et Novák 1941 em. R. Tx. et Preising 1942

Порядок Callitricho-Batrachietalia Pass. 1978

Союз Batrachion fluitantis Neuhäusl 1959

Acc. Fontinali-Batrachietum kauffmannii A.A. Bobrov 2001

Союз Batrachion aquatilis Pass. 1964

Acc. Lemno-Callitrichetum palustris Bobrov et Chemeris 2006

Порядок Potametalia (eurosibiricum) Koch 1926 em. Br.-Bl. et R. Tx. 1944

Союз Nymphaeion albae (Koch 1926) Oberdorfer 1957

Acc. Potametum natantis Soó 1927 em. Oberdorfer 1977

Acc. Nupharetum luteae Koch 1926

Союз Parvopotamion (Vollmar 1947) Den Hartog et Segal 1964

Acc. Potamogetonetum friesii Iversen 1929

Acc. Potametum nodosi (Soó 1960) Segal 1964

Acc. Potamogetonetum perfoliati Koch 1926 em. Passarge 1964

Acc. Potamogetonetum pectinati Carstensen 1955

Acc. Potamogetonetum lucentis Hueck 1931

Acc. Potametum crispum Soó 1927 em. Klika et Hadač 1944

- Acc. *Elodeetum canadensis* Egger 1933
 Класс Montio-Cardaminetea Br.-Bl. et R. Tx. 1943
 Порядок Montio-Cardaminetalia Pawlowski in Pawlowski Sokolowski & Wallish 1928
 Союз Cardamino-Montion Br.-Bl. 1926
 Acc. *Petasitetum hybridi* Klika 1955
 Класс Phragmito-Magnocaricetea Klika (1942) 1944
 Порядок Nasturtio-Glycerietalia Pignatti 1953 em. Kopecký
 Союз Glycerio-Sparganion Br.-Bl. et Sissingh 1942 ap. Boer 1942
 Acc. *Sparganietum erecti* Roll 1938
 Acc. *Sparganio-Veronicetum anagallidis-aquaticae*
 Союз Phalaridion arundinaceae Kopecký (1960) 1961
 Acc. *Scirpetum sylvatici* Egger 1933 em. Knapp 1946
 Acc. *Phalaridetum arundinaceae* Koch 1926 em. Libbert (1931) 1932
 Порядок Phragmitetalia (communis) Koch 1926 em. Pignatti 1953
 Союз Phragmition communis Koch 1926
 Acc. *Scirpetum lacustris* (Allorge 1922) Chauard 1924 em. Schmale 1939
 Acc. *Sagittario-Sparganietum emersi* R. Tx. 1953
 Acc. *Rorippetum amphibiae* Passarge (1960) 1964
 Acc. *Equisetetum fluviatilis* Steffen 1931
 Acc. *Phragmitetum communis* (Koch 1926) Gams 1927 em. Schmale 1939
 Acc. *Typhetum latifoliae* Soó 1927 em. G. Lang 1973
 Acc. *Glycerietum aquaticae* Hueck 1931
 Класс Molinio-Arrhenatheretea R. Tx. 1937
 Порядок Molinietalia (coeruleae) Koch 1926
 Союз Alopecurion pratensis Passarge 1964
 Acc. *Agrostidetum albae* (Savič 1926) Michalko et Petráňová 1967
 Класс Galio-Urticetea Passarge ex Kopecký 1969 em. Müller in Oberdorfer 1983
 Порядок Lamio albi-Chenopodietalia boni-henrici Kopecký 1969
 Союз Carduo-Urticion dioicae Hadač 1962
 Acc. *Urticetum dioicae* (Domin 1944) Šmarda et al. 1963

Равновеликий вклад в синтаксономическую структуру речной растительности Минской области вносят ассоциации водных (класс Lemnetea – 3 асс., кл. Potametea – 11 асс.) и прибрежно-водных (кл. Phragmito-Magnocaricetea – 12 асс.) растений. Продромус включает также некоторые луговые и рудеральные фитоценозы, нередко встречающиеся во внутрирусловых и прибрежных биотопах малых рек. Их появление вероятно обусловлено сельскохозяйственным освоением пойменных земель, нарушением водоохраных зон (р. Освица Стародорожского р-на, окр. д. Новосёлки; р. Эсса Крупского р-на, д. Холопеничи и др.), что приводит к непосредственному соприкосновению сельхозугодий с берегами водотоков. К сообществам, свойственным именно речным экосистемам, относятся ассоциации *Fontinali-Batrachietum kauffmannii*, *Sparganio-Veronicetum anagallidis-aquaticae*, *Sagittario-Sparganietum emersi*. Причем асс. *Fontinali-Batrachietum kauffmannii* и *Sparganio-Veronicetum anagallidis-aquaticae* отмечались исключительно в реках с быстрым течением и песчаным либо каменисто-песчаным типом донных отложений (р. Подсвейка Логойского р-на, р. Плисса Крупского р-на, р. Перекуль и р. Сулла Столбцовского р-на). Фитоценозы асс. *Sagittario-Sparganietum emersi* характеризуются наиболее широкой экологической амплитудой, и регистрировались в каждом втором малом водотоке. К числу часто встречающихся в малых реках сообществ плейсто- и эугидрофитов относятся асс. *Nupharetum luteae* и *Elodeetum canadensis* (в 9 из 42 рек). На территории Минской области повсеместно распространены прибрежно-водные сообщества ассоциаций *Glycerietum aquaticae*, *Scirpetum sylvatici*, *Phalaridetum arundinaceae*, *Phragmitetum communis*, *Typhetum latifoliae*. Тем не менее, в прибрежной зоне 19 из 42 исследуемых рек наряду с макрофитами произрастают сорные и луговые виды растений, причём идентифицировать такие смешанные сообщества не представляется возможным. Активное протекание сукцессионных процессов, дестабилизирующих видовой состав прибрежных сообществ, в данном случае связано с антропогенной трансформацией водосборов малых рек. Иногда слабое развитие прибрежной растительности вызвано природными факторами, например, сильным затенением берегов. Редкими для региона являются фитоценозы асс. *Riccietum fluitantis* и *Petasitetum hybridi*, единожды встреченные в р. Березовка Слуцкого р-на и р. Гуйка Молодечненского р-на соответственно, которые в дальнейшем могут быть рекомендованы к охране.

Примечательно, что в подавляющем большинстве исследованных рек водная растительность была представлена сообществами только одного типа, заполняющими русло на 50 и более процентов площади – ассоциации *Lemnetum minoris*, *Riccietum fluitantis*, *Fontinali-Batrachietum kauffmannii*, *Potametum natantis*, *Nupharetum luteae*, *Sagittario-Sparganietum emersi*, *Elodeetum canadensis*. Поэтому соответствующие участки малых водотоков перспективны для будущего хозяйственного использования. В оставшихся 14 реках наблюдалось сочетание различных водных сообществ.

Представленный перечень фитоценозов позволяет получить целостное представление о растительном покрове малых рек Минской области, создавая предпосылки к типизации малых водотоков по характеру их зарастания водной растительностью. Тем не менее, список является предварительным и нуждается в дальнейшем дополнении и уточнении.

Список литературы

- Александрова В. Д.* Классификация растительности. Л., 1969. 275 с.
- Бобров А. А., Чемерис Е. В.* Описание растительных сообществ в водоёмах и водотоках и подходы к их классификации методом Браун-Бланке // Гидробиология: методология, методы. Материалы Шк. по гидробиологии (Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск, 2003. С. 105–117.
- Дубина Д. В.* Вища водна рослинність. Lemnetaea, Potametea, Ruppiaetea, Zosteretea, Isoëto-Littorelletea (*Eleocharition acicularis*, *Isoëtion lacustris*, *Potamion graminei*, *Sphagno-Utricularion*), *Phragmito-Magnocaricetea* (*Glycerio-Sparganion*, *Oenanthion aquaticae*, *Phragmition communis*, *Scirpion maritimi*) // Рослинність України. Киев, 2006. 412 с.
- Минская область: энциклопедия: В 2 т. / Редкол.: Л. Ф. Крупец, Г. П. Пашков и др. Минск, 2007. Т. 1. 512 с.*
- Соломаха В. А.* Синтаксономія рослинності України. Третє наближення. Київ, 2008. 296 с.
- Braun-Blanquet J.* Pflanzensociologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Wien-New York, 1964. 865 s.
- Dierßen K.* Vegetation Nordeuropas / Unter Mitarb. von B. Dierßen. Stuttgart, 1996. 838 s.
- Matuszkiewicz W.* Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Warszawa, 2001. 537 s.
- Moravec J. et al.* Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. 2 vyd. Průhonice, 1995. 206 s.
- Rodwell J. S. et al.* The diversity of European Vegetation. An overview of phytosociological alliances and their relationships to EUNIS habitats. Wageningen, 2002. 168 p.
- Сцепановіч І. М.* Эколага-фларыстычны дыягназ сінтаксонаў прыроднай травяністай расліннасці Беларусі. Минск, 2000. 140 с.
- Сцепановіч Я. М.* Фітацэнаразнастайнасць расліннасці Беларусі // Ботаника (исследования). Минск, 2006. С. 267–278.
- Schubert R., Hilbig W., Klotz S.* Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Deutschlands. der 2. Heidelberg, 2010. 472 s.
- Weber H. E., Moravec J., Theurillat J.-P.* International code of phytosociological nomenclature. 3rd ed. // Journal Vegetation Science. 2000. Vol. 11. P. 739–768.

С. Е. Садогурский, Т. В. Белич, С. А. Садогурская Фитобентос прибрежно-морских акваторий Керченского полуострова, включённых в состав Экологической сети Восточного Крыма (ЭСВК)

Никитский ботанический сад – Национальный Научный центр
298648 Россия, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита. E-mail: ssadogurskij@yandex.ru

В 2010 г. на базе Карадагского природного заповедника состоялся научно-практический семинар «Заповедное дело в Крыму–2010. Оценка состояния биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети Восточного Крыма». Он дал начало проекту, в ходе которого было проанализировано состояние природных сообществ Восточного Крыма, уровень их биоразнообразия, степень сохранности, а также хозяйственное использование отдельных участков. В результате была разработана схема локальной Экологической сети Восточного Крыма (ЭСВК). В проекте приняли участие специалисты разного профиля, что позволило максимально охватить все аспекты проблемы. По результатам собственных многолетних гидробиотических исследований с привлечением литературных данных нами были выделены и охарактеризованы соэкологически ценные морские и лагунные акватории морской береговой зоны Керченского полуострова (Садогурский и др., 2013а, 2013б). Они обладают высоким, достаточно высоким или типичным для региона уровнем разнообразия фитобентоса. Учитывая структурно-функциональное единство территориально-аквальных экосистем береговой зоны морей, а также наши рекомендации по формированию в береговой зоне моря целостных территориально-аквальных заповедных объектов и структурных элементов экосетей, упомянутые ак-

ватории были включены в качестве аквальных компонентов территориально-аквальных ядер и экокореидоров ЭСВК. Интенсивность хозяйственной деятельности минимальна в границах природных ядер (растительный покров и биотопы сохранились здесь в природном или наиболее близком к природному состоянию), что делает их наиболее репрезентативными и перспективными с точки зрения расширения ООПТ. Соединяющие их экокореидоры, в соответствии со спецификой водной среды обитания непрерывны даже в границах населённых пунктов. Ширина аквальных компонентов составляет не менее 1 км от берега (без учёта буферной зоны). Приводим их краткие гидробиологические характеристики; данные по составу раритетной фракции фитобентоса уточнены (① – IUCN Red List of Threatened Species (<http://www.iucnredlist.org>); ② – European Red List of Vascular Plants (Bilz et al., 2011); ③ – Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Appendix I); ④ – Красная книга РФ (Красная..., 2008); ⑤ – Красная книга Украины (Червона..., 2009); ⑥ – Black Sea Red Data Book (Black..., 1999); ⑦ – Black Sea Red Data List (<http://www.grid.unep.ch/bsein/redbook/index.htm>); ⑧ – Красная книга Приазовского региона (Красная..., 2012); ⑨ – утверждён для включения в Красную книгу Крыма). Систематическое положение и номенклатура таксонов даны по (Alga of Ukraine, 2006, 2011; Mosyakin, Fedoronchuk, 1999), биотопы и сообщества, подлежащие особой охране в рамках создания экосетей "Natura-2000" и "Emerald" (Directive 92/43/ЕЕС) – по (Interpretation..., 2007).

Аквальный компонент Чаудинского ядра ЭСВК (2200 га). Включает акваторию Чёрного моря и лагунное оз. Качик. Зарегистрировано 57 видов: Magnoliophyta – 2, Streptophyta – 2, Chlorophyta – 12, Phaeophyta – 9, Rhodophyta – 31, Xanthophyta – 1. В т. ч.: *Acrochaete viridis* ⑦, *Cladophora vadorum* ⑤, *Cladostephus spongiosus* ⑤, *Cystoseira barbata* ⑥⑦⑨, *C. crinita* ⑥⑦⑨, *Gelidium latifolium* ⑦, *Lamprothamnium papulosum* ⑤⑨, *Laurencia coronopus* ⑤⑨, *Osmundea hybrida* ⑤⑨, *O. truncata* ⑤⑨, *Phyllophora crispa* ④⑥⑦⑨, *Pterosiphonia pennata* ⑤, *Rhodochorton purpureum* ⑤, *Stylonema alsidii* ⑤, *Zostera marina* ①③⑥⑦⑧⑨, *Z. noltii* ①⑥⑦⑧⑨. Подлежат особой охране сообщества цветковых растений (*Z. marina* и *Z. noltii*) и харовых водорослей (*L. papulosum* и *Chara neglecta*), развивающихся на рыхлых грунтах (код ЕС 1150, 1160); а также сообщества водорослей (прежде всего *Cystoseira*), развивающихся на твёрдом субстрате (код ЕС 1170). Включает памятники природы (ПП) "Прибрежно-аквальный комплекс (ПАК) у мыса Чауда" (90 га), "ПАК у мыса Карангат" (150 га); прилежит ПП "Мыс Чауда" (5 га).

Аквальный компонент Опукского ядра ЭСВК (3300 га). Включает акваторию Чёрного моря (до 5 км в районе островов Скалы-Корабли), лагунные озёра Узунларское и Кояшское. Зарегистрировано 138 видов макро- и микроводорослей: Chlorophyta – 22, Phaeophyta – 17, Rhodophyta – 42, Cyanophyta – 46 и Bacillariophyta – 12. В т. ч. раритетные виды фитобентоса: *Acrochaete viridis* ⑦, *Callithamnion granulatum* ⑤, *Cladophora siwaschensis* ⑨, *C. vadorum* ⑤, *Cladophoropsis membranacea* ⑤, *Cladostephus spongiosus* ⑤, *Cystoseira barbata* ⑥⑦⑨, *C. crinita* ⑥⑦⑨, *Gelidium latifolium* ⑦, *Laurencia coronopus* ⑤⑨, *Osmundea hybrida* ⑤⑨, *O. truncata* ⑤⑨, *Petalonia zosterifolia* ⑤⑦, *Punctaria tenuissima* ⑤, *Rhodochorton purpureum* ⑤, *Stylonema alsidii* ⑤⑦. Подлежат особой охране сообщества водорослей (прежде всего *Cystoseira*) (код ЕС 1170). Включает Опукский природный заповедник (ПЗ) (62 га морской акватории и 510 га оз. Кояшского из 1592,3 га); ПП "ПАК у м. Опук и островов Скалы-Корабли" (152 га) и водно-болотные угодья (ВБУ) международного значения (Рамсарские ВБУ) "Аквально-прибрежный комплекс мыса Опук" (775 га).

Аквальный компонент Такильского ядра ЭСВК (1500 га). Включает акваторию Чёрного моря и Керченского пролива, а также лагунное оз. Такильское. Зарегистрировано 74 вида макрофитов: Magnoliophyta – 4, Chlorophyta – 15, Phaeophyta – 19, Rhodophyta – 42, Streptophyta – 1. В т. ч.: *Acrochaete viridis* ⑦, *Callithamnion granulatum* ⑤, *Cladophoropsis membranacea* ⑤, *Cladostephus spongiosus* ⑤, *Cystoseira barbata* ⑥⑦⑨, *C. crinita* ⑥⑦⑨, *Dasya baillouviana* [= *D. pedicellata*] ⑦, *Gelidium latifolium* ⑦, *Lamprothamnium papulosum* ⑤⑨, *Laurencia coronopus* ⑤⑨, *L. obtusa* ⑦, *Osmundea hybrida* ⑤⑨, *Polysiphonia violacea* ⑦, *Rhodochorton purpureum* ⑤, *Stilophora tenella* ④⑤⑨, *Stylonema alsidii* ⑤, *Zostera noltii* ①⑥⑦⑧⑨, *Z. marina* ①③⑥⑦⑧⑨. Подлежат особой охране сообщества цветковых растений (*Zostera*, *Zannichellia* и *Ruppia*) и харовых водорослей (*L. papulosum*) (код ЕС 1110, 1150 и 1160); сообщества водорослей (прежде всего *Cystoseira* и *Laurencia*) (код ЕС 1170). Прилежит ландшафтно-рекреационный парк "Мыс Такиль" (850 га, без акватории).

Аквальный компонент Тузлинского ядра ЭСВК (2000 га). Включает акваторию Керченского пролива и ВБУ юго-восточной части о. Тузла. Зарегистрировано 62 вида фитобентоса: Magnoliophyta – 5, Chlorophyta – 16, Rhodophyta – 15, Streptophyta – 1 и Cyanophyta – 25. В т. ч.: *Acrochaete viridis* ⑦, *Callithamnion granulatum* ⑤, *Chroodactylon ramosum* ⑤, *Cladophoropsis membranacea* ⑤, *Lamprothamnium papulosum* ⑤⑨, *Rhodochorton purpureum* ⑤, *Ruppia maritima* ①②⑧⑨, *Ulva maeotica* ⑤⑨, *Zannichellia palustris* subsp. *polycarpa* ②⑧⑨, *Zostera noltii* ①⑥⑦⑧⑨, *Z. marina* ①③⑥⑦⑧⑨.

Подлежат особой охране сообщества цветковых растений (*Zostera*, *Zannichellia*, *Ruppia* и *Potamogeton*) и харовых водорослей (*L. papulosum*) (код ЕС 1110, 1150 и 1160). С 1994 г. пост. Президиума ВС АРК. Тузла зарезервирован для заповедания.

Аквальный компонент Казантипского ядра ЭСВК (1225 га). Включает береговую зону п-ова Казантип, в т. ч. акваторию Азовского моря шириной до 1 км. Зарегистрировано 150 видов (152 с учётом внутривидовых таксонов): Magnoliophyta – 4, Chlorophyta – 34, Phaeophyta – 11, Rhodophyta – 26, Xanthophyta – 1, и Cyanophyta – 74 (76). В т. ч.: *Acrochaete viridis* ⑦, *Bryopsis adriatica* ⑤, *Callithamnion granulatum* ⑤, *Cladophora siwaschensis* ⑨, *C. vadorum* ⑤, *Cystoseira barbata* ⑥⑦⑨, *C. crinita* ⑥⑦⑨, *Ruppia maritima* ①②⑧⑨, *Ulva maeotica* ⑤⑨, *Zannichellia palustris subsp. polycarpa* ②⑧⑨, *Zostera noltii* ①⑥⑦⑧⑨, *Z. marina* ①③⑥⑦⑧⑨. Подлежат особой охране сообщества цветковых растений (*Zostera* и *Zannichellia*) (код ЕС 1110, 1160); сообщества водорослей (прежде всего *Cystoseira*) (код ЕС 1170). Включает Казантипский ПЗ (56 га морской акватории из 450,1 га); ПП "ПАК у мыса Казантип" (240 га) и Рамсарские ВБУ "Аквально-скальный комплекс мыса Казантип" (251 га).

Аквальный компонент Караларского ядра ЭСВК (3900 га). Включает акваторию Азовского моря и лагунное оз. Чокракское. Зарегистрирован 41 вид макрофитов: Magnoliophyta – 2, Chlorophyta – 21, Phaeophyta – 7, Rhodophyta – 11. В т. ч.: *Acrochaete viridis* ⑦, *Callithamnion granulatum* ⑤, *Chroodactylon ramosum* ⑤, *Cladophora vadorum* ⑤, *Cystoseira barbata* ⑥⑦⑨, *Zostera noltii* ①⑥⑦⑧⑨, *Z. marina* ①③⑥⑦⑧⑨. Подлежат особой охране сообщества *Zostera* (код ЕС 1110 и 1160); сообщества водорослей (прежде всего *Cystoseira*) (код ЕС 1170). Включает Караларский РЛП (360 га морской акватории из 6806 га), гидрологический природный заказник "Озеро Чокрак" (1000 га).

Аквальный компонент Осовинского ядра ЭСВК (1700 га). Включает акваторию Азовского моря. Зарегистрировано 37 видов макрофитов: Magnoliophyta – 2, Chlorophyta – 17, Phaeophyta – 5, Rhodophyta – 13. В т. ч.: *Acrochaete viridis* ⑦, *Callithamnion granulatum* ⑤, *Chroodactylon ornatum* ⑤, *Cladophora vadorum* ⑤, *Cystoseira barbata* ⑥⑦⑨, *Polysiphonia violacea* ⑦, *Ulva maeotica* ⑤⑦⑨, *Zostera noltii* ①⑥⑦⑧⑨, *Z. marina* ①③⑥⑦⑧⑨. Подлежат особой охране сообщества *Zostera* (код ЕС 1110 и 1160); сообщества водорослей (прежде всего *Cystoseira*) (код ЕС 1170). Включает ПП "ПАК у мыса Хрони" (180 га), прилегает к природному заказнику "Осовинская степь" (3472 га, без акватории).

Аквальный компонент Китень-Краснокутского восстанавливаемого участка Арабатского регионального экокориора ЭСВК (3680 га). Включает акваторию Азовского моря и лагунное оз. Акташское. Зарегистрировано 24 вида макрофитов: Magnoliophyta – 3 вида, Chlorophyta – 14, Phaeophyta – 1, Rhodophyta – 6. В т. ч.: *Cladophora siwaschensis* ⑨, *Cystoseira barbata* ⑥⑦⑨, *Zostera noltii* ①⑥⑦⑧⑨, *Z. marina* ①③⑥⑦⑧⑨, *Zannichellia palustris subsp. polycarpa* ②⑧⑨. Подлежат особой охране сообщества цветковых растений (*Zostera* и *Zannichellia*) (код ЕС 1110, 1160); сообщество *C. siwaschensis* воз. Акташском (код ЕС 1150); сообщества водорослей (код ЕС 1170). Заповедных объектов нет, требуется ренатурализация сухопутных ландшафтов береговой зоны и оз. Акташского.

Аквальный компонент Керченского экокориора ЭСВК (5350 га, соединяет Осовинское, Тузлинское и Такильское ядра ЭСВК). Включает акваторию Керченского пролива, а также лагунное оз. Тобечикское. Зарегистрирован 171 вид фитобентоса: Magnoliophyta – 5, Chlorophyta – 36, Phaeophyta – 14, Rhodophyta – 40, Streptophyta – 1, Cyanophyta – 75. В т. ч.: *Acrochaete viridis* ⑦, *Callithamnion granulatum* ⑤, *Chroodactylon ramosum* ⑤, *Cladophora dalmatica* ⑤, *Cladophora siwaschensis* ⑨, *Cladophora vadorum* ⑤, *Cladophoropsis membranacea* ⑤, *Cystoseira barbata* ⑥⑦⑨, *Lamprothamnium papulosum* ⑤⑨, *Punctaria tenuissima* ⑤, *Pylaiella littoralis* ⑤, *Rhodochorton purpureum* ⑤, *Ruppia maritima* ①②⑧⑨, *Stylonema alsidii* ⑤, *Ulva maeotica* ⑤⑨, *Zannichellia palustris subsp. polycarpa* ②⑧⑨, *Zostera noltii* ①⑥⑦⑧⑨, *Z. marina* ①③⑥⑦⑧⑨. Подлежат особой охране сообщества цветковых растений (*Zostera*, *Zannichellia*, *Ruppia*, *Potamogeton*) и харовых водорослей (*L. papulosum*) (код ЕС 1110, 1150 и 1160); сообщества водорослей (прежде всего *Cystoseira*) (код ЕС 1170). Заповедных объектов нет.

Аквальный компонент Арабатского экокориора ЭСВК (1700 га, соединяет Казантипское и Восточно-Сивашское ядра и включает Китень-Краснокутский восстанавливаемый участок ЭСВК). Включает акваторию Азовского моря шириной до 1 км. Зарегистрирован 41 вид макрофитов: Magnoliophyta – 5 (12%), Chlorophyta – 15 (37%), Phaeophyta – 3 (7%), Rhodophyta – 18 (44%). В т. ч.: *Chroodactylon wolleanum* ⑤, *Cladophora vadorum* ⑤, *Punctaria tenuissima* ⑤, *Ruppia cirrhosa* ①②⑧⑨, *R. maritima* ①②⑧⑨⑨, *Stylonema alsidii* ⑤, *Ulva maeotica* ⑤⑨, *Zostera noltii* ①⑥⑦⑧⑨, *Z. marina* ①③⑥⑦⑧⑨. Подлежат особой охране сообщества *Zostera* (код ЕС 1110 и 1160); сообщества водорослей (код ЕС 1170). Заповедных объектов нет.

Территориально-аквальные элементы ЭСВК, расположенные на Керченском полуострове, рекомендовано включить в состав крупного национального природного парка.

Список литературы

- Красная книга Приазовского региона. Сосудистые растения* / Под ред. В. М. Остапко, В. П. Коломийчука. Киев: Альтерпрес, 2012. 276 с.
- Садогурский С. Е., Белич Т. В., Садогурская С. А.* Некоторые аспекты формирования региональной и локальных экологических сетей в Крыму // *Природа Восточного Крыма. Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети.* Киев, 2013. С. 79–85.
- Садогурский С. Е., Белич Т. В., Садогурская С. А.* Характеристика ключевых территорий локальной экосети Восточного Крыма по гидробиологическим (гидроботаническим) данным // *Природа Восточного Крыма. Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети.* Киев, 2013. С. 183–197.
- Червона книга України. Рослинний світ* / За ред. Я. П. Дідуха. Киев: Глобалконсалтинг, 2009. 912 с.
- Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography.* Vol. 1. Cyanoprocarvota – Rhodophyta / P. Tsarenko, S. Wasser, E. Nevo. Ruggell: A. R. A. Gantner Verlag K.-G., 2006. 713 p.
- Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography.* Vol. 3. Chlorophyta / Eds. P. Tsarenko, S. Wasser, E. Nevo. Ruggell: A. R. A. Gantner Verlag K.-G., 2011. 511 p.
- Bilz M., Kell S. P., Maxted N., Lansdown R. V.* European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. 130 p.
- Black Sea Red Data Book* / Ed. by H. J. Dumont. New York: United Nations Office for Project Services, 1999. 413 p.
- Interpretation Manual of European Union Habitats.* Brussels: Europ. Commis., DG Environ., 2007. 144 p.
- Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. M.* Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. Kiev, 1999. 345 p.

Б. Ф. Свириденко, Т. В. Свириденко Гидромакрофиты Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (Тюменская область)

Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
628412 Россия, ХМАО – Югра, Тюменская обл., г. Сургут, ул. Энергетиков, 22. E-mail: bosviri@mail.ru

Изучение биологических ресурсов водных объектов Югры, в том числе общего биологического разнообразия гидромакрофитов необходимо для решения прикладных задач рационального природопользования. Разные группы гидромакрофитов этой территории исследованы ещё неравноценно. Более детальной является информация о таксономическом составе гидрофильных цветковых растений, однако в связи с динамикой условий среды и антрополической трансформацией экосистем региона постоянно отмечают изменения в составе флоры водоёмов, требующие изучения. Менее полно изучены в Югре гидрофильные мхи и различные группы из отделов водорослей. В то же время именно водные мхи и макроскопические водоросли, наряду с гидрофильными цветковыми, относятся к неотъемлемым компонентам растительных группировок водных объектов лесной ботанико-географической зоны Западно-Сибирской равнины.

Таблица 1. Таксономическая структура парциальной флоры водных объектов Югры (без потенциальных видов)

Отдел	Число		
	семейств	родов	видов
1. <i>Rhodophyta</i>	1	1	2
2. <i>Charophyta</i>	2	2	2
3. <i>Chlorophyta</i>	6	11	25
4. <i>Xanthophyta</i>	1	1	4
5. <i>Bryophyta</i>	18	33	74
6. <i>Lycopodiophyta</i>	1	1	1
7. <i>Equisetophyta</i>	1	1	1
8. <i>Polypodiophyta</i>	1	1	1
9. <i>Magnoliophyta</i>	27	50	113
Всего	58	101	223

На основе информации о распространении гидромакрофитов на Западно-Сибирской равнине, опубликованной в фундаментальных трудах (Абрамова и др., 1961; Савич-Любицкая, Смирнова,

1968, 1970; Определитель..., 1980–1986; Флора Сибири, 1987–2003; Игнатов, Афонина, 1992; Рундина, 1998; Ignatov et al., 2006; Определитель..., 2006; Потёмкин, Софронова, 2009) и в работах разных авторов, изучавших флору Югры и сопредельных районов, составлен список из 223 видов, достоверно известных в округе. Эти виды принадлежат 101 роду, 58 семействам, 9 отделам (табл. 1). В список также дополнительно включены 56 потенциальных видов, которые с высокой вероятностью могут быть обнаружены в водных объектах региона.

В парциальной флоре водных объектов Югры ведущими по числу видов являются отделы *Magnoliophyta* (113 видов, или 50,7%), *Bryophyta* (74 вида, или 33,2%), *Chlorophyta* (25 видов, или 11,2%), что в целом свойственно лесной ботанико-географической зоне Западно-Сибирской равнины (Свириденко и др., 2011). Ведущие 15 семейств объединяют 42 рода (41,6%) и 145 видов (65%), в том числе первые 5 семейств (*Cyperaceae*, *Sphagnaceae*, *Amblystegiaceae*, *Potamogetonaceae*, *Ranunculaceae*) включают 41,7% видов. Другие 10 ведущих семейств содержат от 4 до 10 видов (*Poaceae*, *Spirogyraceae*, *Oedogoniaceae*, *Fontinaliaceae*, *Sparganiaceae*, *Nymphaeaceae*, *Bryaceae*, *Chaetophoraceae*, *Cladophoraceae*, *Vaucheriaceae*). По 3 гидрофильных вида представлено в семействах *Zygnemataceae*, *Ricciaceae*, *Mniaceae*, *Haloragaceae*, *Apiaceae*, *Lentibulariaceae*, *Hydrocharitaceae*, *Alismataceae*, *Lemnaceae*, *Typhaceae*. Ещё 15 семейств включают по 2 гидрофильных представителя (*Batrachospermaceae*, *Mougeotiaceae*, *Scapaniaceae*, *Geocalycaceae*, *Aulacomniaceae*, *Meesiaceae*, *Bartramiaceae*, *Polygonaceae*, *Elatinaceae*, *Brassicaceae*, *Droseraceae*, *Menyanthaceae*, *Scrophulariaceae*, *Callitrichaceae*, *Asteraceae*), 18 семейств – по 1 виду (*Nitellaceae*, *Characeae*, *Marchantiaceae*, *Aneuraceae*, *Jungermanniaceae*, *Cephaloziaceae*, *Cratoneuraceae*, *Brachytheciaceae*, *Hypnaceae*, *Isoëtaceae*, *Equisetaceae*, *Thelypteridaceae*, *Ceratophyllaceae*, *Primulaceae*, *Rosaceae*, *Hippuridaceae*, *Butomaceae*, *Araceae*).

В родовом спектре к ведущим относятся 19 родов, которые объединяют 117 видов (52,5%). Первые 10 родов (*Sphagnum*, *Potamogeton*, *Carex*, *Batrachium*, *Ranunculus*, *Scirpus*, *Sparganium*, *Spirogyra*, *Oedogonium*) включают 87 видов, или 39% от общего числа. По 2 гидрофильных вида имеют на данной территории 23 рода (*Batrachospermum*, *Zygnema*, *Mougeotia*, *Draparnaldia*, *Stigeoclonium*, *Riccia*, *Scapania*, *Chiloscyphus*, *Pohlia*, *Bryum*, *Aulacomnium*, *Philonotis*, *Dichelyma*, *Campylium*, *Nuphar*, *Nymphaea*, *Persicaria*, *Elatine*, *Drosera*, *Callitriche*, *Sagittaria*, *Eleocharis*, *Lemna*). По 1 гидрофильному виду содержат 56 родов (*Nitella*, *Chara*, *Zygonium*, *Sirogonium*, *Rhizoclonium*, *Bulbochaete*, *Marchantia*, *Ricciocarpos*, *Riccardia*, *Gymnocolea*, *Cladopodiella*, *Plagiomnium*, *Pseudobryum*, *Rhizomnium*, *Meesia*, *Paludella*, *Cratoneuron*, *Hamatocaulis*, *Hygrohypnum*, *Leptodictyum*, *Sanionia*, *Scorpidium*, *Brachythecium*, *Hypnum*, *Isoëtes*, *Equisetum*, *Thelypteris*, *Ceratophyllum*, *Caltha*, *Naumburgia*, *Rorippa*, *Subularia*, *Comarum*, *Cicuta*, *Oenanthe*, *Sium*, *Menyanthes*, *Nymphoides*, *Limosella*, *Veronica*, *Hippuris*, *Petasites*, *Tephrosieris*, *Butomus*, *Elodea*, *Hydrocharis*, *Stratiotes*, *Alisma*, *Rhynchospora*, *Agrostis*, *Coleanthus*, *Alopecurus*, *Phragmites*, *Scolochloa*, *Calla*, *Spirodela*).

Парциальная флора водных объектов Югры, как и всей остальной территории Западно-Сибирской равнины, сложена широкоареальными видами, в её составе отсутствуют, реликтовые и эндемичные виды, заметно преобладают маловидовые и одновидовые роды и семейства, что указывает на аллохтонный (миграционный) тип данной флористической выборки (Свириденко, 2000). Значительная часть территории округа в плейстоцене располагалась в ледниковой зоне, а районы внеледниковой зоны отличались резкими сменами увлажнённости на протяжении плейстоцена и голоцена. В связи с глобальными изменениями климата на этой территории происходили значительные смены флористических комплексов. Исчезнувшие ископаемые флоры были чужды современным не только на видовом, но даже на родовом уровне (Дорофеев, 1966). Поэтому состав современной флоры Западно-Сибирской равнины объясняют плейстоценовыми и голоценовыми миграциями (Проскурин, 1985).

Гидромакрофиты Югры участвуют в сложении растительных группировок, которые относятся к 2 типам растительности: болотной и континентальноводной (водной). Специфика состава, структуры и условий формирования сообществ болотной растительности, которая образует торфяные залежи, в отличие от континентальноводной, не образующей торфяники, позволяет выделить в парциальной флоре водных объектов 2 ценофлоры: болотную и континентальноводную (водную). Эти ценофлоры имеют различия на уровне систематических отделов и на более низких уровнях. Выделяются типично болотные и типично водные группы видов (следует отметить, что в состав болотной ценофлоры входят также негидрофильные виды – мезофильные, гигрофильные, не рассматриваемые в работе). Болотная и водная ценофлоры имеют 58 общих видов, встречающихся в болотных и водных группировках (общая водно-болотная группа). Коэффициент сходства Сёренсена-Чекановского, рассчитанный для гидрофильных компонентов этих ценофлор Югры, равен 0,41. Коэффициент Жаккара в видоизменении Л. И. Малышева для этих выборок имеет отрицательное значение (–0,48). На основе данных значений можно отметить умеренное различие (несходство) этих флористических вы-

борок. Болотная ценофлора Югры включает также 41 типично болотный гидрофильный вид, континентальноводная ценофлора – 124 типично водных гидрофильных вида (табл. 2).

В состав гидрофильного компонента болотной ценофлоры Югры входят преимущественно болотные и водно-болотные мхи (65,6%) и специализированные болотные и водно-болотные цветковые (32,3%) при незначительном участии гидрофильных хвощей и папоротников.

Таблица 2. Число гидрофильных видов растений в ценофлористических группах Югры

Отделы	Ценофлористическая группа		
	болотная	водно-болотная	водная
1. <i>Rhodophyta</i>	–	–	2
2. <i>Charophyta</i>	–	–	2
3. <i>Chlorophyta</i>	–	–	25
4. <i>Xanthophyta</i>	–	–	4
5. <i>Bryophyta</i>	31	34	9
6. <i>Lycopodiophyta</i>	–	–	1
7. <i>Equisetophyta</i>	–	1	–
8. <i>Polypodiophyta</i>	–	1	–
9. <i>Magnoliophyta</i>	10	22	81
Всего	41	58	124

В сложении континентальноводной ценофлоры участвуют специализированные водные и водно-болотные цветковые (56,6%), гидрофильные мхи (23,6%) и зелёные водоросли (13,7%) при малом участии жёлто-зелёных, харовых, красных водорослей, а также плаунов, хвощей и папоротников. В целом континентальноводная ценофлора в сравнении с гидрофильным компонентом болотной ценофлоры в 1,8 раза богаче на уровне систематических отделов, и примерно на таком же уровне богаче на уровне семейств и родов. В болотной ценофлоре первые места по видовому богатству занимают семейства *Sphagnaceae*, *Amblystegiaceae*, *Cyperaceae*, тогда как в водной ценофлоре наряду с семействами *Cyperaceae*, *Amblystegiaceae* в число ведущих входят *Potamogetonaceae*, *Ranunculaceae*, *Poaceae*, *Spirogyraceae*, *Oedogoniaceae*, *Fontinaliaceae*, *Sparganiaceae*. В составе гидрофильного компонента болотной ценофлоры первые места по видовому богатству занимают роды *Sphagnum*, *Carex*, *Eriophorum*, *Calliergon*, *Drepanocladus*, *Warnstorfia*. В водной ценофлоре ведущие места принадлежат родам *Potamogeton*, *Carex*, *Batrachium*, *Ranunculus*, *Scirpus*, *Sparganium*, *Spirogyra*, *Oedogonium* при умеренной доле родов *Glyceria*, *Calliergon*, *Vaucheria*, *Typha*, *Myriophyllum*, *Drepanocladus*, *Cladophora*, *Warnstorfia*.

Из состава парциальной флоры водных объектов Югры 11 редких видов гидрофильных растений включены в региональную Красную книгу ХМАО-Югры (2013), в том числе 7 видов мхов (*Riccardia chamaedryfolia*, *Sphagnum subfulvum*, *Sphagnum tenellum*, *Meesia triquetra*, *Paludella squarrosa*, *Dichelyma capillaceum*, *Scorpidium scorpioides*), 1 вид плаунов (*Isoetes setaceae*) и 3 вида цветковых (*Nymphaea candida*, *Nymphoides peltata*, *Potamogeton sarmaticus*). Ещё 8 гидрофильных видов помещены в приложение: 3 вида мхов (*Dichelyma falcatum*, *Fontinalis dalecarlica*, *Calliergon richardsonii*) и 5 видов цветковых (*Nymphaea tetragona*, *Elatine hydropiper*, *Elatine triandra*, *Subularia aquatica*, *Potamogeton trichoides*).

Список литературы

- Абрамова А. Л., Савич-Любицкая Л. И., Смирнова З. И. Определитель листостебельных мхов Арктики СССР. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 714 с.
- Дорофеев П. И. О миоценовой флоре из окрестностей с. Юровского на Итрыше // Бот. журн. 1966. Т. 51. № 10. С. 1480–1489.
- Игнатов М. С., Афонина О. М. Список мхов территории бывшего СССР // Arctoa. 1992. Vol. 1(1–2). С. 1–86.
- Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Животные, растения, грибы. Екатеринбург: Баско, 2013. 460 с.
- Определитель пресноводных водорослей СССР. Л., 1986. Вып. 10(1). 360 с.; 1980. Вып. 13. 248 с.; 1983. Вып. 14. 190 с.
- Определитель растений Ханты-Мансийского автономного округа / Под ред. И. М. Красноборова. Новосибирск–Екатеринбург, 2006. 304 с.
- Потёмкин А. Д., Софронова Е. В. Печёночники и антоцеротовые России. Т. 1. СПб.–Якутск, 2009. 386 с.
- Проскурин К. П. Четвертичные флоры Зауралья // Бот. журн. 1985. Т. 70, № 3. С. 341–350.
- Рундина Л. А. Зигнемовые водоросли России (*Chlorophyta: Zygnematales*). СПб., Наука, 1998. 351 с.

- Савич-Любичская Л. И., Смирнова З. Н. Определитель сфагновых мхов СССР. Л.: Наука, 1968. 112 с.
- Савич-Любичская Л. И., Смирнова З. Н. Определитель листостебельных мхов СССР. Верхоплодные мхи. Л.: Наука, 1970. 824 с.
- Свириденко Б. Ф. Флора и растительность водоёмов Северного Казахстана. Омск, ОмГПУ. 2000. 196 с.
- Свириденко Б. Ф., Мамонтов Ю. С., Свириденко Т. В. Использование гидромacroфитов в комплексной оценке экологического состояния водных объектов Западно-Сибирской равнины. Омск: Амфора, 2011. 231 с.
- Флора Сибири. Новосибирск, 1987. Т. 4. 248 с.; 1988. Т. 1. 200 с.; 1990. Т. 2. 361 с.; 1990. Т. 3. 280 с.; 1992. Т. 5. 312 с.; 1993. Т. 6. 310 с.; 1994. Т. 7. 312 с.; 1988. Т. 8. 200 с.; 1994. Т. 9. 280 с.; 1996. Т. 10. 314 с.; 1997. Т. 11. 296 с.; 1996. Т. 12. 208 с.; 1997. Т. 13. 472 с.; 2003. Т. 14. 188 с.
- Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa* 2006. Vol. 15. P. 1–130.

О. В. Седова, М. В. Сеницына, В. А. Болдырев
Особенности флоры различного типа прудов в Саратовской области

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского
410012 Россия, г. Саратов, ул. Астраханская, 83. E-mail: sedova_ov@mail.ru

Малые искусственные водоёмы (МИВ) или пруды являются одними из самых распространённых водных объектов на территории Российской Федерации в целом и Саратовской области в частности. Пруды представляют собой сложные динамично изменяющиеся аквально-антропогенные системы, оказывающие глубокое и разностороннее воздействие на формирование видового состава растений.

Основой содержания работы послужили материалы, собранные в течение полевых сезонов 2008–2013 гг. в составе экспедиций кафедры ботаники и экологии Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. В этот период была детально изучена флора 122 МИВ в административных границах Саратовской области. Флора изучалась по общепринятым методам (Катанская, 1981; Папченко, 2001; Лисицына, 2003). Учитывались сосудистые растения, встречающиеся в водной среде и на периодически затопляемых берегах водоёмов. Названия видов приводятся по сводке С. К. Черепанова (1995).

На исследованной территории было встречено все четыре типа прудов по происхождению: 1) плотинные, образованные в оврагах или балках, 2) речные запруды или пруды на речках, 3) копаные пруды или копани, 4) карьерные или пруды, образованные на месте карьеров.

Большинство исследованных нами водоёмов (82 из 122) относится к плотинному типу, что связано с особенностями рельефа на территории Саратовской области и с лёгкостью их создания. Водная флора их включает 81 макрофит, из них 44 гидрофита, 17 – гелофитов и 21 – гигрогелофит. Наиболее распространёнными видами являются *Potamogeton pectinatus* (встречается в 40 прудах), *Lemna minor* (в 34), *Ceratophyllum demersum* (в 32), *Typha angustifolia* (в 58), *Alisma plantago-aquatica* (в 47), *Phragmites australis* (в 49), *Butomus umbellatus* (в 36), *Bolboschoenus maritimus* (в 32), *Eleocharis palustris* (в 35) и *Lythrum salicaria* (в 34). Только в прудах этого типа отмечен *Elatine hydropiper*.

В результате кластерного анализа, построенного по флористическим и экологическим показателям, было выделено два слабо выраженных кластера. Судя по расстоянию объединения, отличие между ними незначительное. Из этого следует, что по флористическим показателям флора прудов плотинного типа сходна между собой по своей структуре. В них довольно хорошо развита как водная, так и береговая флоры. Вода в этих водоёмах обогащена азотсодержащими веществами (нитратами до 0,3 мг/л и нитритами до 12,5 мг/л), водное зеркало хорошо освещается (от 50000 до 100000 лк) и прогревается, то есть растения существуют в благоприятных условиях. Некоторые пруды выделяются из общей группы, отличаясь разной структурой флоры, формой и площадью водоёма, типами берегов, освещённостью береговой зоны и водного зеркала.

Речных запруд было изучено 14, в них обнаружено 38 видов водной флоры. Число гидрофитов в речных прудах достигает 20, гелофитов – 12, гигрогелофитов – 6. Наиболее встречаемыми, также как и в плотинных прудах, являются *Ceratophyllum demersum* (в 11 водоёмах) и *Phragmites australis* (в 12). Из гидрофитов только здесь были отмечены *Nymphaea candida* и *Caulinia minor*. Кластерный анализ показал, что пруд 78 (окр. с. Новоалександровка Саратовского района), выделяется из общего кластера (рис. 1). В нём отмечено самое большое число видов (14) водной флоры, и в частности видов «водного ядра». Так же довольно разнообразны виды береговой флоры, которые в основном представлены гигрофитами. Только в этом пруду встречается *Typha elatior*, распространяющийся по антропогенным и близким к естественным экотопам. В отдельную группу кластеров вошли четыре пруды

да: 40 и 51, (на р. Елшанка в Саратове), 43 (на р. Саратовка в окр. пос. Взлётный Энгельского района), 97 (на р. Серех вблизи с. Липовка Духовницкого района). На все эти водоёмы оказывается сильная антропогенная нагрузка (спускают промышленные и бытовые отходы – пруды 40, 51, 97 или используют для водопоя скота – пруды 40, 43 и 97). В этих прудах слабо развита гигрогелофитная растительность, потому что она вытоптана пасущимся здесь скотом. В пруду 51 гигрогелофитные и гелофитные виды не развиваются из-за образования широкого пояса *Phragmites australis* в его северной и восточной частях. Заросли кустарника *Salix triandra* в южной и западной частях пруда так же вытесняют прибрежные виды.

Во второй кластер входят водоёмы с типичной флорой для прудов, образованных на реках. В них довольно разнообразная водная флора, сформированная за счёт распространения диаспор водных макрофитов из рек, на которых они образованы.

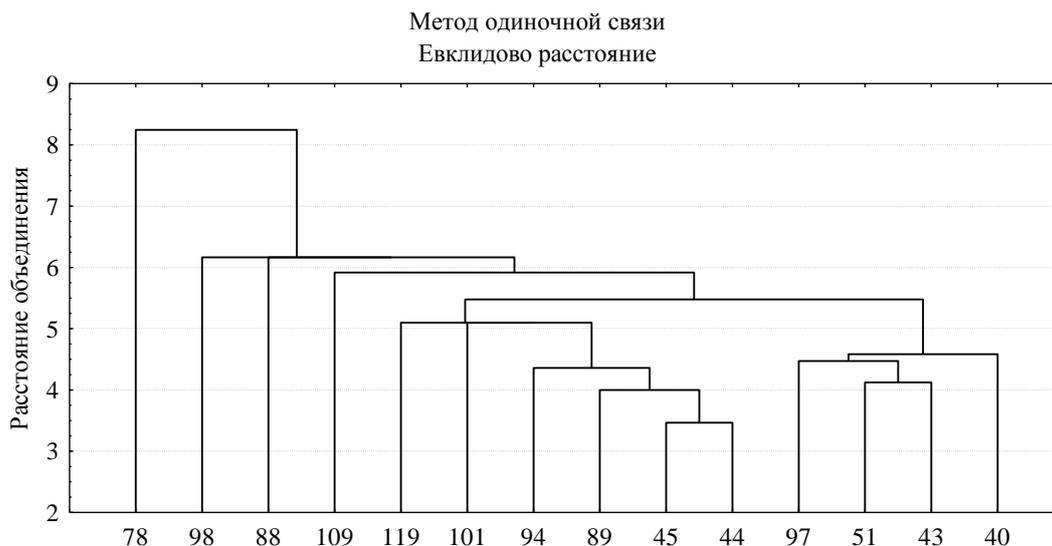


Рис. 1. Классификация прудов речного типа по сходству эколого-флористических показателей

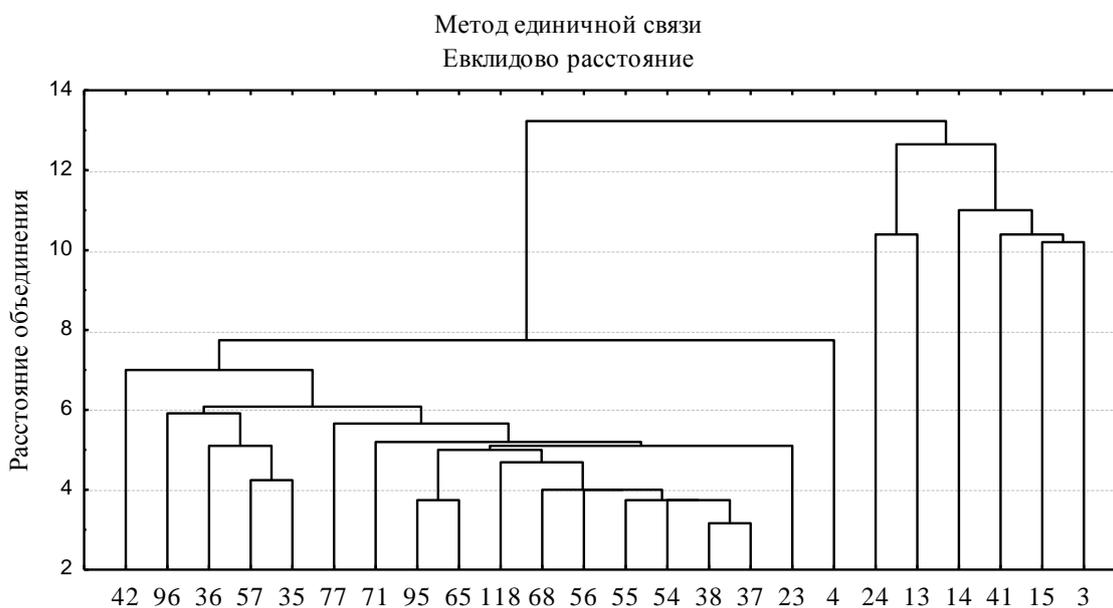


Рис. 2. Классификация прудов копаного типа по сходству эколого-флористических показателей.

Во всех водоёмах встречаются *Potamogeton pectinatus* и *Ceratophyllum demersum*, обладающие способностью выживать и развиваться в условиях щелочной реакции среды (рН 8,5–9,3), которая характерна прудам этого типа.

Копаных прудов было изучено 24. Это наиболее интересные объекты для изучения, так как они создаются путём выкапывания в местах, где это необходимо для тех или иных целей. В таких прудах встречено 54 вида водной флоры, из которых 23 гидрофита, 16 гелофитов и 15 гигрогелофитов. В ко-

панных прудах встречается только один вид (*Iris pseudacorus*), не обнаруженный во флоре других типов МИВ. Кластерный анализ показал, что в дендрограмме выделяется два чётко выраженных кластера (рис. 2). В первый кластер входят пруды, флора которых весьма разнообразна. В них доминируют многолетние длиннокорневищные травы. Флора прудов этого типа по своей структуре напоминает флору плотинных, в которой значительное число видов относится к береговым растениям. Появление многих из них носит в большей мере случайный характер. В целом, для этих водоёмов отмечены благоприятные условия (повышенная концентрация биогенных веществ за счёт их поступления с дождевыми и талыми водами, хорошая освещённость, щелочные реакция среды (рН 7,5–9,0) для растений разных видов. Второй кластер образуют флоры 18 водоёмов. Они являются сходными между собой по обеднённости флористического состава (от 2 до 22 видов) и структуре флоры (виды водной флоры и виды, заходящих в воду береговых растений, по количеству соизмеримы).

Прудов, образованных на месте карьеров, изучено два, что связано с их крайней редкостью. Их флора обеднена и мало схожа между собой. Возраст этих водоёмов достаточно мал (примерно 5–7 лет), чтобы утверждать, что флора этих водоёмов сформирована окончательно. Даже береговых растений всего 17 видов.

Сравнение флор разных типов прудов по коэффициенту Жаккара показало, что наиболее сходны между собой флоры плотинные и копаные пруды (таблица 1).

Таблица 1 – Коэффициенты сходства флор разных типов прудов по коэффициенту Жаккара

Тип пруда	Речные запруды	Копаные	Карьерные	Все исследованные пруды
Плотинные	0,38	0,63	0,23	0,91
Речные запруды		0,56	0,12	0,43
Копаные			0,19	0,61
Карьерные				0,41

Высокое сходство имеют пруды с плотиной, образованные в оврагах или балках с общей флорой всех исследованных прудов, что связано с их наиболее разнообразной флорой. Это так же говорит о том, что основой общей флоры всех изученных прудов является флора прудов плотинного типа, поскольку включает 85% от общего числа видов. Меньше всего сходна флора карьерных прудов с флорами других типов прудов и, особенно, с флорой прудов, созданных на речке.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности по заданию № 2014/203, код проекта: 1287.

Список литературы

Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР: Методы изучения Л.: Наука, 1981. 187 с.

Лисицына Л. И. Гербаризация водных растений, оформление коллекций // Гидробиотаника: методология, методы: Материалы Шк. по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск: Рыбинский дом печати, 2003. С. 49–55.

Папченко В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Средней Волги. Ярославль: Изд-во ЦМП МУБиНТ, 2001. 213 с.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья. 1995. 992 с.

О. В. Седова, Е. С. Шишкина, В. А. Болдырев

Фиторазнообразие растительных сообществ малых искусственных водоёмов Саратовской области

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского
410012 Россия, г. Саратов, ул. Астраханская, 83. E-mail: sedova_ov@mail.ru

Малые искусственные водоёмы (МИВ), или пруды, являются важной составляющей поверхностных вод Саратовской области, поскольку они имеют высокую хозяйственную значимость.

Работа является результатом исследований растительности 122 прудов на территории Саратовской области, проведённых в июле–августе 2008–2013 гг. Изучение растительности осуществлялось

путём детально-маршрутного и маршрутно-рекогносцировочного исследования с подробным описанием водных и прибрежно-водных фитоценозов, руководствуясь общепринятыми методами исследования водной растительности (Катанская, 1981; Папченков, 2001). Классификация растительных сообществ проводилась на основе доминантно-детерминантного подхода к выделению ассоциаций водной растительности (Папченков, 2001, 2003). Названия видов приводятся по сводке С. К. Черепанова (1995). Для оценки видового богатства использовали индекс Шеннона (Розенберг, 2010), рассчитанный через распределение относительных проективных покрытий (ПП) видов (Мэгарран, 1992).

Растительный покров МИВ Саратовской области представлен 185 ассоциациями, относящимися к 63 формациям. Число ассоциаций, отмеченных в Право- и Левобережье, почти одинаково (111 и 110 соответственно), из них 36 являются общими. Наиболее разнообразна в синтаксономическом отношении группа классов настоящей водной растительности водоёмов правобережной части (45 ассоциаций), в сравнении с левобережной (36 ассоциаций). Для Левобережья отмечено 75 ассоциаций группы классов прибрежно-водной растительности, а для Правобережья это число составляет 66. Чаще всего на прудах Правобережья встречаются сообщества с доминированием *Potamogeton pectinatus*, *Lemna minor*, *Ceratophyllum demersum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *Phragmites australis*. Редкими являются сообщества с преобладанием *Cratoneuron filicinum*, *Utricularia vulgaris*, *Potamogeton crispus*, *P. henningii*, *P. heterophyllus*, *Batrachium rionii*, *Nuphar lutea*, *Typha elatior*, *Scirpus silvaticus*, в прудах Левобережья они не встречались. Для водоёмов левобережной части характерно присутствие фитоценозов с преобладанием *Potamogeton pectinatus*, *Butomus umbellatus*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Rorippa amphibia*. Редкими для Левобережья являются сообщества с доминированием *Potamogeton wolfgangii*, *Myriophyllum spicatum*, *Batrachium trichophyllum*, *Typha × glauca*, *T. elata*, в Правобережье они не отмечены.

Наибольшим разнообразием характеризуется воздушно-водная растительность, представленная 86 ассоциациями (47% от их общего числа), которые входят в 18 формаций. Основное средообразующее значение имеют формации: *Typheta angustifoliae*, *Phragmiteta australis*, *Butometa umbellati*, *Alismateta plantago-aquaticae*, *Bolboschoeneta maritimi* (рис. 1).

Настоящая водная растительность образована 69 ассоциациями, относящимися к 28 формациям. Наибольшее значение имеют формации: *Ceratophylleta demersi*, *Potameta pectinati*, *Potameta perfoliati*, *Elodeeta canadensis*, *Lemneta minoris*, остальные играют незначительную роль (1,5–6,0%) (рис. 2).

Гигрогелофитная растительность представлена 16 ассоциациями, относящимися к семи формациям, основное средообразующее значение имеют формации *Rorippeta amphibiae*, *Rorippeta palustris*, *Eleocharieta palustris*, *Cariceta acutae* (рис. 3).

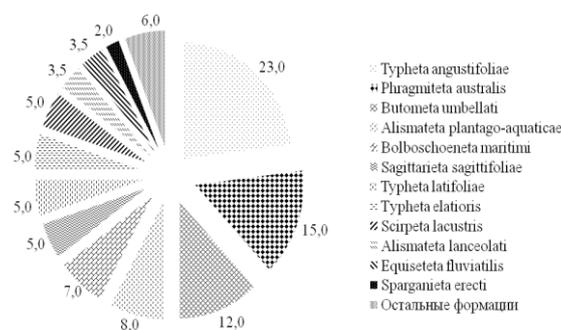


Рис. 1. Ценотическая насыщенность гелофитных формаций, % от общего числа класса.

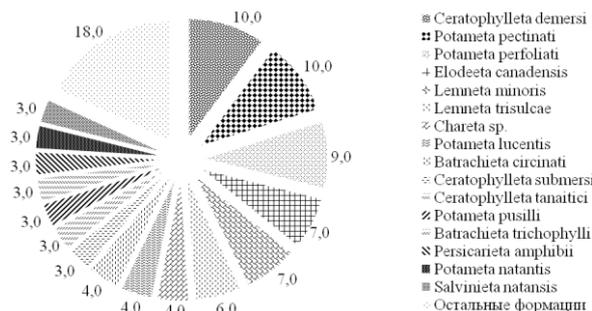


Рис. 2. Ценотическая насыщенность гидрофитных формаций, % от общего числа класса.

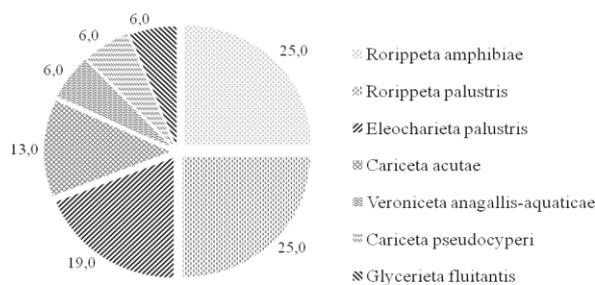


Рис. 3. Ценотическая насыщенность гигрогелофитных формаций, % от общего числа ассоциаций в классе формаций.

Гигрофитную растительность составляют 14 ассоциаций десяти формаций, наиболее значимыми из них являются формации *Equiseteta arvensis*, *Rumiceta stenophylli*.

На рисунке 4 представлены результаты ординации изученных сообществ по значениям индекса разнообразия Шеннона и выравненности. Как видно из рисунка выделяются три группы сообществ.

Для первой группы, в которую вошло 24% изученных фитоценозов, характерны значения индекса Шеннона в пределах 0,30–0,65 и низкие показатели выравненности. В основном это сообщества с абсолютным доминированием одного вида растений и наличием от двух до четырёх сопутствующих видов с низкими значениями ПП. Этот тип видовой структуры характерен для класса формаций настоящей водной растительности. Во вторую группу объединились 30% сообществ. Все они характеризуются наличием двух или трёх содоминантов и небольшим числом сопутствующих видов, дающих в сумме не более 10% ПП.

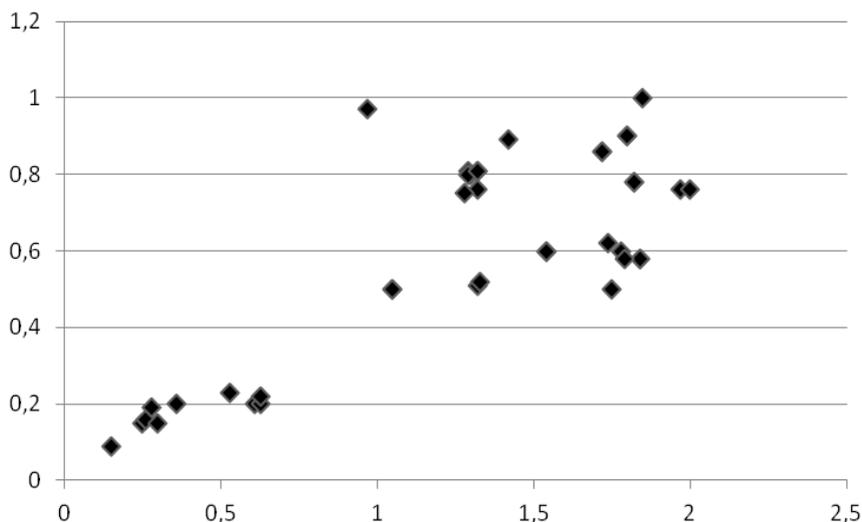


Рис. 4. Распределение изученных ассоциаций в пространстве факторов видовой структуры сообществ.

Значения индекса Шеннона колеблются в пределах 1,30–1,50. Сообщества этого типа нередко отмечались во всех изученных классах формаций. В третью группу вошли фитоценозы, характеризующиеся наличием доминанта, как минимум одного содоминанта и трёх – четырёх сопутствующих видов с 5–20% ПП и ступенчатым характером убывания значений ПП в ранжированной последовательности. Значения индекса Шеннона варьируют в пределах 1,75–2,00. К этой группе было отнесено 15% изученных ассоциаций. Чаще других этот тип видовой структуры отмечается у сообществ класса формаций гигрогелофитной растительности. Остальные фитоценозы демонстрируют промежуточные варианты от рассмотренных выше. Кроме того, часть сообществ с абсолютным доминированием одного вида и отсутствием сопутствующих, оказались на нулевой отметке приведённой диаграммы. Для большинства изученных фитоценозов индекс разнообразия Шеннона не превышает 1,50, что свидетельствует о низком разнообразии водных и прибрежно-водных сообществ МИВ Саратовской области.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности по заданию № 2014 /203, код проекта: 1287.

Список литературы

- Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР: Методы изучения Л.: Наука, 1981. 187 с.
- Мэггарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение М.: Мир, 1992. 187 с.
- Папченко В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Средней Волги. Ярославль: Изд-во ЦМП МУБиНТ, 2001. 213 с.
- Папченко В. Г. Доминантно-детерминантная классификация водной растительности // Гидробиотаника: методология, методы: Материалы Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск: Рыбинский дом печати, 2003. С. 126–131.
- Розенберг Г. С. Информационный индекс и разнообразие: Больцман, Котельников, Шеннон, Уивер... // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2010. Т. 19, № 2. С. 4–25.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья. 1995. 992 с.

Т. А. Селевич

Находки *Najas major* All. в прудах г. Гродно (Беларусь)

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
230023 Республика Беларусь, г. Гродно, Ожешко, 22. E-mail: selevic@rambler.ru

Наяда большая *Najas major* All., согласно Красной книге Республики Беларусь (2005), реликтовый, по происхождению древнесредиземноморский вид, находящийся в Беларуси в отдельных локалитетах на северной границе ареала. Включён в Красную книгу Беларуси с 1993 г. и отнесён к III категория охраны (VU – уязвимый вид). В третьем издании Красной книги (2005) указаны местонахождения вида, привязанные в основном к юго-восточным районам Беларуси. С тех пор прошло почти десять лет, и несомненный интерес представляют новые находки этого охраняемого вида за пределами указанных районов, в частности на территории Гродненской области, расположенной на северо-западе Беларуси.

Исследования проводили в июле–августе 2013–2014 гг. Наяда большая была обнаружена в двух искусственных водоёмах, расположенных в северной части г. Гродно на территории бывшей д. Грандичи: в карьерном пруду (53°43'60" с.ш., 23°49'31" в.д.) – летом 2013 г. и в копани (53°43'16" с.ш., 23°48'55" в.д.) – летом 2014 г. Оба водоёма были довольно подробно обследованы в вегетационный сезон 2013 г. Согласно рекомендациям В. Г. Папченкова (2003), в список растений каждого водоёма включали гидрофиты (настоящие водные растения), гелофиты и гигрогелофиты (в совокупности называемые прибрежно-водными), а также гигрофиты, гигромезо- и мезофиты, объединяемые в группу «околоводные растения». Систематическую принадлежность собранных образцов определяли в основном с помощью определителя высших растений Беларуси (Определитель..., 1999).

Сравниваемые водные объекты отстоят друг от друга на 1,4 км. Карьерный пруд получает питание в основном из грунтовых вод, копань вырыта на маловодном, временами почти незаметном ручье, среди сырого низинного луга при близком стоянии грунтовых вод и имеет, таким образом, слабопроточный характер. Сравниваемые водоёмы существенно отличаются по многим показателям. Из таблицы 1 видно, что карьерный пруд в несколько раз крупнее по площади водного зеркала и примерно в два раза – по протяжённости береговой линии. Копань имеет заметно меньшую глубину и прозрачность, берега её совершенно открытые, добавим, на большем протяжении обрывистые, но невысокие. Чаша карьерного пруда, напротив, низко посажена в рельефе, и почти везде её окружают обрывистые, местами довольно высокие берега, более или менее поросшие древесно-кустарниковой растительностью. И, наконец, сравниваемые водоёмы являют собой не менее резкий контраст по степени зарастания акватории сосудистыми растениями, что можно, прежде всего, связать с их возрастом: если карьерный пруд, по результатам опроса местных жителей, был образован не менее полувека назад, то копань, по нашим прямым наблюдениям, была вырыта летом 2011 г. Крайней молодостью копани можно объяснить и низкую прозрачность её водной массы, поскольку здесь ещё продолжается процесс абразии берегов и ложа, а почва прилегающего низинного луга тёмная, торфянистая; признаки цветения воды в копани замечены не были.

Как и следовало ожидать, пруд и копань отличались и по количеству обнаруженных в них летом 2013 г. сосудистых растений (43 и 36 видов соответственно), но различия по этому показателю могли бы быть и гораздо большие, если учесть столь разные размеры и возраст водоёмов. Коэффициент же видового сходства Жаккара оказался весьма низким и равен 0,25, что связано, в первую оче-

редь, с разным возрастом водоёмов при отсутствии гидрографической связи между ними, а также с разным характером береговой растительности, который может определять состав околотоводных растений. Коэффициент видового сходства Жаккара, рассчитанный только для водной составляющей (гидрофитов и прибрежно-водных растений вместе взятых) сравниваемых водных объектов, получился такой же низкий (0,24), хотя теоретически этот показатель должен был быть выше. В данном случае это не проявилось, по-видимому, из-за несформированности водной составляющей флоры копани.

Таблица 1. Параметры двух водных объектов (по данным 2013 г.), в которых была обнаружена *Najas major* All. в северной части г. Гродно

Параметр водного объекта	Карьерный пруд	Копань
Площадь водного зеркала, га	0,90	0,16
Длина береговой линии, м	417	224
Максимальная глубина, м	3,6	1,5
Прозрачность водной массы, м	1,2	0,4
Степень закустаренности берегов, %	60	0
Степень зарастания акватории, %	32	1
Возраст, годы	более 50	2
Число видов сосудистых растений	43	36

Анализ экологической структуры видового состава сосудистых растений пруда-карьера и копани показал (табл. 2), что в копани наиболее низка доля гидрофитов, то есть настоящих водных растений, и составляет всего лишь 2,8%, в то время как в карьерном пруду аналогичный показатель достигает 18,6%. В копани выше содержание гигрофитов (47,2% против 34,9% в пруду), и в целом околотоводные растения составляют здесь более высокий процент участия (74,9%), чем в карьерном пруду (60,5%). Очевидно, что различия в спектрах гидроморф двух сравниваемых водоёмов, связаны, прежде всего, с тем, что настоящие водные растения на третьем году существования копани ещё не успели заселиться в неё, а также с рельефом берегов и характером береговой растительности. На копани сказалось близкое соседство с низинным, местами заболоченным лугом, среди которого она и была вырыта, о чем упомянуто выше.

Таблица 2. Количественное распределение видов сосудистых растений по экологическим группам для двух исследованных водоёмов северной части г. Гродно в июле–августе 2013 г.

Экологическая группа	Карьерный пруд		Копань	
	Число видов	в %	Число видов	в %
Гидрофиты	8	18,6	1	2,8
Гелофиты	3	6,9	2	5,6
Гигрогелофиты	6	14,0	6	16,7
Гигрофиты	15	34,9	17	47,2
Гиромезо- и мезофиты	11	25,6	10	27,7

Летом 2013 г. наяда большая часто встречалась в прибрежной полосе карьерного пруда в качестве содоминанта вместе с *Ceratophyllum demersum* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Elodea canadensis* Michx., а местами в виде чистых зарослей. Полоса погруженных гидрофитов начиналась сразу у отвесных берегов или располагалась внутри от полосы гелофита *Typha latifolia* L. Ширина полосы погруженных гидрофитов и общее проективное покрытие образующих её растений имели наибольшее значение у менее высоких берегов с лучше выраженным мелководьем. Ширина полосы гидрофитов с участием наяды местами достигала 15 м. По мере нарастания глубины обилие гидрофитов снижалось, причём, только наяда была найдена на глубине до 2 м. Здесь её побеги имели вытянутые междоузлия и слабое ветвление, тогда как в прибрежных зарослях для нее было характерно сравнительно обильное ветвление и более густое расположение листьев, особенно по концам побегов, которые находились у самой поверхности воды.

Экологическое состояние карьерного пруда летом 2013 г. вряд ли можно назвать удовлетворительным: берега были захламлены бытовым мусором, оставленным рыбаками и отдыхающими. Жители ближайших домов усадебного типа полоскали в пруду белье, мыли ковровые изделия с применением синтетических моющих средств. В прибрежной полосе акватории вместе с гидрофитами присутствовала довольно обильная тина из зелёных нитчатых водорослей, в зарослях гелофита *T. latifolia* обращали на себя внимание его преждевременно отмершие листья в нижней части стеблей. Из рас-

сказов местных жителей стало известно, что на прилегающей к пруду территории вот уже в течение нескольких лет ведётся борьба с борщевиком Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) и не только путём выкашивания, но и с помощью гербицидов. Плотные заросли этого инвазивного вида летом 2013 г. располагались как раз на высоком берегу и береговом склоне исследованного пруда; в то же лето они были скошены в порядке ежегодного обязательного мероприятия.

В начале июля 2014 г. при кратком обследовании прибрежной полосы карьерного пруда по-прежнему просматривались погруженные гидрофиты *C. demersum*, *M. spicatum*, *E. canadensis*, но менее обильные, чем в 2013 г. и местами покрытые водорослями обрастания. Увеличилось обилие *Potamogeton pusillus* L., но не удалось обнаружить наяду большую. На месте прежних более или менее зелёных зарослей *T. latifolia* оказались разреженные невысокие в основном сухие побеги данного геолофита. Возможно, произошедшие за год изменения – следствие продолжившейся химической борьбы с борщевиком вкуче с эвтрофикацией. В копани также произошли изменения: летом 2014 г. в ней появились немногочисленные, малые по площади пятна *Potamogeton natans* L., единичные побеги *Potamogeton crispus* L., в нижнем конце копани стала довольно обильной *Lemna minor* L. И, самое главное, вблизи стока из копани, примыкая к одному из берегов, поселилась *N. major*, образовав здесь небольшую чистую заросль площадью 2×1,5 м. По-видимому, несмотря на выше описанные отличия копани от карьерного пруда, их в какой-то степени объединяет питание грунтовыми водами, что сделало возможным обитание наяды в каждом из них, хотя и в разные годы.

Поскольку оба исследованных нами водных объекта изолированы от гидрографической сети региона и друг от друга, остаётся предположить, что диаспоры наяды в виде обломков хрупких побегов с плодами или плоды могли быть занесены в карьерный пруд, а из него, возможно, в копань с помощью водоплавающих птиц (в том числе эндозоохорно) или рыболовными сетями. Известно, что побеги наяды имеют кормовое значение для многих водных и околоводных животных (Флора..., 2013). По нашим наблюдениям, и пруд и копань как минимум посещаются дикими утками (кряквой – *Anas platyrhynchos* L.), а также используются для любительского рыболовства.

Возникает вопрос, откуда именно могли попасть зачатки этого редкого охраняемого в Беларуси вида, прежде всего, в карьерный пруд. Имеются сведения, подтверждённые гербарными сборами, о том, что вид был найден пятью годами раньше (05.10.2008 г.) О. В. Созиновым в ближайших северо-западных окрестностях г. Гродно на левобережье р. Неман, а именно в прудах биологической очистки ГПО «Азот» (GRSU), а 16.08.2013 г. там же обнаружен М. А. Джусом (MSKU). Исследованный нами карьерный пруд расположен примерно в 3 км от прудов биологической очистки ГПО «Азот», но в правобережной части г. Гродно.

Как наиболее обычные местообитания наяды большой на территории Беларуси, указываются речные старицы, затоки, протоки, реке озера, отчасти пруды (Красная..., 2005; Флора..., 2013). С учётом наших данных и вышеупомянутых сборов других исследователей, по-видимому, можно считать, что в ближайших окрестностях и в самом г. Гродно характерным местообитанием для этого редкого вида являются именно пруды, в том числе те, которые испытывают значительную экологическую нагрузку. Несмотря на толерантность к прозрачности воды, глубинам, фитоценоотическому окружению, а также на известную устойчивость к эвтрофикации и загрязнению вод, наяда большая, по нашим наблюдениям, могла исчезнуть из карьерного пруда под влиянием гербицидов на фоне действия прочих неблагоприятных факторов. Ввиду охватившей Беларусь инвазии борщевика Сосновского и развернувшейся химической борьбы с ним, охрана *N. major* All. на территории республики в антропогенных биотопах может оказаться весьма проблематичной.

Список литературы

- Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. Минск: «Беларуская Энцыклапедыя» имени Петруся Бровки, 2005. 456 с.
- Папченко В. Г. О классификации растений водоёмов и водотоков // Гидрботаника: методология, методы: Материалы Школы по гидрботанике. Рыбинск, 2003. С. 23–26.
- Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В. И. Парфенова. Минск, 1999. 472 с.
- Флора Беларуси. Сосудистые растения / Под общ. ред. В. И. Парфенова. Минск, 2013. Т. 2. 447 с.

М. Ю. Старовойтова
Синтаксономия класса *Potametea Klika in Klika et Novak 1941*
водоёмов бассейна р. Сула (северо-восток Украины)

Национальный педагогический университет имени М.П. Драгоманова МОН Украины
01601 Украина, г. Киев, ул. Пирогова, 9. E-mail: kollikoshm@mail.ru

Бассейн р. Сула находится в северо-восточной части Украины. Согласно геоботаническому районированию Украины (Геоботаничне..., 1997), он относится к Левобережной Приднепровской подпровинции Европейско-Сибирской лесостепной зоны. Площадь территории составляет 34388 км². Она отличается водоёмами, которые характеризуются высоким биоразнообразием и играют исключительно важную экологическую, экономическую и биотопическую функции в регионе (Дубына и др., 1993). Донные отложения водоёмов преимущественно илистые и песчано-илистые, спорадически – торфянистые.

Специальных исследований по изучению синтаксономии высшей водной растительности в регионе до сих пор не проводилось. Существуют лишь отдельные сведения о растительности региона (Дубына, 2006), чаще флористического направления (Рогович, 1853; Краснов, 1894; Байрак, 2008).

Целью работы является синтаксономия класса *Potametea* р. Сула. Его сообщества являются интегральными биологическими индикаторами и маркерами по отношению к аккумулятивно-эрозионным процессам, загрязнению воды органическими веществами, возрастанию степени минерализации воды. Они также выступают фитодиагностиками указанных факторов, что проявляется в массовом их появлении в данных местообитаниях, а также отличаются прохождением доминирующими видами полного жизненного цикла (Сіохін и др., 2014).

Исследования высшей водной растительности водоёмов бассейна р. Сула автором проводились в течение 2009–2014 гг. подробно-маршрутным методом с использованием эколого-флористических критериев описания растительных сообществ (эколого-флористический метод Браун-Бланке). На основе обработанных 960 полных геоботанических описаний составлена классификационная схема высшей водной растительности класса *Potametea*. Названия синтаксонов указываются согласно 3-го издания Международного кодекса фитосозологической номенклатуры (Weber et al., 2000), видовых таксонов приводятся по определителю высших растений Украины (Определитель..., 1987) с изменениями и дополнениями согласно «Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural Checklist» (Mosyakin, 1993). Создание базы данных и первичная обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы TURBOVEG 2.0 for Windows (Hennekens, 2008), анализ и классификация – JUICE (Tichy, 2006).

Класс *Potametea* на территории исследуемого региона представлен группировками прикрепленных гидатофитов с плавающими на поверхности и погруженными в толщу воды листьями, которые распространены в водоёмах с песчаными или илесто-песчаными донными отложениями с толщиной воды 0,40–2,5 м и более. Подавляющее большинство ценозов сосредоточено в заливах, заброшенных каналах, прудах, старицах, рукавах, водохранилищах, карьерах по добыче торфа. Класс представлен двумя порядками: *Callitricho-Batrachietalia* Passarge 1978 и *Potametalia* W. Koch 1926. К первому порядку относится один союз – *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964 – представлен 6 ассоциациями, ко второму порядку относится 5 союзов: *Ceratophyllion demersi* Den Hartog et Segal 1964 (представлен 3 ассоциациями), *Nymphaeion albae Oberdorfer* 1957 (9 ассоциациями), *Parvopotamion* (Vollmar 1947) Den Hartog et Segal 1964 (5 ассоциациями), *Magnopotamion* (Vollmar 1947) Den Hartog et Segal 1964 1960 (8 ассоциациями), *Utricularion vulgaris* Passarge 1978 (3 ассоциациями).

К союзу *Ranunculion aquatilis* в водоёмах бассейна р. Сула относятся следующие ассоциации – *Batrachietum trichophylli* Soó (1927) 1971, *Batrachio trichophylli-Callitrichetum cophocarpace* Soó (1927), *Batrachietum circinati* Segal 1965, *Batrachio circinati-Alismatetum graminei* Hejný in Dykyjová et Květ 1970, *Batrachietum rionii* Hejný et Husák in Dykyjová et Květ 1978, *Veronico bessabungae-Callitrichetum stagnalis* (Oberdorfer 1957) Th. Müller 1962. Все ассоциации, кроме *Batrachietum rionii* встречаются во всех типах водоёмов бассейна р. Сула. Их группировки отмечаются широкой экологической амплитудой. Распространены на слабопроточных прибрежных участках с толщиной воды 0,40–1,5 м. Ассоциации *Batrachio trichophylli-Callitrichetum cophocarpace* и *Veronico bessabungae-Callitrichetum stagnalis* распространены преимущественно в заливах, ручьях и старицах, сосредоточены на прибрежных мелководьях с незначительным поверхностным колебанием уровня воды, илистыми и илесто-песчаными донными отложениями и толщиной воды 0,40–1,6 м. Флористический состав ассоциаций насчитывает 11–12 видов. Ассоциация *Batrachietum rionii* встречается редко, только в среднем течении

р. Сула и её притоке – р. Удае на мелководных участках в прибрежно-водной зоне, толща воды 0,60 м на илисто-песчаных и илистых донных отложениях с умеренным в течение года колебания уровня воды. Уменьшение уровня воды в засушливый период вызывает развитие группировок. Синтаксон занесён в Красный список водных макрофитов Украины (категория С4 – отмечаются как таковые, площадь которых стремительно сокращается и поэтому им угрожает исчезновение в будущем). Флористический состав ассоциации насчитывает 15 видов.

К союзу *Ceratophyllion demersi* относятся три ассоциации: *Ceratophylletum demersi* (Soó 1927) Egger 1933, *Ceratophylletum submersi* Soó 1928, *Ceratophylletum tanaitici* Dubyna 2006. Наиболее распространёнными на территории исследуемого региона являются две первые, которые встречаются во всех типах водоёмов. Их группировки отличаются широкой экологической амплитудой. Характерны для слабопроточных участков прибрежно-водной зоны, с толщиной воды от 0,25 до 2 м и илисто-песчаными или илистыми донными отложениями. Выдерживают значительное поверхностное колебания уровня воды в течение вегетации. Флористический состав группировок насчитывает 19 видов. Ассоциация *Ceratophylletum tanaitici* является редкой и распространена только в низовьях реки Сула (приустьевые и устьевые участки). Её группировки приурочены к прибрежно-водной зоне, с толщиной воды 0,40–1,6 м, илисто-песчаными донными отложениями. Колебания уровня воды в течение вегетации приводит к сокращению площадей. Флористический состав группировок насчитывает 23 вида.

К союзу *Nymphaion albae* на территории исследуемого региона относят 9 ассоциаций – *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926, *Nupharo lutei-Nymphaetum albae* Nowinski 1930, *Potameto natantis-Nymphaetum candidae* Hejny in Dykujová et Květ 1978, *Potametum natantis* Oberdorfer 1977, *Polygono-Potametum natantis* Soó 1957, *Trapetum natantis* Th. Müller et Görs 1960, *Polygono-Stratiotetum aloides* Slavnić 1956. Распространены спорадически. Первая ассоциация характерна для малопроточных водоёмов. Чаще встречается в верхнем течении р. Сула (с. Шумское, Белопольский р-н Сумской обл.) На илисто-песчаных донных отложениях с толщиной воды 0,60–2,5 м. Поверхностное колебания уровня воды и осушение прибрежных участков характеризуется переходом группировок *Nuphar lutea* (L.) Smith и *Myriophyllum spicatum* L. в земноводную форму. Флористический состав группировки насчитывает 20 видов.

Вторая ассоциация *Nuphar lutea-Nymphaeum albae* характерна для расширенных участков русла крупнейших притоков р. Сула (Терн, Ромен, Удай), а также средней и нижней её части с медленным течением и незначительным поверхностным колебаниям уровня воды в течение вегетации. Многочисленные площади образует в озёрах и старицах, в частности, на участках разветвлений русла (д. Березняки, Лохвицкий р-н Полтавской обл.). Характерна для участков с толщиной воды 0,10–2,5 м, с илистыми и илисто-песчаными донными отложениями. Группировки ассоциации занесены в Красный список сообществ водных макрофитов Украины (категория С4). Основным фактором угрозы выступает осушение водоёмов и заиление. Флористический состав группировок насчитывает 24 вида.

Ассоциация *Potameto natantis-Nymphaeum candidae* нами обнаружена лишь в низовьях р. Сула (окрестности д. Горошино, Погребняки, Демьяновка) в прибрежно-водной зоне на илисто-песчаных донных отложениях, толща воды 0,40–1,6 м с незначительным поверхностным колебаниям уровня воды в течение вегетации. Наибольшее количество группировок сосредоточено в заливах и каналах. Флористический состав насчитывает 21 вид.

Наибольшей встречаемостью отличаются ассоциации *Potametum natantis*, *Potameto-Nupharetum*, *Polygono-Potametum natantis* и *Polygonetum amphibiu* Soó 1927, которые характеризуются равномерным распределением во всех типах водоёмов бассейна р. Сула. Приурочены к участкам с илистыми и илисто-песчаными донными отложениями, толщиной воды 0,40–1,6 (2) м. Снижение уровня воды приводит к формированию наземных группировок этих сообществ. Флористический состав группировок насчитывает 17–24 вида.

Ассоциация *Trapetum natantis* является мало распространённой и выявлена только в водоёмах Сульского залива (Черкасская, Полтавская обл.), а также в устьевой области р. Сула (окрестности д. Демьяновка, Семёновский р-н, Полтавская обл.) Группировки приурочены к мелководным участкам с толщиной воды 0,40–0,80 (1,2) м с илисто-песчаными и песчано-илистыми донными отложениями, умеренным поверхностным, в течение вегетации, колебаниям уровня воды. Синтаксон занесён в Красный список сообществ водных макрофитов Украины (категория С3 – группировки, которые находятся под угрозой исчезновения).

Ассоциация *Polygono-Stratiotetum aloides* найдена только в р. Удай на илисто-песчаных и илистых донных отложениях, а также в водоёмах расположенных вблизи торфяных болот (д. Лушники, Лубенский Полтавская обл.) с толщиной воды 0,60–0,80 м, выдерживает колебания уровня воды течение вегетации.

Союз *Parvopotamion* на территории исследуемого региона представлен 7 ассоциациями: *Potametum trichoides* Freitag, Markus, Schwipl. 1958, *Najadetum marinae* (Oberdorfer 1957) Fukarek 1961, *Najadetum minoris* Ubrizsy 1948, *Potametum crispum* Soo 1927, *Ceratophyllo-Potametum crispum* Horvatić i Micevski 1960, *Potametum obtusifolium* (Sauer 1937) Carstensen 1955, *Potametum pectinatum* Carstensen 1955. Группировки ассоциаций *Potametum trichoides*, *Najadetum marinae*, *Najadetum minoris*, *Potametum crispum*, *Ceratophyllo-Potametum crispum* встречаются редко, преимущественно в прирусловой зоне: прудах и слабопроточных прибрежных участках. Экотопы такого типа характерны для нижней части р. Сула (Семёновский, Хорольский р-ны Полтавской обл.). Ценозы приурочены к мелководным участкам с песчано-илистыми донными отложениями, незначительным поверхностным колебаниям уровня воды в течение вегетационного периода. Флористический состав группировок насчитывает 13–15 видов.

Достаточно распространёнными в р. Сула и её притоках являются ассоциации *Najadetum minoris* и *Potametum pectinatum*. Их группировки распространены на всем протяжении реки. Характерны как для слабопроточных так и проточных участков русел с разным составом донных отложений (илисто-песчаными, песчаными и песчано-илистыми). Приурочены к участкам с толщиной воды 0,40–0,80 м и умеренным поверхностным колебаниям уровня воды в течение вегетационного периода. Снижение уровня воды стимулирует развитие группировок *Potametum pectinatum*. Флористический состав ассоциации насчитывает 13 видов. Группировки ассоциации *Potametum obtusifolium* зарегистрированы только в верховьях р. Сула и её притоке р. Ромен, где они приурочены к участкам с илисто-песчаными и торфянисто-песчаными донными отложениями (Роменский, Конотопский р-ны Сумской обл.), толщина воды 0,70–1,5 м. Синтаксон также достаточно распространён в водоёмах Роменского водохранилища Конотопский р-н Сумской обл.). Флористический состав группировок насчитывает 9–10 видов.

Союз *Magnopotamion* на территории исследуемого региона представлен 9 ассоциациями: *Potametum lucentis* Huesk 1931, *Potametum perfoliatum* (W. Koch 1926) Passarge 1964, *Elodeetum canadensis* Egger 1933, *Myriophylletum spicatum* Soó 1927, *Myriophylletum verticillatum* Soó 1927, *Myriophyllo-Potametum* Soó 1934, *Potametum nodosum* (Soó 1960) Segal 1964, *Potameto perfoliti-Valisnerietum spiralis* Losev et V. Golub 1987, *Callitrichetum hermaphroditicae* Husak 1986. Наиболее распространёнными в основных типах водных объектов бассейна р. Сула являются ассоциации – *Potametum lucentis*, *Elodeetum canadensis*, *Myriophylletum verticillatum*, *Myriophyllo-Potametum*, *Potameto perfoliti-Valisnerietum spiralis*, которые преимущественно приурочены к участкам прибрежно-водной зоны. Сообщества формируют эколого-ценотические пояса. Сосредоточены на илисто-песчаных и песчано-илистых почвах с толщиной воды 0,6–2 м. Выдерживают незначительное поверхностное колебания уровня воды в течение вегетации. Флористический состав ассоциации насчитывает 17–22 вида. Снижение уровня воды вызывает переход группировок в наземное состояние.

Ассоциация *Potametum nodosum* отмечена нами в низовьях р. Сула (Семёновский р-н, Полтавская обл.). Выдерживает значительную скорость течения (до 3 м/с). Группировки разрежены, располагаются в прибрежной полосе. Толщина воды на таких участках 2,5–3 м, почвы песчано-илистые. Флористический состав ассоциации 11 видов.

Ассоциация *Callitrichetum hermaphroditicae* на территории исследуемого региона распространена преимущественно в заливах и ручьях. Её сообщества имеют куртинный вид. Приурочена к прибрежным мелководьям с илисто-песчаными донными отложениями и толщиной воды 0,15–0,25 м. Флористический состав ассоциации 14 видов.

Группировка ассоциации *Myriophylletum spicatum* являются достаточно распространёнными в водоёмах бассейна р. Сула – прудах, карьерах по добыче песка на песчаных и песчано-илистых донных отложениях с толщиной воды 0,60–0,80 м. Выдерживают умеренное колебание уровня воды в течение вегетации.

К союзу *Utricularia vulgaris* в водоёмах бассейна р. Сула относятся три ассоциации: *Lemno-Utricularietum vulgaris* Soó (1928) 1938, *Aldrovandetum vesiculosae* Borhidi et Komlodi 1959, *Spirodelo-Aldrovandetum* Borhidi et Komlodi 1959. Встречаются редко. Характерны для расширенных участков русла с медленным течением и незначительным поверхностным колебаниям уровня воды. Преимущественно их группировки встречаются в среднем течении р. Сула (Лохвицкий, Лубенский р-ны Полтавской обл.) и низовьях р. Удай (Чернухинский, Лубенский р-ны Полтавской обл.) на участках, где русло разветвляется на несколько пересыхающих рукавов, образуя небольшие озера и старицы. Ассоциации *Aldrovandetum vesiculosae* и *Spirodelo-Aldrovandetum* включены в Красный список водных макрофитов Украины (категория С3 и категория С2 соответственно – (группировки, которые находятся на грани исчезновения) (Зелёная книга..., 1987; Определитель..., 1987).

Особенностью класса *Potametea* бассейна р. Сула является наличие большого количества реофильных сообществ и тех, которые способны выдерживать повышенную минерализацию воды (*Potametum pectinati*, *Myriophylletum spicati*, *Elodeetum canadensis*, *Batrachietum rionii*), а также усиление процессов эрозии (*Potametum natantis*, *Nupharo lutei-Nymphaeetum albae*, *Polygonetum amphibii*). В пределах класса выделено 9 раритетных синтаксонов, которые спорадически встречаются на территории водоёмов северо-восточной части Украины – *Batrachietum rionii*, *Ceratophylletum submersi*, *Ceratophylletum tanaitici*, *Nupharo lutei-Nymphaeetum albae*, *Trapetum natantis*, *Potametum obtusifolii*, *Callitrichetum hermaphroditicae*, *Aldrovandetum vesiculosae*, *Potameto natantis-Nymphaeetum candidae*.

Синтаксономический состав класса *Potametea* в водоёмах бассейна р. Сула представляет 73% общего количества синтаксонов данного класса территории Украины в целом. Такое богатство класса на исследуемой территории объясняется наличием значительного количества экотопов благоприятных для развития его сообществ. Ценозы класса образованы преимущественно видами широкой экологической амплитуды и характеризуются высокой формирующей способностью доминирующих видов.

Список литературы

- Байрак Е. Н. Конспект флоры Полтавщины. Вищі судинні рослини. Полтава: Верстка. 2008. 196 с.
Геоботаничне районування Української РСР. Київ: Наук. думка, 1997. 304 с.
Дубына Д.В., Сытник С.М., Тасенкевич Л.А., Шеляг-Сосонко Ю.В., Гейны С., Гроудова З., Гусак М., Отягекова Г., Эржабкова О. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды. Киев: Наук. думка, 1993. 432 с.
Дубына Д. В. Вища водна рослинність. Київ: Фітосоціоцентр, 2006. 412 с.
Зелёная книга Украинской ССР / под общ. ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. Киев: Наук. думка, 1987. 216 с.
Краснов А. Н. Ботанико-географический очерк Полтавской губернии. Отчёт Полтавскому Губернскому земству. СПб.: Наука, 1894, Вып. 16. С. 369–513.
Определитель высших растений Украины. Киев: Наук. думка, 1987. 548 с.
Рогович А. С. Отчёт проф. А. С. Роговича об произведённой экспедиции с геоботанической целью по Черниговской, Киевской и Полтавской губерниям в 1849 (53) годах. К.: 1853. С. 23–26.
Сіохін В. Д., Александров Б. Г., Черничко І. І. та ін. Оцінка ландшафтного та біологічного різноманіття інтегральними біологічними індикаторами та маркерами. Мелітополь: МДПУ ім. Б.Г. Хмельницького, 2014. 153 с.
Hennekens S. TURBOVEG for Windows. 1998–2007. Version 2 / S. 2008. 78 p.
Mosyakin S. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev, 1999. 345 p.
Tichy L. JUICE: Program for management analysis and classification of ecological data: Program manual. Brno: Vegetation Science group, 2006. 98 p.
Weber H. E., Moravec J., Theurillat J.-P. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3 rd ed // J. et Veget. Sci. 2000. Vol. 11. № 5. P. 739–768.

Н. А. Тимофеева, Л. Е. Сигарёва, Е. Г. Крылова, А. Г. Лапиров Влияние солей никеля и меди на развитие и пигментный комплекс проростков прибрежно-водных растений

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, п. Борок. E-mail: panova@ibiw.yaroslavl.ru

Введение. Загрязнение тяжёлыми металлами (ТМ) – одно из последствий антропогенного воздействия на экосистемы водоёмов. Тяжёлые металлы изменяют метаболизм гидробионтов, приводят к их отравлению и гибели. В этом аспекте актуально изучение первичного звена трофической цепи – растительных организмов. К настоящему времени в неодинаковой степени изучено влияние ТМ на разные этапы онтогенеза водных растений. Особый интерес представляет оценка их влияния на растения, находящиеся на ранних сроках развития и поэтому наиболее чувствительные к внешним факторам. В течение последних лет нами проводятся работы по этой проблеме (Крылова, 2010; Крылова, 2011, Крылова и др. 2014). Цель данного исследования – выявить влияние никеля и меди на развитие проростков широко распространённых прибрежно-водных растений – частухи злаковой (*Alisma gramineum* Lej.) и шавеля приморского (*Rumex maritimus* L.).

Материалы и методы. Семена *A. gramineum* и *R. maritimus* собирали на мелководьях Рыбинского водохранилища в окрестностях пос. Борок (Ярославская обл.) в сентябре 2014 г. и подвергали влажной стратификации при температуре 4–8°C в течение 5 месяцев. Семена проращивали до появления настоящего листа в люминостате (освещённость 3200 лк, фотопериод 9/15) в чашках Петри диаметром 9 см при температуре 20–25°C на фильтровальной бумаге, смоченной дистиллированной водой, согласно (Международные правила..., 1969). Затем проростки (по 100 штук в каждой чашке Петри) помещали в растворы $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ объёмами по 25 мл. Концентрации в расчёте на ионы меди и никеля составляли 1, 10, 25, 50 и 100 мг/л, что превышает ПДК этих металлов в воде (0,1 мг/л). Продолжительность эксперимента 7 суток.

У проростков (10 штук из каждого варианта) через 1 и 7 суток измеряли длину главного и придаточных корней, гипокотыля, семядоли и листьев. В семисуточных проростках определяли содержание фотосинтетических пигментов спектрофотометрическим методом в 90% ацетоновом экстракте в 2 или 3 повторностях. Оптические плотности экстрактов измеряли на спектрофотометре Лямбда–25 (Perkin Elmer, США). Хлорофиллы *a*, *b* и каротиноиды рассчитывали по формулам для высших растений согласно (Jeffrey, Humphry, 1975; Parsons, Strickland, 1963). Проростки взвешивали на торсионных весах. Достоверность различий средних величин оценивали по критерию Стьюдента.

Результаты. Важнейшие морфометрические показатели проростков частухи (контроль), измеренные в 1-е и 7-е сутки опыта, изменялись в пределах (в см): длина главного корня – 1,15–1,20, гипокотыля – 0,33–0,45, семядоли – 1,56–1,65, первого листа – 1,43–1,73. Подобные показатели для проростков щавеля, равны, соответственно: 0,88–1,42; 0,87–1,15; 0,33–0,51; 0,07–0,10. На проростках частухи показано, что ТМ в концентрациях от 10 до 100 мг/л приводят к замедлению онтогенетического развития (табл. 1). На основании изменений морфометрических показателей можно предположить, что для развития проростков частухи никель более токсичен, чем медь. Эксперимент с проростками щавеля показал, что ТМ не приводят к задержке онтогенетического развития. Основным признаком негативного воздействия меди и никеля на щавель приморский была потеря тургора у клеток различных органов проростков. Кроме того, фактически во всех вариантах опытов у проростков исследуемых растений визуально отмечались изменения окраски различных органов, что связано с действием ТМ на пигментный комплекс, ультраструктуру хлоропластов и, соответственно, на фотосинтез – энергетическую основу роста и развития растений.

Для количественной оценки изменений в пигментном комплексе под влиянием ТМ определяли содержание хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов в расчёте на сухую массу проростков. В контроле в проростках частухи и щавеля содержание сухого вещества составляло 4,3–4,8% сырой массы, в опытах с добавлением меди – 4,4–6,1%, никеля – 4,4–6,5%. В целом, в сырой массе проростков частухи и щавеля содержится сухого вещества меньше, чем у ряда водных растений на более поздних этапах онтогенеза (Ронжина и др., 2004).

Концентрация хлорофилла *a* в контрольных растениях частухи злаковой составляла $6,12 \pm 0,06$, щавеля приморского – $5,71 \pm 0,64$ мг/г сухой массы, что меньше по сравнению с данными, известными для листьев водных растений. В эксперименте содержание пигмента, как правило, уменьшалось относительно контроля. Пигментный аппарат частухи более чувствителен к действию тяжёлых металлов, чем щавеля (табл. 2). Кроме того, медь приводит к более значительному уменьшению концентрации хлорофилла *a* по сравнению с никелем.

Концентрация хлорофилла *b* в контрольных растениях частухи злаковой составляла $2,03 \pm 0,09$, щавеля приморского – $2,01 \pm 0,19$ мг/г сухой массы. В опыте с концентрацией меди и никеля 1 мг/л изменения содержания хлорофилла *b* соответствовали таковым хлорофиллу *a*. При более высоких концентрациях ТМ снижение содержания хлорофилла *b* было выражено меньше, чем хлорофилла *a*. При этом пигментный комплекс щавеля оказался более устойчивым к действию ТМ, чем частухи.

Концентрация каротиноидов в контрольных растениях частухи злаковой составляла $1,85 \pm 0,09$, щавеля приморского – $1,78 \pm 0,14$ мг/г сухой массы. Изменения содержания каротиноидов в проростках под влиянием меди и никеля были сходными с таковыми хлорофилла *b*.

Под влиянием ТМ отношение концентрации хлорофиллов *a* и *b* уменьшалось, тогда как отношение концентрации каротиноидов к хлорофиллу *a* существенно возрастало. Значительные изменения соотношений между концентрациями пигментов свидетельствуют о деградации фотосинтетического аппарата. Тенденции изменений в пигментном аппарате проростков под влиянием ТМ сходны с таковыми у сформировавшихся растений (Ронжина и др., 2004; Серегин, Кожевникова, 2006; Косицына и др., 2010).

Таблица 1. Влияние солей меди и никеля на развитие проростков *Alisma gramineum* и *Rumex maritimus*

Вариант	Характер изменений, влияние на морфологические показатели	Визуально наблюдаемые изменения
<i>A. gramineum</i> , медь, 1-е сутки	Достоверных изменений морфометрических показателей не отмечено. Не сформировался 2-ой придаточный корень (10–100).	Незначительное побурение семядоли и первого листа и обесцвечивание главного корня (1, 10). Потемнение семядоли и листьев, обесцвечивание гипокотила, побурение кончиков придаточных корней (25–100).
<i>A. gramineum</i> , медь, 7-е сутки,	Незначительное увеличение размеров гипокотила и семядоли (1). Не сформировались 2-ой и 3-й придаточные корни (10–100), не развивается 3-й лист (25–100).	Потеря тургора и полное изменение окраски у всех органов проростка (25–100).
<i>A. gramineum</i> , никель, 1-е сутки,	Незначительное уменьшение размеров гипокотила (1–100). Появляется 3-й лист (1).	Обесцвечивание семядоли, бурые пятна у первого листа (1,10). Сильное обесцвечивание гипокотила, побурение придаточных корней и листьев (25, 50). Полное обесцвечивание всех органов (100).
<i>A. gramineum</i> , никель, 7-е сутки,	Появляется 4-ый лист, как и в контроле (1), 3-й лист (10, 25). Новые листья не развиваются (50, 100). Незначительное уменьшение длины придаточных корней, гипокотила и листьев (1–100).	Потеря тургора и полное изменение окраски у всех органов проростка (25–100).
<i>R. maritimus</i> , медь, 1-е сутки	Достоверных изменений морфометрических показателей не отмечено (1–100). Задержка формирования листьев.	Частичное побурение главного корня (25), полное побурение всех корней и верхушки семядолей (50–100).
<i>R. maritimus</i> , медь, 7-е сутки	Достоверных изменений морфометрических показателей не отмечено (1–100). Задержка формирования листьев (25–100).	Обесцвечивание семядолей, побурение кончика главного корня (1), полное побурение всех корней и верхушки семядолей (10). Отмирание корневой системы и семядолей, обесцвечивание гипокотила (50, 100).
<i>R. maritimus</i> , никель, 1-е сутки	Достоверных изменений морфометрических показателей не отмечено (1–100). Увеличивается количество придаточных корней (1–100).	Незначительное побурение всех корней (10–25), потеря тургора семядолями и полное побурение всех корней (50, 100).
<i>R. maritimus</i> , никель, 7-е сутки	Достоверных изменений морфометрических показателей не отмечено (1–100).	Бурые пятна на семядолях (1), побурение всех корней и кончиков семядолей (10). Потеря тургора всех органов, полное побурение всех корней и, частично, семядолей (25–100). Бурые пятна на гипокотиле (50–100).

Примечание: в скобках – концентрация ионов металлов, мг/л.

Таблица 2. Содержание фотосинтетических пигментов (% к контролю) в проростках *Alisma gramineum* и *Rumex maritimus* в среде с солями меди и никеля

Концентрации ионов металлов, мг/л	Хлорофилл <i>a</i>		Хлорофилл <i>b</i>		Каротиноиды	
	Cu	Ni	Cu	Ni	Cu	Ni
<i>A. gramineum</i>						
1	33	47	36	46	40	62
10	8	19	27	39	13	37
25	4	12	19	21	10	16
50	4	4	26	9	17	7
100	4	4	28	10	29	6
<i>R. maritimus</i>						
1	71	103	80	102	86	102
10	79	69	84	73	94	72
25	46	34	60	40	86	35
50	10	25	26	37	30	26
100	4	16	17	29	8	19

Заключение. Таким образом, медь и никель в концентрациях, превышающих ПДК в 10–1000 раз, по-разному влияют на развитие и пигментный комплекс проростков прибрежно-водных растений. Изменения морфометрических показателей под влиянием ТМ выражены менее чётко, чем показателей состояния фотосинтетического аппарата. Представитель двудольных растений *R. maritimus* более устойчив к действию ТМ, чем однодольное растение *A. gramineum*. В целом, медь сильнее подавляла синтез пигментов, чем никель.

Список литературы

- Крылова Е. Г. Влияние сульфата никеля на прорастание семян и развитие проростков прибрежно-водных растений // Journal of Siberian Federal University. Biology 4 (2009 № 2). март 2010 (т.3, № 1). С. 99–106.
- Крылова Е. Г. Влияние солей никеля, меди и цинка на прорастание семян и начальные этапы онтогенеза поручейника широколистного (*Sium latifolium* L.) и камыша лесного (*Scirpus sylvaticus* L.) // Биология внутр. вод. 2011. № 4. С. 72–78.
- Крылова Е. Г., Бердник К. А., Лапиров А. Г. Влияние хлоридов никеля и меди на начальные этапы онтогенеза *Videns cernua* (Asteraceae) // Раст. ресурсы. 2014. Т. 50, вып. 2. С. 227–235.
- Международные правила определения качества семян / Под ред. И. Г. Леурда. М.: Наука, 1969. 182 с.
- Jeffrey S. W., Humphrey G. F. New spectrophotometric equations for determining chlorophyll *a*, *b*, *c*₁ and *c*₂ in higher plants, algae and natural phytoplankton // Biochem. Physiol. Pflanz. 1975. Vol. 167. P. 191–194.
- Parsons T. R., Strickland J. D. H. Discussion of spectrophotometric determination of marine-plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids // J. Marine Res. 1963. Vol. 23. No. 3. P. 155–163.
- Косицына А. А., Макурина О. М., Нестеров В. Н., Розенцвиг О. А. Влияние ионов меди и кадмия на пигментный комплекс растений семейства *Hydrocharitaceae* // Изв. Самарского науч. центра РАН. 2010. Т. 12, № 1. С. 156–161.
- Серёгин И. В., Кожевникова А. Д. Физиологическая роль никеля и его токсическое действие на высшие растения // Физиология растений. 2006. Т. 53, № 2. С. 285–308.
- Ронжина Т. А., Некрасова Г. Ф., Пьянков В. И. Сравнительная характеристика пигментного комплекса надводных, плавающих и погруженных листьев гидрофитов // Физиология растений. 2004. Т. 51. № 1. С. 27–34.

А. В. Тихонов

Сравнительный анализ банка семян и флоры в пределах устьевой области и зоны свободного течения р. Ильдь

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок. E-mail: Sandrokes@ibiw.yaroslavl.ru

Понимание видового состава и экологической структуры почвенного банка семян, принципов его формирования и реализации можно рассматривать как ключ к прогнозированию изменения во флоре и растительности периодически затопляемой территории (Parvaiz, 1978; van der Valk, Davis 1979; Louda, 1989).

Банк семян представляет собой один из важнейших этапов популяционной динамики семенных видов. Он, наряду с банком вегетативных диаспор, обеспечивает один из путей возобновления и расширения популяций растений (Марков, 1986, 2012), позволяя растениям сохраняться в зоне временного затопления до наступления благоприятных экологических условий (Девятов, 2014).

Под банком семян мы понимаем весь набор генеративных диаспор макрофитов, содержащихся в грунте и доступных для идентификации.

Для Рыбинского водохранилища колебания уровня воды составляют 3–4 м, достигая 5 м в отдельные годы (Богачёв, 1952; Немцев, 1956; Леонтьев, 1956; Буторин и др., 1982). В силу пологости рельефа берегов, такие колебания приводят к обнажению значительных площадей зоны временного затопления (ЗВЗ) (Буторин и др., 1982). ЗВЗ представляет собой характерный для равнинных водохранилищ элемент ландшафта, с присущим ей своеобразием флоры, грунтового комплекса и экологических характеристик (Буторин и др., 1982).

В пределах ЗВЗ, экологические условия изменяются от полного затопления до обсыхания. Такие изменения позволяют произрастать на одной и той же территории, но в разные периоды времени, растениям с различной экологией от гидрофитов до гигромезо- и мезофитов, реализуя потенциал заложенный в банке семян. Согласно ранее проведённым нашим исследованиям (Тихонов и др., 2014, Тихонов, Лапиров, 2015), банк семян включает в себя виды, принадлежащие ко всем экотипам (по классификации В.Г. Папченкова, 2001).

Цель нашего исследования – проанализировать соотношение между реализованной и потенциальной флорой в пределах устьевой области и зоны свободного течения р. Ильдь. Достижение поставленной цели было связано с решением следующих задач: инвентаризация видового состава банка семян и флоры ряда станций, анализ уровня бинарного сходства (по коэффициенту Жаккара – K_j) видового состава банка семян и флоры станций, анализ экологических спектров флоры и банка семян в пределах исследованного участка.

Распределение станций в пределах устьевой области и зоны свободного течения р. Ильдь, а также методика изучения банка семян и отбора проб описаны нами ранее (Тихонов, Лапиров, 2015).

Общий список видов устьевой области и зоны свободного течения включал 80 видов (с учётом двух групп семян, чью видовую принадлежность установить не удалось). Таксономический спектр банка семян был представлен семенами 36 видов, относящихся к двум классам, 20 семействам и 30 родам. Флора ЗВЗ станций в пределах исследованного участка представлена 72 видами из трёх отделов, четырёх классов, 32 семейств, 55 родов. Общими для банка семян и флоры были 30 видов из 23 родов, 17 семейств и 2 классов.

Наибольшим количеством видов на исследованном участке было представлено семейство *Cyperaceae* – 8 видов, пять из которых были общими для флоры и банка семян, а три встречались только во флоре. По 7 видов приходится на *Asteraceae*, *Poaceae*, по 4 вида – *Brassicaceae*, *Polygonaceae*, *Scrophulariaceae*, по 3 вида – *Lamiaceae*, *Primulaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*. Двумя видами были представлены 8 семейств, а одним видом – 16. Среди родов: тремя видами были представлены четыре рода (*Carex*, *Eleocharis*, *Bidens*, *Persicaria*), двумя видами – 10 родов (*Scirpus*, *Juncus*, *Potamogeton*, *Rorippa*, *Chenopodium*, *Epilobium*, *Lysimachia*, *Ranunculus*, *Veronica*), остальные 46 родов на исследованном участке были представлены, каждый, одним видом.

Коэффициент флористического сходства Жаккара, является одним из традиционных методов анализа уровня сходства. В целом, уровень сходства между флорами станций был выше, чем уровень сходства между банками семян. Для флоры средний уровень сходства составляет 31,7%, при диапазоне от 17 до 46%, в то время как для банка семян – 28,4% при диапазоне от 14 до 50%. Наибольшим уровнем сходства видовых составов, как флоры, так и банка семян, отличаются соседние станции. Однако максимальный уровень сходства флоры зафиксирован между станциями 5 и 8. Абсолютный максимум бинарного сходства отмечен между списками видов станции 3 и зоны свободного течения.

Таблица 1. Уровень флористического сходства (%) между банками семян станций, между флорой станций и банком семян и флорой, по станциям

Станции		Флора					
		1 и 2	3	5	7	8	8А
Банк семян	1 и 2	12	37	30	28	19	17
	3	50	9	34	29	32	21
	5	17	18	23	35	46	35
	7	14	14	41	47	44	29
	8	24	25	37	41	17	40
	8А	25	14	30	40	36	26

Примечания: по главной диагонали – уровень сходства между банком семян и флорой станций; над главной диагональю (на зелёном поле) – уровень сходства между флорой станций, под главной диагональю (на жёлтом поле) – уровень сходства между банками семян станций.

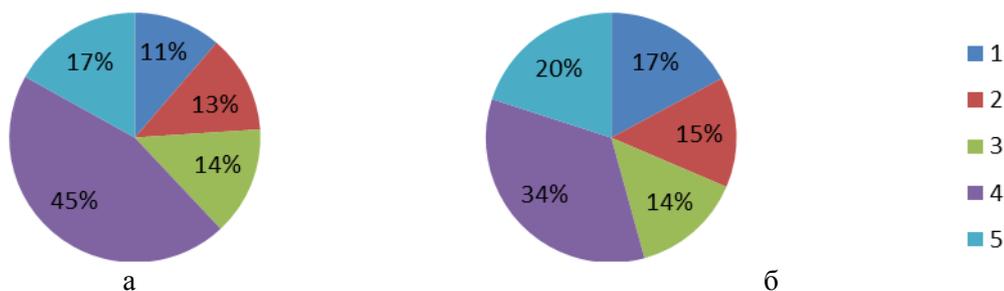


Рис. 1. Спектры экотипов флоры (а) и банка семян (б) устьевой области и зоны свободного течения р. Ильдь. Здесь и далее 1 – гидрофиты, 2 – гелофиты, 3 – гигрогелофиты, 4 – гигрофиты, 5 – гигромезо- и мезофиты.

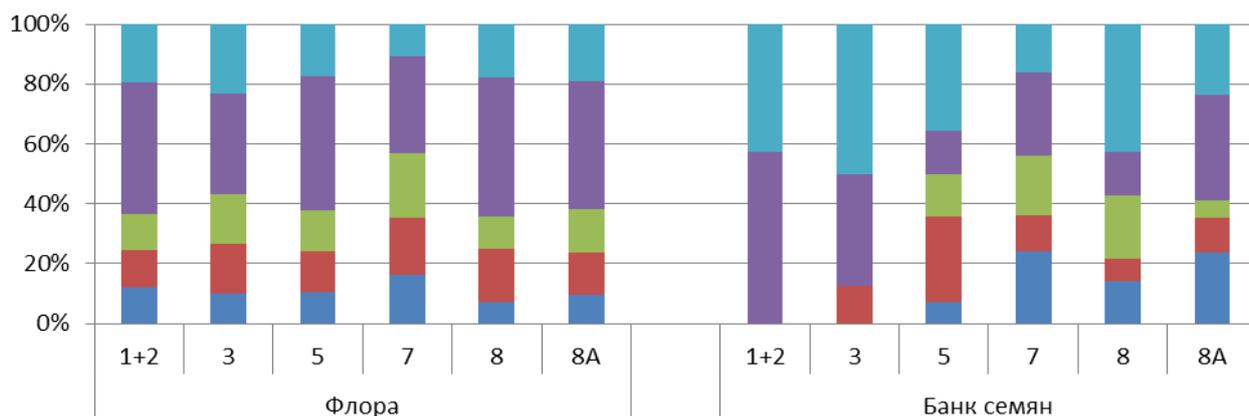


Рис. 2. Спектры экотипов флоры ЗВЗ и банка семян станций в пределах устьевой области и зоны свободного течения р. Ильдь.

В спектре экотипов как флоры, так и банка семян представлены все пять экотипов. В обоих случаях доминировали гигрофиты и группа экотипов, заходящие в воду береговые (околоводные) растения. В целом спектры достаточно схожи, наибольшие различия (11%) наблюдались между гигрофитами, для остальных экотипов они составили от 0 до 6%.

Наибольшие различия в спектре экотипов были отмечены в зоне свободного течения и переходной зоне притока, где банк семян был минимален и представлен не всеми экотипами. Как во флоре, так и в банке семян всех исследованных станций доминирует группа экотипов заходящие в воду береговые (околоводные) растения. При этом, во флоре всех станций преобладали гигрофиты занимающая от 32,4 до 46,4%, а гигромезо- и мезофиты занимали от 10,8 до 23,3%. В банке семян доля гигромезо- и мезофитов, по сравнению с флорой, была больше, занимая от 16 до 50%. Доли остальных экотипов во флоре были достаточно однородны, в то время как в банке семян колебались в значительном диапазоне.

Выводы

Полный список видов включал в себя 80 видов макрофитов из 60 родов, 34 семейств, четырёх классов и трёх отделов. При этом общими для банка семян и флоры были 30 видов из 25 родов, 17 семейств и двух классов.

Уровень сходства (по Жаккару) между флористическим составом исследованных станций выше, чем уровень сходства составов банка семян. Уровень сходства между банком семян и флорой колебался от 9 до 47%.

В спектрах экотипов представлены все пять экотипов, как в банке семян, так и во флоре ЗВЗ преобладают заходящие в воду береговые (околоводные) растения. Доли экотипов на отдельных станциях между банком семян и флорой на станциях варьировали.

Список литературы

- Богачёв В. К. Формирование водной растительности Рыбинского водохранилища // Учёные записки Ярославского пед. ин-та. Ярославль, 1952. Вып. XIV (XXIV). Естественное знание. С. 3–106.
- Буторин Н. В., Курдина Т. Н., Бакастов С. С. Температура воды и грунтов Рыбинского водохранилища Л.: Наука 1982. 224 с.
- Девятов А. Г. Репродуктивная экология семенных растений: Учеб. пособие к летней полевой практике по ботанике М.: Изд-во МАКС Пресс, 2014. 106 с.
- Доброхотов В. Н. Семена сорных растений. М.: Сельхозгиздат, 1961. 414 с.
- Золотницкая С. Я. Атлас и определитель семян лекарственных растений. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1950. 113 с.
- Кутова Т. Н. Формирование водной и прибрежно-водной растительности на Рыбинском водохранилище // Рыбинское водохранилище. М.: Изд. МОИП, 1953. Ч. I. Изменение природы побережий водохранилища. С. 51–82.
- Кутова Т. Н. Экологическая характеристика растений зоны временного затопления северной части Рыбинского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1958. 15 с.
- Леонтьев А. М. Об изменении растительности под влиянием первых лет подтопления Рыбинским водохранилищем // Тр. Дарвинского гос. заповедника. Вологда, 1956. Вып. III. С. 27–90.
- Марков М. В. Популяционная биология растений (Учеб.-метод. пособие) Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1986. 112 с.

- Марков М. В. Популяционная биология растений М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2012. 392 с.
- Миркин Б. М., Розенберг Г. С. Толковый словарь современной фитоценологии. М: Наука, 1983. 134 с.
- Немцев В. В. Охотничье-промысловые водоплавающие птицы Рыбинского водохранилища и пути их освоения // Тр. Дарвинского гос. заповедника. Вологда, 1956. Вып. 3. С. 91–292.
- Папченко В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Средней Волги. Ярославль: Изд-во ЦМП МУБиНТ, 2001. 213 с.
- Тихонов А. В., Папченко В. Г., Лапиров Л. Г. Банк семян зоны временного затопления Рыбинского водохранилища // Вода: химия и экология. 2014. № 6. С. 63–67.
- Тихонов А. В., Маврина О. С., Красавина О. Б. Коллекция семян водных макрофитов // Междунар. журн. прикл. и фунд. исследований. 2015. № 5, ч. 3. С. 520.
- Тихонов А. В., Лапиров А. Г. Банк семян водных и прибрежно-водных растений // Гидроэкология устьевых областей притоков равнинного водохранилища Ярославль: Филигрань, 2015. С. 124–137.
- Leek M. *Allessio Wetland Seed Banks // Ecology of Soil Seed Banks* (Google eBook), Academic Press, INC 1989. P. 283–305.
- Liu F., Tao W., Qing-xiang H., Bo H., Yuan-yuan C., Guang-xi W., Wei L. Comparison of genetic variation between the seed bank and above ground vegetation of a wetland species // *Biochemical Systematics and Ecology*. 2014. Vol. 56. P. 144–150.
- Louda M. Svata, Predation in the Dynamics of Seed Regeneration // *Ecology of Soil Seed Banks* (Google eBook). 1989. P. 25–51.
- Parvaiz A. Naim Wetland seed banks: implications in vegetation management. Ph.D. thesis. 1987. 92 p.
- van der Valk, A. G. and Davis C. B. A reconstruction of the recent vegetational history of a prairie marsh, eagle lake, Iowa, from its seed bank // *Aquatic Botany*. 1979. Vol. 6. P. 29–51
- Yang D., Li W. Soil seed bank and aboveground vegetation along a successional gradient on the shores of an oxbow // *Aquatic Botany*. 2013. Vol. 110. P. 67–77.

Д. А. Филиппов^{1,2}

О растительном покрове вторичных болотных озерков верховых болот

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок

² Тюменский государственный университет
625003 Россия, г. Тюмень, ул. Семакова, 10
E-mail: philippov_d@mail.ru

Исследования растительного покрова болотных водоёмов может проводиться в рамках нескольких научных дисциплин. С одной стороны это классическая гидрботаника (болотные водоёмы это, прежде всего, водоёмы, а не болота), с другой – классическое болотоведение (те же мочажины, топи, озерки это часть болотных массивов). Обе позиции имеют право на существование, ведь болото и болотные водоёмы это сопряжённые системы, которые имеют близкий генезис, находятся в постоянном взаимодействии и влияют на структуру, функционирование и динамику экосистем друг друга. При этом «экотонный» характер болотных водоёмов делает болотные водоёмы крайне не популярными, как среди болотоведов, так и гидрботаников. Однако данный тип водных объектов является уникальным и поэтому требует внимания учёных. На наш взгляд компромиссным вариантом было бы рассмотрение биологических (в том числе ботанических) и экологических аспектов структурно-функциональной организации экосистем болотных водоёмов в рамках отдельной научной дисциплины – гидробиологии болот (Филиппов, 2015).

В настоящей работе речь пойдёт об одном из наиболее специфичных и уникальных типах болотных водоёмов – болотных озерках. Публикаций о растительном покрове вторичных озерков весьма немного (Кузьмичев, 2002; Гарин, 2006).

Наши изыскания проходили в 2005–2015 гг. в Архангельской (болота Долгая Чисть, Соколя Гладь, Лальское, Шулеское) и Вологодской (болота Алексеевское-1, Большое, Верковское, Доброозерское, Веняболото, Ильинское, Крестенское, Лучное, Уломское и ряд др.) областях. Методика исследований была описана нами ранее (Лобуничева и др., 2013).

Болотные озерки формируются в результате регрессивных процессов, происходящих на заключительных этапах эволюции олиготрофных болот. Озерки развиваются, как правило, в центральных частях крупных болотных массивов и/или в верхних частях их склонов; входят в состав грядово-мочажинно-озерковых или грядово-озерковых болотных комплексов (Ниценко, 1960; Смагин, 2014 и др.). На верховых болотах они имеют неправильную, округлую или слегка вытянутую форму; площадь обычно колеблется от 10 до 250 (500) м²; глубина может быть от нескольких десятков санти-

метров до 2–3 (реже больше) метров; дно и стенки торфянистые или торфяно-илистые. Воды в озерах Вологодской обл. кислые (рН 4,1–4,6), низкоминерализованные (35–100 мг/л), светлые (45–105 градусов шкалы цветности), с крайне низким содержанием марганца, железа, фосфатов, нитратов и карбонатов. Гидрохимический режим во многом зависит от размера водоёма и сезонности. Иногда в озерах наблюдается всплывание отдельных кусков («глыбы») торфа.

Растительный покров вторичных болотных озерков сложен ограниченным числом видов. Нами зафиксировано около 25 видов, из которых относительное постоянство проявляют лишь *Scheuchzeria palustris* L., *Carex limosa* L., *C. lasiocarpa* Ehrh., *C. rostrata* Stokes, *Andromeda polifolia* L., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Oxycoccus palustris* Pers., *Drosera anglica* Huds., *D. × obovata* Mert. & W. D. J. Koch, *Nymphaea candida* J. et C. Presl, *Utricularia minor* L., *Batrachospermum turfosum* Bory., *Cladopodiella fluitans* (Nees) H. Buch, *Sphagnum balticum* (Russow) C. E. O. Jensen, *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm., *S. fallax* (H.Klinggr.) H.Klinggr., *S. majus* (Russow) C. E. O. Jensen, *Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske.

Процесс формирования и развития растительности болотных озерков в целом схож с зарастанием первичных (остаточных) водоёмов (Филиппов, 2014). Наиболее характерно краевое зарастание. На узких полосах (ширина 0,1–0,5 (0,8) м) формируются маловидовые ценозы (3–7 видов) с невысоким проективным покрытием (от 45 до 85%). Распространены сообщества асс. *Scheuchzeria palustris*–*Sphagnum cuspidatum*, *Carex limosa*–*Sphagnum cuspidatum*, реже *Carex lasiocarpa*–*Sphagnum cuspidatum*, *Rhynchospora alba*–*Sphagnum cuspidatum*. В ряде случаев *Sphagnum cuspidatum* может замещаться *S. majus*, *S. balticum*, *S. fallax*. Однако, всё же именно *S. cuspidatum* в болотных озерах Архангельской и Вологодской обл. является основным ценозообразующим видом. Его водные формы часто могут создавать даже плавающие ковры («моховые маты»). В прибрежных частях озерков среди сфагновых мхов весьма обильно могут развиваться печёночники (в особенности, *Cladopodiella fluitans*). Дно, как правило, лишено растительности. Специфические сообщества иногда формируются на бортах озерков (например, ценозы с участием *Batrachospermum turfosum*). Для значительной части болотных озерков зарастание гидрофитами не характерно. Исключение составляет, пожалуй, лишь кувшинка снежно-белая, формирующая монодоминантные сообщества асс. *Nymphaea candida*. Также на прибрежно-морских дистрофных болотах в зарастании озерков принимает участие *Nuphar lutea*.

На территории Вологодской обл. в болотных озерах могут произрастать несколько охраняемых видов растений (статусы приведены согласно Постановлению..., 2015). В самих озерах относительно часто можно встретить *Nymphaea candida* (вид биологического контроля), а по их периферии – *Rhynchospora alba* (3/NT), *Baeothryon caespitosum* (L.) A. Dietr. (1/CR), *Drosera anglica* (3/NT), *Utricularia minor* (3/NT). Из криптогамных макрофитов болотных озерков к охраняемым видам относится *Batrachospermum turfosum*. Он был предложен к охране на территории Вологодской обл. в 2013 г. (Сулова и др., 2013), а официально включён в состав охраняемых видов в 2015 г. (Постановление..., 2015) как редкий вид, требующий внимания (статус 3/LC). Подробнее о биологии и экологии *B. turfosum* можно прочитать в одной из наших ранних работ (Чемерис, Филиппов, 2010). Помимо Вологодской обл. (Филиппов, 2013), батрахоспермум торфяной нами также был обнаружен на болотах Архангельской обл., Республики Карелия и Санкт-Петербурга.

В заключение отдельно хотелось остановиться на результатах гидробиологических исследований болотных озерков. Так по материалам съёмки 2007 г. (Lobunicheva, Philippov, 2011) фауна планктонных сообществ вторичных озерков болота Алексеевское-1 (Вологодская обл.) насчитывает 38 видов беспозвоночных (Rotifera – 12, Cladocera – 19, Copepoda – 7), представленных в основном ацидофильными и сфагнофильными видами. Было установлено, что 1) озера характеризуются высокими значениями численности и биомассы зоопланктонных организмов; 2) с увеличением площади и глубины озерков повышается видовое богатство и биомасса зоопланктонных сообществ; 3) сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона сходна во всех группах озерков и зависит от смены доминирующего комплекса беспозвоночных. Состав, структура и динамика зоопланктоценозов болотных озерков в большей степени сходна с таковыми сфагновых мочажин верховых болот и в меньшей степени – с планктонными ценозами болотных водоёмов низинных болот (Лобуничева, Филиппов, 2009, 2012).

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (проекты №14-04-32258 мол_а, №13-05-00837а) и РНФ (проект №14-14-01134).

Список литературы

Гарин Э. В. Водные и прибрежно-водные макрофиты России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР): Ретроспективный библиографический указатель. Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2006. 177 с.

Кузьмичев А. И. Гидрофильные растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР): Ретроспективный указатель научной литературы (1853–2001 гг.) / Изд. второе, доп. Рыбинск: Рыбинский Дом печати, 2002. 272 с.

Лобуничева Е. В., Борисов М. Я., Филоненко И. В., Филиппов Д. А. Оценка экологического состояния малых водоёмов: Учебное пособие. Вологда: Б.и., 2013. 218 с.

Лобуничева Е. В., Филиппов Д. А. Зоопланктон мочажин печорско-онежских олиготрофных болот (Вологодская область) // Вестн. Томск. гос. пед. ун-та. 2009. Вып. 3 (81). С. 82–86.

Лобуничева Е. В., Филиппов Д. А. Зоопланктон пойменных болот и рек северо-запада Вологодской области // Вестн. Костромского гос. ун-та им. Н. А. Некрасова. 2012. Т. 18, №5. С. 9–13.

Ниценко А. А. О классификации болотных комплексов // Бот. журн. 1960. Т. 45, №11. С. 1630–1639.

Постановление Правительства Вологодской области №125 от 24.02.2015 «Об утверждении перечня (списка) редких и исчезающих видов (внутривидовых таксонов) растений и грибов, занесённых в Красную книгу Вологодской области».

Смагин В. А. Комплексы растительных сообществ болот таёжной зоны Европейской России // Бот. журн. 2014. Т. 99, №11. С. 1185–1223.

Сулова Т. А., Чхобадзе А. Б., Филиппов Д. А., Ширяева О. С., Левашиов А. Н. Второе издание Красной книги Вологодской области: изменения в списках охраняемых и требующих биологического контроля видов растений и грибов // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2013. Т. VII, №3. С. 93–104.

Филиппов Д. А. Гидробиология болот // Болота Северной Европы: разнообразие, динамика и рациональное использование. Междунар. симп. (Петрозаводск, 2–5 сентября 2015 г.): Тез. докл. Петрозаводск, 2015. С. 75–76.

Филиппов Д. А. О зарастании внутриводных озёр Архангельской и Вологодской областей // XXI Всероссийская молодёжная науч. конф. «Актуальные проблемы биологии и экологии» (посвящ. 70-летию А.И. Таскаева): Материалы докл. 7–11 апреля 2014 г. Сыктывкар, Республика Коми, Россия. Сыктывкар, 2014. С. 91–95.

Филиппов Д. А. Предварительный список макроскопических водорослей Вологодской области // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. №12(59). Ч. 1 С. 57–61.

Чемерис Е. В., Филиппов Д. А. *Batrachospermum turfosum* (*Batrachospermaceae*, Rhodophyta) в водоёмах верховых болот Вологодской области // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 3. 2010. Вып. 3. С. 49–53.

Lobunicheva E. V., Philippov D. A. Zooplankton in Hollow-Pools (Using Raised Bogs in Vologda Oblast, Russia, As an Example) // Inland Water Biology. 2011. Vol. 4, No. 2. P. 173–178.

Д. А. Филиппов¹, О. В. Галанина²

Растительный покров некоторых водоёмов в среднем течении Северной Двины (Холмогорский район, Архангельская область)

¹ Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок. E-mail: philippov_d@mail.ru

² Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН

197376 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, 2. E-mail: OGalanina@binran.ru

Сведения о растительном покрове водоёмов и водотоков Архангельской обл. можно найти в целом ряде работ (Перфильев, 1934, 1936; Постовалова, 1969; Потокина, 1985; Катанская, Летанская, 1986; Вехов, 1993, 1995, 1998 и др.; Шмидт, 2005; Бобров и др., 2012 и др.). Однако значительная часть территории области всё же остаётся недостаточно изученной с гидробиологической точки зрения.

В настоящей работе приведены результаты полевых исследований, выполненных в августе 2013 г. на разнотипных водных объектах, расположенных на левом (окр. д. Ныкола) и правом (окр. д. Липовик) берегах р. Северная Двина (Холмогорский район, Архангельская обл.) (табл.). Для каждого водного объекта составляли флористический список, проводили гербаризацию растений, выполняли геоботанические описания и картирование растительности водоёма или отдельных его участков. Гербарные материалы переданы на хранение в гербарий ИБВВ РАН (IBIW). Для измерения гидрохимических показателей использовали карманный рН-метр/кондуктометр/термометр HI 98130 COMBO (Hanna Instruments). Более детально методика работы описана нами ранее (Лобуничева и др., 2013).

Центральным водным объектом данной территории является р. Северная Двина. Учитывая размеры реки, неудивительно, что её русло слабо зарастает, и основная масса видов предпочитает селиться на песчаных и песчано-каменистых отмелях. Из 25 обнаруженных видов, широко распространён только *Petasites radiatus* (на песчаных пляжах).

Таблица. Общая характеристика исследованных в 2013 г. водоёмов

Объект	Координаты	Грунт	pH	µS
Озерко (болото Шулеское)	63°19'08" с. ш., 41°54'15" в. д.	1	4,21	15
Мочажины (там же)	63°19'31" с. ш., 41°54'28" в. д.	1	3,73–4,05	45–58
Озеро Шулеское	63°19'55" с. ш., 41°54'33" в. д.	1	6,15	5
Озеро Котозеро	63°20'30" с. ш., 41°55'19" в. д.	2	6,12	8
Старица №1	63°18'57" с. ш., 42°01'17" в. д.	1	7,05	110
Старица №2	63°19'01" с. ш., 42°01'18" в. д.	1	7,12	108
Старица №3	63°18'46" с. ш., 42°01'40" в. д.	1	7,13	94
«Блюдца» в гипсовом карьере	63°18'55" с. ш., 42°03'31" в. д.	4	8,32	2339
«Воронки» (всего 8)	63°20' с. ш., 41°54' – 41°55' в. д.	4	4,54–5,78	6–43
Река Пырьевка	63°19'05" с. ш., 41°58'58" в. д.	5	7,39	162
Река Ныколка	63°18'57" с. ш., 41°59'20" в. д.	5	7,44	292
Придорожная канава	63°18'38" с. ш., 41°58'33" в. д.	3	–	–

Условные обозначения. Грунты: 1 – торфянистые, 2 – глинистые с наилком, 3 – песчано-глинистые, 4 – гипс с наилком, 5 – песчано-каменистые.

В левобережной пойме Северной Двины были изучены три старицы. Всего обнаружено 43 вида сосудистых растений, *Cladophora glomerata* и несколько видов мохообразных, включая *Riccia fluitans*. Зарастание стариц колеблется от 15 до 60%. Основные ценозообразователи: *Elodea canadensis*, *Potamogeton natans*, *Stratiotes aloides*, *Myriophyllum verticillatum*, *Utricularia vulgaris*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Nuphar lutea*, *Sagittaria sagittifolia*, *Carex acuta*, *Equisetum fluviatile*, *Sparganium emersum*, *Lemna minor*, *Staurogeton trisulcus*, несколько реже отмечаются *Potamogeton compressus*, *Nymphaea candida*, *N. tetragona*. По урезу воды, как правило, развиты осочники и хвощёвники с вкраплениями отдельных видов гелофитов и болотного разнотравья.

Флора озёр несколько беднее флоры старичных водоёмов (31 вид, из них на оз. Шулеское отмечено 24, на оз. Котозеро – 18). Шулеское озеро находится в северной части одноимённой болотной системы с грядово-мочажинными комплексами. Флористический состав Шулеского озера демонстрирует общие тенденции, отмеченные для внутриболотных озёр европейского Севера (Филиппов, 2014). Однако, оз. Шулеское достаточно активно зарастает, что стало возможным при активном участии человека (осушение болота и озера путём создания копаных канав и каналов). Наибольшую роль в зарастании озера играют *Potamogeton natans*, *Nuphar lutea*, *Equisetum fluviatile*, *Menyanthes trifoliata*, *Carex* spp. В оз. Котозеро зарастание краевое, а в заливах формируются сфагновые сплавины. Описаны ежеголовниковые (со *Sparganium angustifolium*) и белокрыльниковые сообщества.

Крайне бедна флора самых своеобразных из изученных водных объектов – вторичных внутриболотных водоёмов. В обводнённых мочажинах и болотных озерках обследованных болотных массивов обнаружено лишь 11 видов сосудистых растений, что объясняется их генезисом, олиготрофными условиями водной среды. В обводнённых мочажинах, помимо 8–10 сфагновых мхов, наиболее обычны *Scheuchzeria palustris*, *Rhynchospora alba*, *Carex limosa*, менее обильны *Chamaedaphne calyculata*, *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Drosera anglica*, *D. × obovata*. Болотные озерки, как правило, не зарастают, но в некоторых случаях могут формироваться почти чистые ценозы *Sparganium angustifolium*. По кромкам озерков к мочажинным видам добавляются *Menyanthes trifoliata* и *Carex rostrata*.

Исследуемая территория располагается в местах близкого залегания карстующихся гипсов, поэтому возникают просадки грунта с образованием водоёмов и, впоследствии, болот. В зависимости от давности просадки, их размеров и скорости их заполнения водой состав растений и степень зарастания данных водоёмов («воронки») очень сильно колеблется. Если не учитывать водоёмы, превратившиеся в болота, то всего в них зафиксировано 27 видов сосудистых растений. В основном, это болотные и водно-болотные виды. Наиболее обычны и/или обильны *Menyanthes trifoliata*, *Calla palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Callitriche palustris*, *Carex acuta*, *C. irrigua*, *C. lasiocarpa*, *C. rhynchophysa*, *C. rostrata*, *C. vesicaria*, *Agrostis stolonifera*, *Comarum palustre*, *Galium palustre*.

В окр. д. Липовик обследован гипсовый карьер, где были обнаружены обводнённые участки – «блюдца», которые так же можно рассматривать как один из типов водных объектов данной территории. Всего обнаружено 24 вида сосудистых растений, несколько харовых водорослей и мохообразных. Флористический состав очень пёстрый, что неудивительно учитывая техногенный характер водоёмов. В ценозах доминируют хары, гипновые мхи, *Eleocharis palustris*, *Agrostis stolonifera*, *Typha latifolia* s. l., *Carex* spp.

В результате антропогенной деятельности формируется ещё один тип водных объектов – придорожные каналы. Нами были изучены каналы вдоль асфальтовой дороги федерального значения

«Холмогоры» (М8) вблизи д. Ныкола. В отличие от других анализируемых водоёмов во флоре канав практически не обнаружены криптогамные растения. Было зафиксировано 25 видов, из которых наиболее активны *Potamogeton gramineus*, *Lemna minor*, *Eleocharis palustris*, *Agrostis stolonifera*, *Glyceria fluitans*, *Typha latifolia* s. l., *Callitriche palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Juncus articulatus*.

Малые реки Пырьевка и Ныколка слабо зарастают, что характерно для рек данной территории (Бобров и др., 2012). Всего отмечено 19 видов. Типично водные сосудистые растения практически отсутствуют (*Callitriche palustris*, *Lemna minor*), частично заходят в воду *Agrostis stolonifera*, *Galium palustre*, *Veronica beccabunga*, *Sparganium emersum*, *Glyceria fluitans*, *Naumburgia thyrsoflora*. В местах выходов родников встречаются *Cardamine amara*, *Chrysosplenium alternifolium*. По урезу воды произрастают *Carex acuta*, *Equisetum fluviatile*, *Myosotis palustris*, *Cardamine dentata*, *Mentha arvensis*, *Scutellaria galericulata*, *Persicaria lapathifolia*, *Caltha palustris*, *Ranunculus repens*. Отмечено также 11 видов мохообразных.

Всего во флоре изученных водных объектов среднего течения р. Северная Двина зафиксировано 114 видов сосудистых растений из 79 родов 45 семейств 3 классам и 2 отделам: *Equisetophyta* (3 вида, 1 род, 1 семейство) и *Magnoliophyta* (111, 78, 44). Из покрытосеменных растений двудольные преобладают над однодольными (67 видов, 60,4% флоры цветковых). Ведущее положение во флористическом спектре занимают семейства, содержащие от 3 до 20 видов. Наибольшим видовым богатством отличаются семейства *Cyperaceae* (20 видов), *Asteraceae* (6), *Brassicaceae*, *Poaceae* и *Salicaceae* (по 5), *Polygonaceae* (4), *Equisetaceae*, *Ericaceae*, *Hydrocharitaceae*, *Juncaceae*, *Lamiaceae*, *Nymphaeaceae*, *Potamogetonaceae*, *Ranunculaceae* и *Scrophulariaceae* (по 3). На уровне родов более высокое видовое богатство отмечается для *Carex* (13 видов), *Salix* (5), *Equisetum*, *Juncus* и *Potamogeton* (по 3). Таксономические спектры позволяют говорить о том, что флора изученных водных объектов испытывает влияние соседствующих с ними болот.

Для сравнительного анализа флор в программном модуле «GRAPHS» (Новаковский, 2004) с использованием коэффициента общности видового состава Съернсена-Чекановского (K_{sc}) была построена дендрограмма (рис.).

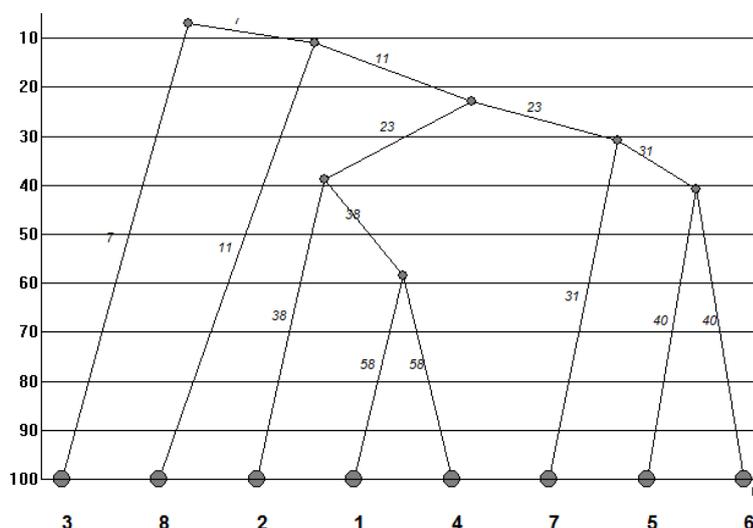


Рис. Дендрограмма, отражающая сходство флор изученных водных объектов: 1 – оз. Шулеское и оз. Котозеро, 2 – старицы (№1, №2, №3), 3 – вторичные болотные водоёмы (озерки и обводнённые мочажины), 4 – «воронки» в просадках грунта, 5 – «водоёмы-блюдца» в гипсовом карьере, 6 – придорожная канава автодороги М8, 7 – малые реки Пырьевка и Ныколка, 8 – р. Северная Двина.

В целом анализируемые парциальные флоры обнаруживают невысокое сходство между собой ($K_{sc}=0,07-0,58$). Однако, всё же данную выборку можно разделить на несколько групп. Первая группа (№ 5 и 6) – техногенные водоёмы, к которым примыкают не сильно богатые в видовом отношении малые реки (№ 7). Вторую группу (№1, 2, 4) формируют малые озёра, старицы и обводнённые гипсовые воронки-провалы. В стороне располагается флора Северной Двины (№ 8; $K_{sc}=0,11$), что объясняется высокой долей участия отмельных, а не собственно водных или водно-болотных видов в сообществах. Ещё меньшее сходство ($K_{sc}=0,07$) зафиксировано для флоры внутри болотных вторичных водоёмов, что объясняется, прежде всего, их уникальным генезисом.

Подчеркнём, что данные материалы характеризуют лишь однократный срез/взгляд на растительный покров водных объектов среднего течения р. Северная Двина, поэтому дальнейшие исследования позволят расширить сведения о видовом составе сообществ и уточнить ценоотическую значимость отдельных видов, но, по всей видимости, выявленные общие тенденции сохранятся.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №13-05-00837а.

Список литературы

- Бобров А. А., Чемерис Е. В., Филиппов Д. А.* Материалы к изучению речной растительности Архангельской области // Изучение, охрана и рациональное использование раст. покрова Арктики и сопредельных территорий: Материалы XII Перфильевских науч. чт., посвящ. 130-летию со дня рождения И. А. Перфильева (1882–1942). 29–31 мая 2012 г. Архангельск, 2012. С. 101–104.
- Вехов Н. В.* Водные и прибрежно-водные растения водораздельных озёр Онего-Двинского междуречья (Архангельская область) // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1995. Т. 100, вып. 1. С. 79–83.
- Вехов Н. В.* Гидро- и гидатофиты освоенных пойменных ландшафтов окрестностей Архангельска // Бот. журн. 1993. Т. 78, № 4. С. 97–104.
- Вехов Н. В.* Флора озёр Кенозерского национального парка и их переувлажнённых побережий (Архангельская область) // Бот. журн. 1998. Т. 83. №11. С. 93–106.
- Катанская В. М., Летанская Г. И.* Современное состояние автотрофных сообществ оз. Лача (по наблюдениям в разные по водности годы) // Водные ресурсы. 1986. №5. С. 147–153.
- Лобуничева Е. В., Борисов М. Я., Филоненко И. В., Филиппов Д. А.* Оценка экологического состояния малых водоёмов: Учебное пособие. Вологда, 2013. 218 с.
- Новаковский А. Б.* Возможности и принципы работы программного модуля «GRAPHS». Препринт. Сыктывкар, 2004. 28 с.
- Перфильев И. А.* Флора Северного края. Архангельск: Севкрайгиз, 1934. Ч. I. 160 с.; 1936. Ч. II–III. 398 с.
- Постовалова Г. Г.* О распространении высших водных растений в пределах северо-востока европейской части СССР // Ареалы растений флоры СССР. Вып. 2. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1969. С. 84–119.
- Потокина Е. К.* О распространении некоторых видов высших водных растений на севере европейской части СССР // Вестн. Ленингр. ун-та. Биология. 1985. Вып. 4, №24. С. 90–103.
- Филиппов Д. А.* О зарастании внутриболотных озёр Архангельской и Вологодской областей // XXI Всерос. молод. науч. конф. «Актуальные проблемы биологии и экологии» (посвящ. 70-летию А.И. Таскаева): Матер. докл. 7–11 апреля 2014 г. Сыктывкар, Республика Коми, Россия. Сыктывкар, 2014. С. 91–95.
- Шмидт В. М.* Флора Архангельской области. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2005. 346 с.

А. М. Чернова

Возможность использования беспилотных летательных аппаратов для продукционных исследований водоёмов

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН
152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок. E-mail: nuphar@mail.ru

Правильное определение продукции высших водных растений во многом зависит от точного картирования растительности изучаемых водных объектов. Картирование – важнейшая, но при этом весьма трудоёмкая задача при гидробиологических работах. Наиболее доступно визуальное картирование, которое требует от исследователя хорошего глазомера и большого опыта работы с водными растениями, в противном случае такое картирование чревато грубыми ошибками, неточностями и погрешностями.

Более адекватную информацию о распределении растительности можно получить при использовании дистанционных методов, например, аэрофотосъёмки. Преимущества использования воздушных судов для наблюдения макрофитов очевидны. В первую очередь это экономия времени и человеческих ресурсов. Опыт предыдущих исследователей (Белавская, 1961; Распопов, 1965) показал, что:

- оптимальная высота для наблюдения, при которой можно хорошо различать видовой состав растений (в том числе и погружённых до глубины 2–3 м) – от 20 до 50 м;
- с высоты особенно удобно определять проективное покрытие, повышается объективность оценки;
- общая картина строения растительности отчетливо видна с высоты 100–150 м;
- при наличии аэрофотоснимков легко определить площадь и протяжённость зарослей;
- при аэровизуальных наблюдениях скорость движения самолёта не должна превышать 120 км/час, а высота 150 м.

При этом метод аэрофотосъёмки имеет и ряд недостатков. Самый главный – высокая стоимость аренды самолёта или вертолёта. Аэрофотосъёмка требует проведения натурных наблюдений для определения отснятых контуров на местности. Кроме того, при аэрофотосъёмке фиксируются и распознаются далеко не все сообщества погружённых растений, она не позволяет отличить чистые заросли высокотравных гелофитов, которые узнаются лучше всего, от многоярусных сообществ с доминированием этих видов. Данный метод не пригоден для картирования растительности малых и средних

рек и небольших водоёмов с разнообразной и мелкоконтурной растительностью, нередко скрытой береговыми ивняками, сомнительны его преимущества и на крупных, но слабо зарастающих водоёмах (Папченков, 2003).

В настоящее время для аэрофотосъёмки можно использовать не только самолёты и вертолёты, но и малые беспилотные летательные аппараты. Данный альтернативный вариант легко реализуем, например, с использованием коптера (рис.).

Приведём основные достоинства коптера для картирования растительности при гидробиотанических работах перед другими летательными средствами. Управление коптера предельно простое и производится с помощью джойстика. Питание коптера осуществляется от батареи, заряда которой (в зависимости от модели) достаточно для продолжительности полёта 20–25 минут. Сменных зарядных батарей к коптеру может быть сколько угодно, кроме того есть возможность их заряда от автомобильного прикуривателя, что незаменимо в экспедиции. В коптер встраивается GPS-датчик. В случае, если связь с коптером прервётся (улетел далеко или села батарея в пульте), он начинает самостоятельно возвращаться на место запуска. Дальность и высота полёта 350–1000 м (зависят от модели коптера). На пульт управления можно поставить айфон или андроид, куда предварительно необходимо установить бесплатную программу управления. Эта программа соединяется по Wi-Fi с коптером и получает на него изображение во время полёта. Через неё так же можно поднимать и опускать камеру на самом коптере во время полёта. Что касается качества снимков, то оно зависит от установленной камеры. Снимки получаются широкоформатные. Убрать искажения, поправить цветокоррекцию и т.п. можно с помощью специальных программ, находящихся в свободном доступе в интернете. Стоимость коптера пригодного для целей ботанических работ составляет около 50 тысяч рублей.

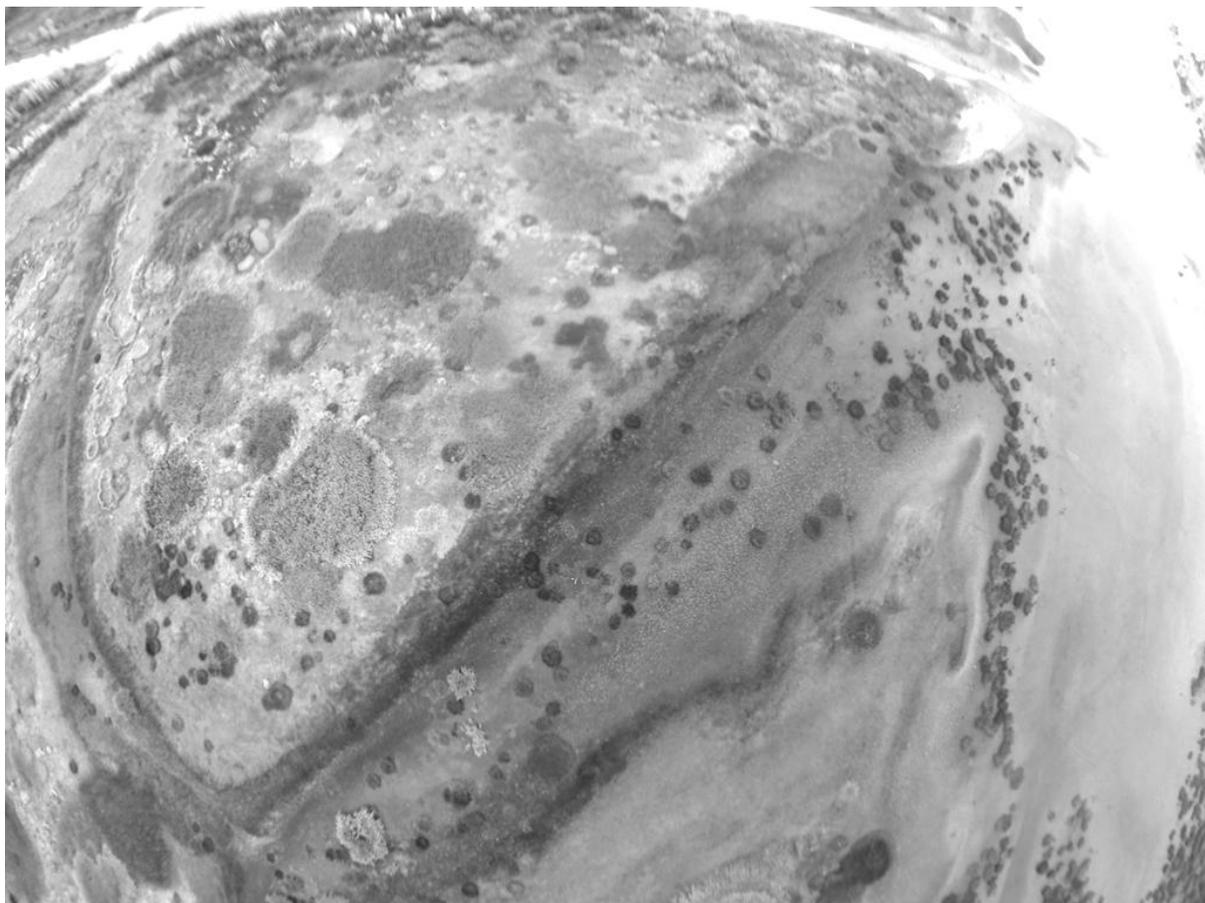


Рис. Растительность ключевого участка «Красный ручей» (Ярославская обл., окрестности пос. Борок, сентябрь 2014 г.)

Одним из существенных недостатков коптера является то, что не всегда можно получить снимки в ветреную погоду, так как он управляется гораздо хуже и при сильных порывах его может сносить.

Таким образом, коптер идеальный помощник при рекогносцировочных работах на водоёмах, составлении карт распределения высшей водной растительности, получении точной информации о площади и проективном покрытии. Для получения данных о продукции растений необходимо дополнительно провести отбор проб растений на фитомассу.

Список литературы

Белавская А. П. Ботанические наблюдения с вертолёта и самолёта на Рыбинском водохранилище // Бот. журн. 1961. Т. 46, №1. С. 107–108.

Папченко В. Г. Картирование растительности водоёмов и водотоков. // Гидробиотаника: методология и методы: Материалы Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский дом печати», 2003. С. 132–136.

Распопов И. М. Аэровизуальные наблюдения над зарастанием литорали Онежского озера // Предварительные результаты работ комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера. Петрозаводск, 1965. Вып. 1. С. 20–21.

А. И. Шакуров

Растительность реки Каралык

Поволжская государственная социально-гуманитарная академия
443099 Россия, г. Самара, ул. Максима Горького, 65/67. E-mail: almaz.shakurov.91@mail.ru

Важнейшей проблемой современной геоботаники является изучение внутренней организации и динамики растительного покрова. Для разрешения этой проблемы необходимы более глубокие познания растительного составляющего биосферы, пространственно-временных отношений растительных сообществ, их происхождения, прогнозирования направлений и темпов развития природных комплексов, по этой причине целью научной работы стало описание растительных сообществ реки Каралык и выявление закономерностей её зарастания (Матвеев, 1990).

Река Каралык – правый приток реки Большой Иргиз. Общая протяжённость реки Каралык 84 километра. Её устье находится в 567 километрах от устья реки Б. Иргиз. Исток реки, расположен близ села Кумраси Больше-Черниговского района Самарской области, имеет характер древней балки с крутыми склонами и широким днищем. По днищу проходит вторичный размыв. Выходы грунтовых вод отмечены на расстоянии 300 м от вершины балки. Река Каралык протекает по территории Сыртовой равнины и Возвышенного Сыртового Заволжья. По направлению к востоку высота и расчленённость Сыртового Заволжья постепенно увеличивается. Глубокие долины рек расчленяют возвышенность общий Сырт на множество увалов (Зайдельсон и др., 1990).

При изучении растительности реки Каралык использовалась общепринятая методика гидробиотанических исследований при этом отмечались ярусность, обилие, проективное покрытие и жизнённость видов, входящих в состав растительных сообществ.

Были выделены следующие ярусы растений:

1. Надводные растения;
2. Растения с листьями, плавающими на поверхности воды
3. Крупные погруженные в воду растения
4. Придонные растения

При описании отмечались глубина воды, характер грунта дна, фенологическое состояние отдельных видов и их высота. Общее проективное покрытие и обилие каждого вида по шестибальной шкале Друде. Оценка степени проективного покрытия проводилась глазомерно и выражалась в процентах (Соловьёва, Лапиров, 2013).

Формация ситняга болотного

Эта формация довольно широко распространена на реке Каралык. Встречается на переувлажнённой почве и в воде на глубине до 30–40 см, образуя прерывистый пояс от 1–3 м и до 10 м шириной. В пределах формации отмечены отдельные вкрапления-куртины стрелолиста обыкновенного и камыша озёрного, а также единичные экземпляры сусака зонтичного. Травостой ситняга хорошо развит, высота его до 45–50 см, в момент описания отмечалась фаза плодоношения. Общее проективное покрытие в пределах формации составляет 80–90%. Чаше встречаются участки ассоциаций чистого ситняга болотного (асс. *Eleocharis palustris purum*). На переувлажнённых берегах видовой состав обогащается за счёт внедрения воздушно-водных растений, из которых наиболее характерны частуха подорожниковая, стрелолист обыкновенный, камыш озёрный и сусак зонтичный. Здесь отмечены участки ассоциаций ситняга болотного и частухи подорожниковой (асс. *Eleocharis palustris*+*Alisma plantago-aquatica*). В местах с длительным затоплением в составе травостоя появляются некоторые виды типично водных растений, такие, как рдест разнолистный и горец земноводный. Они образуют ассоциацию ситняга болотного и рдеста разнолистного (асс. *Eleocharis palustris*–*Potamogeton hetero-*

phyllus). В целом видовой состав формации беден и насчитывает всего 7 видов высших растений (табл. 5). 100% встречаемости имеет только один вид-ситняг болотный (эдификатор формации).

Формация рогоза узколистного

Рогоз узколистный образует отдельные заросли или прерывистые, приуроченные к мелководью пояса. Нередко они начинаются на берегу в зоне избыточного почвенного увлажнения и заходят в воду до глубины 100–160 см. Высота травостоя до 137 см, проективное покрытие 60–70%. Грунт в пределах зарослей сильно пронизан корневищами. Кроме эдификатора формации рогоза узколистного, в состав его входят рогоз широколистный, рогоз Лаксмана, камыш озёрный, сусак зонтичный и ситняг болотный. На глубине 20–40 см. и более видовой состав обогащается за счёт появления горца земноводного, рдеста Берхтольда и рдеста плавающего. В целом же видовой состав формации беден и насчитывает всего 9 видов воздушно-водных и водных растений. В пределах формации выделяются три ассоциации (асс. *Typha angustifolia purum*, асс. *Typha angustifolia-Potamogeton berchtoldii*, асс. *Typha angustifolia-Polygonum amphibium*).

Формация клубнекамыша скученного

Сообщества этой формации весьма широко распространены на побережье реки. Они образуют пояс от 3 до 7–8 метров шириной, заходящий в воду до 35–50 см. глубины. Травостой хорошо развит, до 60–63 см. высоты. Общее проективное покрытие колеблется на отдельных участках от 40 до 80%. Видовой состав формации довольно разнообразен – 13 видов воздушно-водных и водных растений. Последнее обстоятельство объясняется широкой экологической амплитудой произрастания клубнекамыша скученного. Кроме эдификатора формации, из воздушно-водных растений наиболее часто встречаются камыш озёрный, частуха подорожниковая и сусак зонтичный. На участках с длительным затоплением появляется ярус погруженных в воду растений, который слагают рдест Берхтольда и рдест гребенчатый. Последние находились в стадии плодоношения. Наряду с чистым клубнекамышом скученным (асс. *Bolboschoenus compactus purum*) он образует ряд ассоциаций (асс. *Bolboschoenus compactus-Potamogeton Berchtoldii*, асс. *Bolboschoenus compactus - Potamogeton pectinatus*). На всех участках 100% встречаемости имеет только один вид – клубнекамыш скученный, являющийся видом-эдификатором данной формации.

Формация рогоза широколистного

Рогоз широколистный образует отдельные заросли. Он встречается на избыточно увлажнённых местах и заходит в воду на глубину до 140 см. Травостой развитый, одноярусный, достигающий высоты 145 см, проективное покрытие 40–50%. Формация рогоза широколистного представлена только одной ассоциацией – чистого рогоза широколистного (асс. *Typha latifolia purum*). Переплетенные корневища рогоза препятствуют развитию в пределах ассоциации других растений. Эта ассоциация монодоминантного типа. Эдификатором данной формации является рогоз широколистный.

Формация камыша озёрного

Камыш озёрный образует отдельные небольшие заросли. Встречается на избыточно увлажнённой почве, но чаще в воде на глубине до 100 см. Высота травостоя до 135 см. Проективное покрытие 40%. На момент описания отмечался конец фазы цветения. Участки ассоциации чистого камыша озёрного (асс. *Scirpus lacustris purum*) встречаются редко. На переувлажнённых берегах видовой состав обогащается такими воздушно-водными растениями, как ежеголовник прямой, дербенник иволистный, сусак зонтичный. Здесь отмечены участки ассоциаций камыша озёрного и ежеголовника прямого (*Scirpus lacustris-Sparganium erectum*). В местах с длительным затоплением в составе травостоя появляется ряска малая и с участием воздушно-водных растений она образует озёрно-камышово-рясковую ассоциацию (асс. *Scirpus lacustris-Lemna minor*). В целом видовой состав формации беден и представлен всего 5 видами.

Формация тростника обыкновенного

Тростник обыкновенный встречается в виде отдельных зарослей или прерывистого пояса. Произрастает не только на прибрежных мелководьях, но и заходит в воду на значительное расстояние до глубины 120 см. Травостой достигает высоты 180–200 см, проективное покрытие до 40%. Тростник обыкновенный чаще образует чистые заросли (асс. *Phragmites australis purum*). По мере продвижения вглубь водоёма монодоминантность нарушается. На глубине 90–100 см. здесь встречается такое типично водное растение, как ряска малая. На глубине 110–120 см были отмечены рдест гребенчатый и рдест пронзеннолистный. Наряду с чистыми зарослями тростник обыкновенный образует следующие ассоциации (асс. *Phragmites australis-Lemna minor*, асс. *Phragmites australis*, асс. *Phragmites australis-Potamogeton berchtoldii*).

Формация горца земноводного

Горец земноводный чаще образует чистые заросли в виде пятен разной конфигурации и размеров (асс. *Poligonum amphibium purum*). По мере повышения грунта дна монодоминантность сообщества нарушается. На глубине 60–75 см. здесь встречаются такие типично водные растения, как рдест разнолистный, рдест пронзённолистный. Проективное покрытие 45–60%. Описание формации проводилось во время массового цветения горца земноводного. Наряду с чистыми зарослями он образует сообщество с рдестом разнолистным (асс. *Poligonum amphibium+Potamogeton heterophyllus*). В целом же примесь других видов в составе формации

Формация рдеста гребенчатого

Участки формации встречаются по мелководью прудов на глубине от 30 до 120 см. Рдест гребенчатый образует заросли в виде пятен различной формы и размеров. Иногда формируются сплошные или прерывистые пояса. Проективное покрытие 80–100%. Эдификатором сообщества является рдест гребенчатый. Видовой состав формации крайне беден. Рдест гребенчатый имеет хорошо развитые, глубоко проникающие в грунт корневища, в связи с чем он хорошо переносит непостоянный гидрологический режим. Рдест гребенчатый образует только одну ассоциацию (асс. *Potamogeton rectinatus purum*).

Формация рдеста пронзённолистного

Участки формации отмечаются по мелководьям прудов на глубине 40–80 см. Рдест пронзённолистный образует заросли различной формы и размеров. Часто формируются сплошные или прерывистые пояса. Проективное покрытие в пределах формации до 80–100%. Видовой состав формации беден. Эдификатором данной формации является рдест пронзённолистный. Он образует ассоциацию (асс. *Potamogeton perfoliatus purum*)

Формация кубышки жёлтой

Сообщества кубышки формируют заросли в виде пояса. Расположенного вдоль берега. Ширина последнего может варьировать от 1 до 3,5 м. На прудах реки Каралык сообщества кубышки имеют максимальную глубину 250 см, чаще они встречены на глубине 60–170 см. Проективное покрытие поверхности воды в пределах сообществ колеблется от 45 до 100%. Формация имеет один чётко выраженный ярус эдификатора – кубышки жёлтой. То есть, встречены только чистые монодоминантные сообщества.

Таким образом, изучение растительности реки Каралык, показало, что она имеет поясный характер. Согласно классификации растительности, разработанной В. И. Матвеевым (1990), здесь отчётливо выделяются две зоны растительности – надводная и водная, в состав которой входят соответствующие растительные пояса. В зоне надводной растительности можно выделить два пояса: пояс надводных растений с кратковременным затоплением и пояс надводных растений с длительным затоплением. Чередование поясов, как правило, представляет собой экологический ряд, связанный с постепенным увеличением глубины реки.

Список литературы

Зайдельсон М. И. Геологическое строение и полезные ископаемые // Природа Куйбышевской области. Куйбышев: Кн. изд-во, 1990. С. 45–76.

Матвеев В. И. Динамика растительности водоёмов бассейна Средней Волги. Куйбышев: Кн. изд-во, 1990. 192 с.

Соловьёва В. В., Лапиров А. Г. Гидробиология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. Самара: ПГСГА, 2013. 352 с.

В. Д. Шелест, В. А. Болдырев, О. В. Седова **Редкие и охраняемые виды растений во флоре озёр-стариц** **реки Медведицы**

Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
410012 Россия, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83. E-mail: volkova_vd@mail.ru

Река Медведица протекает по территории Саратовской области в верхнем и среднем течении. На участках с хорошо разработанной поймой Медведица имеет большое количество озёр-стариц, число которых увеличивается по направлению к низовью реки. Эти водоёмы служат рефугиумами для редких и охраняемых видов растений.

Нами были изучены 33 озера- старицы, а также участки реки Медведицы от истока до границы с Волгоградской областью. Флора этих водных объектов изучалась по общепринятым методам (Катанская, 1981; Папченков, 2001; Лисицына, 2003; Бобров, Чемерис, 2006). Учитывались сосудистые растения, встреченные в водной среде и на периодически затопляемых берегах реки и пересыхающих котловинах озёр- стариц. Названия видов приводятся по сводке С. К. Черепанова (1995), гибридов – по В. Г. Папченкову (2001). Принцип формирования названий ассоциаций принят в соответствии с «Международным кодексом фитосоциологической номенклатуры» (Вебер и др., 2005).

Встречаемость видов растений в изученных озёрах оценивалась с использованием градаций встречаемости: очень часто встречающиеся – не менее чем на 50% водоёмов; часто встречающиеся – 30–49%; нечасто (изредка) встречающиеся – 20–29%; редко встречающиеся – 10–19% и очень редко встречающиеся виды – 1–9% и менее (Папченков, 2001).

Для учёта присутствия в составе биоценоза видов, занесённых в «Красную книгу Саратовской области» (2006), рассчитывался коэффициент природоохранной значимости R (Беднова, 2004) по формуле:

$$R = r_1^i + r_2^i + r_3^i + r_4^i + r_5^i,$$

где r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 – соответствующие коэффициенты значимости по категориям статуса видов; i – число обнаруженных в сообществе редких видов по категориям статуса (таблица 1).

Таблица 1. Балльные значения категорий и статусов по Красной книге Саратовской области (2006)

Категория и статус вида	Баллы
1 – находящиеся под угрозой исчезновения	2,0
2 – уязвимые	1,8
3 – редкие	1,6
4 – неопределённые	1,4
5 – внесённые в Приложение 3	1,2

В целом, флора исследованных стариц насчитывает 256 видов и гибридов растений. Почти повсеместно распространены («очень часто встречающиеся») только 16, или 6% от их общего числа.

«Редко встречающихся» видов на исследованных водоёмах обнаружено 38 (15% от их общего числа), из них к водной флоре относятся восемь видов: 4 гидрофита (*Nymphaea candida*, *Potamogeton lucens*, *P. nodosus*, *P. pectinatus*) и 4 гигрогелофита (*Caltha palustris*, *Cicuta virosa*, *Agrostis stolonifera*, *Carex riparia*).

Основная часть видов и гибридов (148, или 58%) принадлежит к градации «очень редко встречающиеся». Представителей водной флоры среди них незначительное количество (11): *Elatine hydropteris*, *Hippuris vulgaris*, *Elodea canadensis*, *Lemna minuta*, *Equisetum fluviatile*, *Potamogeton perfoliatus*, *Ranunculus lingua*, *Thelypteris palustris*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Typha latifolia*, *T. × glauca*. Остальные 137 видов и гибридов – заходящие в воду береговые растения, которые, в основном, не характерны для флор водоёмов. Их появление в изученной флоре, по-видимому, является случайным и определяется расположением озёр- стариц в непосредственной близости степных и лесных ценозов (представители семейств *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Poaceae*, *Chenopodiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Onagraceae* и др.). Среди случайных много сорных видов – *Amaranthus retroflexus*, *Berteroa incana*, *Cannabis sativa*, *Chelidonium majus*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Euphorbia virgata*, *Geum urbanum*, *Oenothera biennis*, *Sisymbrium loeselii* и др., которые первыми занимают обнажившиеся участки дна пересыхающих котловин озёр. Такие виды, как правило, не формируют собственных сообществ, а входят в состав ценозов доминирующих видов. К этой градации также относится довольно много древесных растений, таких, как *Salix acutifolia*, *S. babylonica*, *S. phlycifolia*, *S. starkeana*, *S. viminalis*, *Populus alba*, *P. nigra*, *Ulmus laevis*, *U. pumila*, обитающие по берегам большинства изученных стариц.

Во флоре озёр- стариц было найдено 15 охраняемых видов растений, во флоре реки – 7, при этом 6 видов среди них общие:

1. Тростянка овсяницевая (*Scolochloa festucacea*) – 1 (E) – вид, находящийся под угрозой исчезновения. Обнаружен на 19 озёрах (58% от их общего числа) и в верхнем и среднем течении р. Медведицы, образует собственную формацию. Отмечен в 23 ассоциациях на реке и 21 – на озёрах.

2. Осока богемская (*Carex bohemica*) – 1 (E). Обнаружен на пяти озёрах (15%) в семи ассоциациях. В растительном покрове реки не отмечен.

3. Лютик языколистный (длиннолистный) (*Ranunculus lingua*) – 1 (E). Отмечен на озере 14 (51°24'41"N 44°52'39"E), где образует формацию *Ranunculeta linguae* с одной ассоциацией

Ranunculetum linguae. Для данного вида указано новое местонахождение в Лысогорском районе Саратовской области.

4. Телиптерис болотный (*Thelypteris palustris*) – 1 (E). Встречен на озере 31 (51°38'08" N 44°49'20" E) в ассоциации *Typho × glaucae-Phragmitetum australis*, входящей в формацию *Phragmiteta australis*.

5. Ирис ложноаировый (*Iris pseudacorus*) – 2 (V) – уязвимый вид. Встречается на 20 озёрах (60%), где образует собственную формацию с ассоциацией *Iridetum pseudacori* и входит в состав 16 ассоциаций других формаций. Отмечен в верхнем и среднем течении реки.

6. Сабельник болотный (*Comarum palustre*) – 2 (V). Выявлен на семи озёрах (21%) в восьми ассоциациях.

7. Вех ядовитый (*Cicuta virosa*) – 2 (V). Обнаружен на четырёх озёрах (12%) в пяти ассоциациях.

8. Зорька обыкновенная (*Lychnis chalconica*) – 2 (V). Отмечен на озере 17 (51°23'16" N 44°50'11" E) в формации *Bolboschoeneta maritimi* (ассоциация *Bolboschoenetum maritimi*).

9. Погремок малый (*Rhinanthus minor*) – 3 (R) – редкий вид. Выявлен в двух ассоциациях: *Poo palustris-Bolboschoenetum maritimi* на озере 7 (51°19'09" E 44°48'01" E) и *Bolboschoenetum maritimi* на озере 2 (51°19'55" N 44°48'01" E).

10. Хвостник обыкновенный (*Hippuris vulgaris*) – 3 (R). На озере 11 (51°30'35"N 44°52'11"E) формирует свою формацию с ассоциацией *Hippuridetum vulgaris*, а также отмечен в формации *Eleochariteta palustris* (ассоциация *Glycerio fluitantis-Eleocharitetum palustris*). Подтверждено наличие вида на территории Саратовской области и указана новая точка в Лысогорском районе (Седова и др., 2012).

11. Ива приземистая (*Salix starkeana*) – 3 (R). Обнаружен на затапливаемых берегах в среднем течении реки и на озере 8 (51°24'15" N 44°52'52" E).

12. Ива шерстистопобеговая (*Salix dasyclados*) – 3 (R). Отмечен на затапливаемых берегах в среднем течении реки и на озере 4 (51°18'44" N 44°50'01" E).

13. Полевичка душистая (*Eragrostis suaveolens*) – 3 (R), обнаружен в среднем течении р. Медведицы.

В изученных флорах присутствуют виды, внесённые в Приложение 3 Красной книги Саратовской области (2006):

1. Кубышка жёлтая (*Nuphar lutea*) – обнаружен на девяти озёрах (27%), а также в верхнем и среднем течении реки, образует свою формацию. Кроме того, встречается в 34 ассоциациях на реке и 12 – на озёрах.

2. Сушеница топяная (*Filaginella uliginosa*) – обнаружен на озере 2 и в среднем течении реки.

3. Бекмания обыкновенная (*Beckmannia eruciformis*) – отмечен на четырёх озёрах (12%) в двух ассоциациях.

Охраняемые виды встречаются в 56% ассоциаций озёр- стариц и 75% – р. Медведицы. На реке такие ассоциации характеризуются низкими значениями (5,2–6,2) коэффициента природоохранной значимости (R). На озёрах самыми высокими его показателями (8,2–12,2) выделяются *Typhetum angustifoliae*, *Bolboschoenetum maritimi*, *Bidentetum frondosae*, *Typhetum × glaucae*.

При оценке флористико-фитоценотической значимости (Давиденко, Невский, 2014) установлено, что только 4 ассоциации озёр- стариц (*Bolboschoenetum maritimi*, *Bidentetum frondosae*, *Persicario hydropiperis-Bidentetum frondosae*, *Potamo lucentis-Bidentetum frondosae*) имеют очень высокую степень значимости. Ассоциаций с высокой степенью значимости выявлено 8 (*Sparganietum emersi*, *Phragmitetum australis*, *Cirsietum setosi* и др.), со средней степенью – 17 (*Spirodela polyrhizae-Lemnetum minoris*, *Stratioto aloides-Hydrocharitetum morsus-ranae*, *Typho × glaucae-Phragmitetum australis*, *Iridetum pseudacori* и др.). Значительная часть ассоциаций (52% от общего числа) не относится ни к одной из категорий флористико-фитоценотической значимости, однако в их составе встречаются виды с самым высоким статусом, поэтому эти ассоциации также нуждаются в охране.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности по Заданию № 2014/203, код проекта: 1287.

Список литературы

Беднова О. В. Мониторинг биоразнообразия лесных и урбо-экосистем // Мониторинг состояния лесных и городских экосистем. М.: МГУЛ, 2004. С. 39–51.

Бобров А. А., Чемерис Е. В. Изучение растительного покрова ручьев и рек: методика, приёмы, сложности // Материалы VI Всерос. конф. по водным макрофитам «Гидробиотаника – 2005» (п. Борок, 11–16 октября 2005 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский дом печати», 2006. С. 181–204.

Вебер Х. Э., Моравец Я., Терция Ж.-П. Международный кодекс фитосоциологической номенклатуры. 3-е изд. // Растительность России. 2005. № 7. С. 3–38.

Давиденко О. Н., Невский С. А. К вопросу о паспортизации редких растительных сообществ Саратовской области // Вестн. Саратов. гос. агроном. ун-та им. Н. И. Вавилова. Саратов, 2014. № 3. С. 16–19.

Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР: Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.

Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Изд-во Торг.-пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.

Лисицына Л. И. Гербаризация водных растений, оформление коллекций // Гидробиотаника: методология, методы: Материалы Школы по гидробиотанике (п. Борок, 8–12 апреля 2003 г.). Рыбинск: Рыбинский дом печати, 2003. С. 49–55.

Папченко В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Средней Волги. Ярославль: Изд-во ЦМП МУБиНТ, 2001. 213 с.

Седова О. В., Закурдаева М. В., Бекренева Е. С., Волкова В. Д., Архипова Е. А., Лаврентьев М. В. Новые и редкие виды гидрофильной флоры Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Н. с. Сер.: Химия. Биология. Экология. 2012. Т. 12, вып. 1. С. 53–56.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья. 1995. 992 с.

А. А. Шестакова

Водные и прибрежно-водные мохообразные Нижегородской области

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского
Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23. E-mail: f_s_c@mail.ru

Нижегородская область богата водоёмами, отличающимися как по гидрологическим показателям, так и по характеристикам растительности. Изучению водный и прибрежно-водных растительных сообществ на территории Нижегородской области посвящен целый ряд публикаций (Лукина, 1974; Лукина, Никитина, 1975; 1977а, 1977б), однако мохообразные, которые являются их неотъемлемым компонентом, до сих пор изучены слабо.

Приводимые здесь материалы являются результатом собственных исследований, посвящённых изучению бриобиоты Нижегородской области, проводившихся в 2000–2014 гг., также были учтены и литературные данные (Воробьев, 1983; Константинова, 2004; Попов и др., 2004).

В разнообразных водоёмах – озёрах, прудах, реках и ручьях, а также по их берегам на территории области всего отмечено 113 видов мохообразных, из них 99 видов листостебельных мхов (отдел *Bryophyta*) и 14 – печёночников (*Marchantiophyta*). Анализ эколого-ценотической приуроченности выявил, что в водных сообществах отмечено всего 25 видов, в прибрежно-водных – 94. При этом для прибрежно-водных в анализ были включены только эпигейные виды, для водных также учитывались виды, обитающие на погружённой в воду древесине.

Только в воде было отмечено 5 видов: *Fontinalis antipyretica*, *F. dalecarlica*, *F. hypnoides*, *Drepanocladus sendtneri*, *Warnstorfia pseudostraminea*. Практически все, за исключением *Fontinalis antipyretica* являются редкими видами и известны на территории области по 1–2 находкам. *Drepanocladus sendtneri* отмечен только в карстовых водоёмах. Большая часть видов (20), отмеченных в водоёмах, обитают и по их берегам.

В прибрежно-водных сообществах подавляющее большинство видов (90) были найдены только по берегам водоёмов, при этом видовой состав мохообразных зависит от состава почв, характера освещения и растительных сообществ, формирующихся по берегам водоёмов. На торфянистых берегах заболоченных озёр разрастаются преимущественно *Sphagnum fallax*, *S. flexuosum*, *S. cuspidatum*, *S. riparium*, *S. magellanicum*, *S. teres*, *S. centrale*, *Warnstorfia exannulata*, *W. fluitans*, редко отмечается *S. platyphyllum*, *S. contortum*. Эти виды часто формируют сплавины, активно участвуя в процессе зарастания озёр. На сплавинах отмечены такие редкие на территории области виды как *S. papillosum*, *S. inundatum*, *S. auriculatum*, *Warnstorfia sarmentosa*. На обнажённом торфе отмечается *Mylia anomala*. Для заболоченных берегов кальцефитных водоёмов характерны *Calliergonella cuspidata*, *Campylium stellatum*, *Scorpidium revolvens*, *Paludella squarrosa*. По берегам мезо- и эвтрофных водоёмов на облепённых участках развиваются преимущественно *Sphagnum squarrosum*, *S. girgensohnii*, *S. fallax*, *S.*

angustifolium, изредка *S. palustre*. Из зелёных мхов – *Drepanocladus aduncus*, *D. polygamus* виды рода *Calliergon*, *Calliergonella lindbergii*, *Rhizomnium punctatum* (только для Заволжья отмечен *R. pseudo-punctatum*), *Leptodictyum riparium*, который часто отмечается и на гниющей древесине, плавающей в воде, *Hygroamblystegium humile*, *Fissidens osmundoides*, *F. adianthoides*, *Brachythecium rivulare*, *Bryum pseudotriquetrum*. Из печёночных отмечаются *Riccia fluitans*, *Marchantia polymorpha*, *Pellia ssp.*, *Blasia pusilla*, *Chiloscyphus ssp.* Единично отмечены *Fossombronina foveolata*, *F. wondraczekii*. Также по берегам часто встречаются типичные лесные мезофитные и мезогигрофитные виды – *Pleurozium schreberi*, *Amblystegium serpens*, *Hygroamblystegium varium*, *Plagiomnium ssp.*, *Pseudobryum cinclidioides*, *Dicranum polysetum*, *Dicranella heteromalla* и др.

На открытых участках в поймах рек формируется крайне своеобразный комплекс видов. По берегам крупных рек (Оки, Волги) – на песчаных отмелях, глинистых обрывчиках вблизи от кромки воды разрастаются *Physcomitrella patens*, *Physcomitrium pyriforme*, *Tortula truncata*. По берегам пойменных водоёмов были единично отмечены *Riccia rhenana*, *Pseudoephemerum nitidum*. По глинистым берегам р. Ветлуги вдоль воды доминируют виды рода *Didymodon* (в основном *D. fallax*). По лесным речкам на открытых участках встречаются *Philonotis fontana*, *Helodium blandowii*, *Calliergonella cuspidata*, *Campylium stellatum*, *Rhytidiadelphus squarrosus*, и крайне редко *Tomenthypnum nitens*. В степных районах на юго-востоке области по берегам рек кроме широко распространённых видов, таких как *Drepanocladus aduncus* и *Leptodictyum riparium* обычны *Pohlia melanodon*, *Barbula unguiculata* и *Hygroamblystegium varium*.

Таким образом, бриофлора водных и прибрежно-водных сообществ оказалась богата лесными, болотными и луговыми видами. Всего 10 видов отмечены только для данного типа местообитаний (3,5% от бриофлоры области), 22 вида имеют широкое распространение и найдены также в лесных, луговых и болотных сообществах. Наибольшее число общих видов (77) отмечено для лесных, чуть меньше для болотных (61) и луговых (58) ценозов. Сравнивая в целом видовое богатство, стоит, однако, отметить, что по числу видов бриофлора водных и прибрежно-водных сообществ уступает только бриофлоре лесов (221 вид).

Список литературы

- Воробьёв Ю. М. Мохообразные Горьковской области (конспект флоры) // ГГУ. Деп. ВИНТИ, № 6871-83 Деп. 10 VI 1983. Горький, 1983. 130 с.
- Константинова Н. А. Печёночники Керженского заповедника (Нижегородская область, Европейская часть России) // Arctoa. 2004. V. 13. P. 89–99.
- Лукина Е. В. Растительность всплывших торфяников Горьковского водохранилища // Учёные записки Горьковского университета: Флора и растительность Горьковской области. Горький. 1974. Вып. 157, сер. биол. С. 30–39.
- Лукина Е. В., Никитина И. Г. Растительный покров пойменных озёр Горьковской области // Биологические основы повышения продуктивности и охраны лесных, луговых и водных фитоценозов Горьковского Поволжья. Горький. 1975. Вып. 3. С. 49–57.
- Лукина Е. В., Никитина И. Г. Фитоценотические особенности и растительные типы пойменных озёр Горьковской области // Наземные и водные экосистемы. Горький: изд-во ГГУ, 1977а. Вып. 1. С. 57–65.
- Лукина Е. В., Никитина И. Г. Охрана флоры и растительности озёр Горьковской области // Актуальные проблемы охраны природы. Иваново. 1977б. С. 134–136.
- Попов С. Ю., Федосов В. Э., Мошковский С. А., Игнатов М. С. Флора мхов Керженского заповедника (Нижегородская область, Европейская часть России) // Arctoa. 2004. Vol. 13. P. 57–66.

Я. В. Уткина

Гигрофильная растительность реки Преголи (Калининградская область, Россия)

Калининградский государственный технический университет
236022 Россия, г. Калининград, ул. Яналова, 5а-8. E-mail: 777vizir777@mail.ru

Река Преголи с её многочисленными притоками – основная водная система Калининградской области. Протяжённость реки составляет 125 км с востока на запад области. Специальных исследований растительности Преголи до настоящего времени не проводилось. На всем своём протяжении река испытывает значительную антропогенную нагрузку. На реке находятся многочисленные посёлки и крупные города области: Черняховск, Междуречье, Знаменск, Гвардейск и непосредственно в усть-

евои части Преголи областной центр, Калининград. Поскольку растительность водных и прибрежно-водных экосистем является одним из наиболее уязвимых элементов при антропогенной трансформации ландшафта, то выявление основных фитоценозов, а так же их видового состава является особенно актуальным.



Рис. Карта-схема района исследований (р. Преголя, Калининградская область)

Необходимость изучения флоры и растительности водных и околоводных биотопов связана как с чисто фундаментальной задачей – изучение флористического и синтаксономического разнообразия водных фитоценозов, так и с прикладной – оценкой состояния водных экосистем по эколого-биологическим характеристикам высших водных растений (Зарубина, 1999; Лихачёва, 2007). Растительность водоёмов и водотоков является своеобразным индикатором гидрологического и термического режимов, может характеризовать специфику химического состава воды и донных отложений, трофический статус и его возраст. При этом исследование эколого-фитоценологических закономерностей распределения растительного покрова также является одним из актуальных направлений в современной экологии.

Исследования по изучению гигрофильной флоры и растительности реки Преголи проведены в летний период в 2004–2012 гг. В ходе работы заложено 50 ключевых участков (КУ) на всем протяжении реки. КУ закладывались по три на каждых 10 км русла на правом и левом берегу (если позволяет рельеф и подъездные пути). КУ состоял из двух пробных площадок – 100 м² на берегу, и 100 м² на воде. На каждом КУ учитывались следующие параметры:

- Видовой состав фитоценозов.
- проективное покрытие в % каждого вида в пределах КУ.
- степень антропогенной нагрузки (в баллах).

Все ключевые участки нами ранжированы на:

- 1 – мало урбанизированные
- 2 – средне урбанизированные
- 3 – сильно урбанизированные (Янчуревич, 2003).

На всем протяжении реки сделано 100 геоботанических описаний (на берегу и в воде), собрано около 700 гербарных образцов. Определение собранных растений проводилось по определительным ключам (Флора европейской..., 1974–1989; Флора Восточной..., 1996, 2001; Цвелёв, 2000; Маевский, 2006).

В основу классификации растительности положен доминантный подход (по методу Алехина) (Алехин, 1986) и доминантно-детерминантный метод В. Г. Папченкова (2001). Всего нами выделено 106 ассоциаций водных и прибрежно-водных растений на 54 ключевых участках.

В ходе исследований растительности реки Преголи нами установлено, что гигрофильная флора насчитывает 203 вида из 149 родов, 51 семейства и 3 классов. В результате анализа геоботанических описаний нами выделено 106 растительных ассоциаций, а также установлено, что наибольшее видовое разнообразие как водных, так и прибрежно-водных растений наблюдается на средне и мало-урбанизированных участках реки. В городских условиях из-за интенсивной застройки преобладают водные сообщества. Основные доминирующие виды на всем протяжении реки Преголи – *Salix pentandra*, *Salix viminalis*, *Phragmites australis*, *Phalaroides arundinaceae*, *Urtica dioica*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pectintus*, *Ceratophyllum demersum* и *Batrachium circinatum*.

Используя доминантно-детерминантный метод, были выделены основные формации водной и прибрежно-водной растительности реки Преголя. Наибольшее распространение получили формации высокотравных гелофитов – *Pragmiteta australis*, которая представлена 34 водными и прибрежно-водными ассоциациями, формация кубышки жёлтой *Nupharetta luteae*, которая представлена 8 ассоциа-

циями гидрофитов (с примесью гелофитов) и формация погруженных гидрофитов *Potameta pectinati*, которая состоит из 3 ассоциаций водных растений.

Список литературы

- Алехин В. В. Теоретические проблемы фитоценологии и степеведения. М.: Моск. ун-та, 1986. 216 с.
- Зарубина Е. Ю. Гигрофильная флора и её роль в индикации состояния водных экосистем (на примере бассейна Верхней Оби и области замкнутого стока Кулудинской низменности): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Барнаул, 1999. 20 с.
- Лихачёва Т. В. Эколого-фитоценологические закономерности распределения растительного покрова водохранилищ Удмурдской республики: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ижевск, 2007. 22 с.
- Маевский П. Ф. Флора средней полосы Европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 600 с.
- Папченко В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Средней Волги. Ярославль: Изд-во ЦМП МУБиНТ, 2001. 213 с.
- Цвелёв Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России. СПб.: Изд-во СПХВА, 2000. 780 с.
- Флора европейской части СССР. Л.: Наука, 1974–1989 г. Т. 1–8.
- Флора Восточной Европы. Т. 9. СПб.: Мир и семья-95, 1996. 450 с.
- Флора Восточной Европы. Т. 10. СПб.: Мир и семья; Изд-во СПХФА, 2001. 667 с.
- Янчуревич О. В. Репродукция *Rana temporaria* L. в условиях урбанизированных ландшафтов // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Сер. 2. 2003. № 1 (12). С. 93–100.

Т. Г. Яненко, С. С. Чукуриди

Флористический состав искусственных водоёмов в ботаническом саду Кубанского государственного университета

Кубанский государственный университет
350040 Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149. E-mail tchukuridi@mail.ru

Ботанический сад Кубанского государственного университета (КубГУ) создан в 1972 г. и является учебной и научно-исследовательской базой для студентов и сотрудников биологического факультета. Он расположен в юго-восточной части г. Краснодара. Общая площадь 16 га, на которой интродуцировано более трёх тысяч видов древесных и травянистых растений. Особая гордость ботанического сада – коллекция водных культур в открытом грунте – самая крупная среди всех ботанических садов России. За 40-летний период существования здесь создано 11 водоёмов, площадь которых составляет 900 м². Пять водоёмов – крупные, размером 100 м²; остальные – мелкие, имеющие площадь от 10 до 50 м².

Интродукция водных растений в ботаническом саду КубГУ ведётся с 1984 г. (Яненко, 2002). Эти работы были начаты в связи с острой необходимостью охраны редких и исчезающих видов гидрофлоры Кубани, изучению их биологических особенностей в условиях культуры и последующей реинтродукции их в природные экосистемы, где они произрастали до исчезновения (Яненко, 2009).

Наиболее яркими представителями водной флоры являются виды семейства лотосовые – *Nelumbonaceae*: *Nelumbo nucifera* Gaertn, *Nelumbo lutea* (Willd) Perc., *Nelumbo Komarovii* Grossheim, семейства Кувшинковые – *Nymphaeaceae*: *Nymphaea alba* L., *N. candida* J. Presl, *N. tetragona* Georgi, *N. zanzibariensis* Casp. и 17 культиваров французской, американской и немецкой селекции, а также ещё один вид *Nuphar lutea* (L.) Smith.

Лотос орехоносный – *N. nucifera*, многолетник; листья до 50 см. в диаметре на длинных прямо-стоячих черешках, щитовидные. Цветки белые или ярко-розовые, 20 см. в диаметре. Плод – многоорешек; орешки погружены в ямки цветоложа (от 15 до 30 орешков). Цветёт в июле-августе. Родина – Индия, Китай. На Кубань был впервые завезён в 50-х гг. прошлого века и высажен в лиманах Приморско-Ахтарского района (Косенко, 1970). В ботаническом саду растёт с 1979 г., на площади 0,25 га. В настоящее время произрастает в хуторе Садке на площади 3 га; вблизи пос. Белозерного в окрестностях г. Краснодара; реинтродуцирован в 1990-х гг. в заводи реки Кубань близ станицы Марьинской. Вид занесён в Красную Книгу Краснодарского края (1994). Он отнесён к категории «2» – «уязвимый», как находящийся под угрозой исчезновения.

Кувшинка белая – *N. alba* L. – категория и статус «2» – европейско-средиземноморский вид (Красная..., 2007). Многолетник с горизонтальным корневищем. Высота 1 м. Плавающие листья

крупные, округло-сердцевидные, диаметром до 30 см, на длинных толстых черешках; листья сверху тёмно-зелёные, снизу красновато-фиолетовые. Цветки белые 10–16 см в диаметре, спиральные. Цветёт с 3-й декады мая. Плод – многогнездная ягода. Встречается в озёрах и речных затонах до глубины 3–4 м (Кокин, 1982).

В ботаническом саду начало вегетации у различных видов кувшинок отмечено в середине марта, когда вода прогревается до +12... +15 С, цветение более продолжительное, чем в естественных условиях – 80–90 дней. Плоды созревают 20–40 дней. В естественных условиях популяции кувшинки белой сохранились только в дельте Кубани. Выделяются надводный, наводный и подводный ярусы. В искусственно созданных водоёмах, как и в естественных, надводный ярус образуют высокотравные прибрежные растения – *Glyceria maxima* (С. Hartm) Holmb. (Печенюк, 2004), *Scirpus lacustris* L., *Sparganium erectum* L., *Thypha angustifolia* L., *Typha latifolia* L., *Phragmites australis* (Cav) Trin. ex Steud, *Monochoria korsakowii* Regel. et Maack.

В воде вместе с *N. alba* L. и другими видами встречаются *Salvinia natans* (L) All; *Lemna trisulca* L., *Lemna minor* L., *Utricularia vulgaris* L. и др.

В подводном ярусе обитают: *Ceratophyllum demersum* L., *Vallisneria spiralis* L., *Stratiotes aloides* L.

Кувшинка белая охраняется на Приморско-Ахтарском участке Государственного лесохозяйственного хозяйства и Приазовском государственном заказнике.

Кубышка жёлтая – *Nuphar lutea* (L.) Smith в естественных условиях растёт в Приазовье, на Тамани, редко в Прикубанье; в мелководных озёрах, старицах со стоячей или медленно текущей водой. Требуется охраны, так как численность её постоянно сокращается. Категория и статус – «2», «уязвимый». Ботанический сад КубГУ постоянно осуществляет контроль за состоянием популяции, но необходим заказник в дельте реки Кубани.

Кубышка жёлтая – многолетник с разветвлённым толстым корневищем, высотой 1 м, плавающее; листья до 30 см. в длину, сердцевидно-яйцевидные, плотные, кожистые. Цветки ярко-жёлтые 4–5 см в диаметре. Лепестки короче чашечки. Цветёт в июне-августе, размножается семенами и вегетативно.

В водоёмах, где растёт кубышка надводный ярус образуют *Acorus calamus* L., *Butomus umbellatus* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Scirpus lacustris* L.

Кубышка жёлтая растёт в сообществах с различными видами рдеста – *Potamogeton natans* L., *P. nodosus* Poir, *P. crispus* L. и уростью – *Myriophyllum verticillatum* L.; подводный ярус включает *Ceratophyllum demersum* L., *Potamogeton pectinatus* и *Stratiotes aloides* L.

Кубышка жёлтая интродуцирована в 1980 г. и занимает площадь в водоёмах 0,1 га. Реинтродуцирована в заводи реки Старая Кубань в 90-х гг. прошлого века.

В разных водоёмах в сообществах с лотосами и кубышкой жёлтой растёт *Trapa maeotica* Wogonow – водяной орех азовский или чилим. Категория и статус «2», «уязвимый». Реликтовый, эндемичный вид с разорванным ареалом. Однолетник. Плавающие листья ромбовидные по форме, удерживают подводный тонкий шнуровидный стебель. Цветёт в июле-августе. Цветки белые, мелкие, расположены в пазухах плавающих листьев. Плод – костянка, четырёхлопий с хорошо выраженной шейкой. Размножается только семенами, которые имеют длительный латентный период (до 10 лет). На Кубани распространён в лиманах Ахтарско-Гривенской системы, образует сообщества с *Ceratophyllum demersum* L., *Nymphoides peltatum* (S. G. Gmel.) Kuntze, *Utricularia vulgaris* L., *Nymphaea alba* L.

В водоёмы ботанического сада интродуцирован в 1994 г. и занимает площадь 20 м². Реинтродуцирован в р. Карасун в г. Краснодаре, реку Марта в республике Адыгея, заводи р. Кубань. Охраняется в охотничьем хозяйстве «Садки» Приморско-Ахтарского района и Приазовском заповеднике.

В одном из водоёмов обитает альдрованда пузырчатая – *Aldrovanda vecilosa* L. из семейства *Droseraceae*. Категория и статус «3», «редкий»; третичнореликтовый вид. На Кубани встречается в дельте реки Кубань, в лиманах Ахтарской группы, в мелиоративных каналах, заводах. Многолетник. Стебель нитевидный, 5–10 см. длины, без корней, плавающий в воде. Листья в мутовках на клиновидных черешках. Пластина листа состоит из двух половинок, складывающихся по средней жилке при захватывании мелководных животных (ловчий аппарат). Цветки пазушные, одиночные, мелкие. Плод – коробочка.

Интродуцирована в 1997 г. Занимает площадь 5 м² на глубине 20–30 см. Разрастается плохо. Реинтродуцирована в Садковский Лиман, старицы р. Кубань.

На водной глади почти всех водоёмов можно увидеть папоротник Азолу каролинскую – *Azolla caroliniana* Willd – родина Южная Америка. Этот вид интродуцирован в ботанический сад в 1997 г. из Санкт-Петербурга (БИН им В. Н. Комарова). В экологических условиях г. Краснодара он оказался

агрессивным. Другой вид, который также быстро размножается во всех водоёмах – *Elodea canadensis* Rich из семейства Водокрасовые – *Hydrocharitaceae*. От этих видов водоёмы приходится регулярно чистить.

Таким образом, многолетние исследования по интродукции редких и исчезающих видов водной флоры Кубани показывают, что и в искусственных водоёмах возникают водные сообщества, в которых сохраняются не только краснокнижные виды, но и сопутствующие им. Следовательно, мы охраняем и те виды, которые не записаны в Красную книгу, но давно стали редкими из-за загрязнения водоёмов, гидрологических нарушений, строительства Краснодарского водохранилища и других вариантов антропогенного воздействия.

В условиях интродукции все виды имеют высокую степень адаптационных возможностей, обладают большим коэффициентом семенного и вегетативного размножения.

Список литературы

Кокин К. А. Экология высших водных растений. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. 160 с.

Косенко И. С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. М.: Колос, 1970. 613 с.

Красная книга Краснодарского края. Том «Растения». Краснодар: Центр развития ПТР Краснодар. края, 2007. 640 с.

Красная книга Краснодарского края: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Краснодар: Книжное издательство, 1994. 285 с.

Печенюк Е.В. Атлас высших водных и прибрежно-водных растений. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. 129 с.

Яненко Т. Г. Редкие и исчезающие виды гидрофлоры Кубани в коллекции ботанического сада КубГУ // Проблемы интродукции и рационального использования растительных ресурсов: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию Ставропольского бот. сада им. В. В. Скрипчинского и 100-летию проф. В. В. Скрипчинского. Ставрополь, 2009. С. 246–248.

Яненко Т. Г. Коллекция нимфейных в ботаническом саду Кубанского университета // Роль ботанических садов в сохранении биоразнообразия: Материалы Междунар. конф. «Сохранение и воспроизводство растительного компонента биоразнообразия», посвящ. 75-летию Бот. сада Ростовского гос. ун-та. Ростов-на-Дону, 2002. С. 66–67.

Содержание

Предисловие	3
Preface	4
Пленарные доклады	5
<i>Викулин С. В.</i> Ископаемые макрофиты палеогеновых бассейнов северного Перитетиса	5
<i>Ефремов А. Н., Филоненко А. В., Тома Ц.</i> К вопросу о структуре генеративных органов представителей рода <i>Hydrocharis</i> L. (<i>Hydrocharitaceae</i>)	9
<i>Зарубина Е. Ю.</i> Влияние уровня режима Новосибирского водохранилища на продукцию водных и прибрежно-водных фитоценозов	14
<i>Капитонова О. А.</i> Флора макрофитов Вятско-Камского Предуралья	16
<i>Капитонова О. А.</i> Сравнительный анализ гидрофильного компонента урбанофлор Вятско-Камского Предуралья	19
<i>Курашов Е. А., Фёдорова Е. В., Крылова Ю. В., Митрукова Г. Г., Чернова А. М.</i> Оценка потенциальной биологической активности низкомолекулярных метаболитов высшей водной растительности методом QSAR	22
<i>Мойсейчик Е. В.</i> Фиторазнообразие растительных сообществ малых трансформированных водотоков	26
<i>Нотов А. А.</i> Гидрофильная фракция как элемент сопряжённого анализа разных компонентов флоры	29
<i>Празукин А. В.</i> К вопросу об иерархии обитаемых пространств многоклеточных водорослей	33
<i>Савиных Н. П.</i> Структурно-морфологические особенности цветковых растений в условиях переменного увлажнения	37
<i>Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В., Ефремов А. Н., Токарь О. Е., Евженко К. С.</i> Редкие виды макроскопических водорослей Западно-Сибирской равнины	41
<i>Созинов О. В., Мойсейчик Е. В.</i> Эколого-ценотическая характеристика сплавинных сообществ озёр Гродненской Пущи	45
<i>Соловьёва В. В.</i> Фитомониторинг малых водохранилищ Среднего Поволжья	48
<i>Соловьёва В. В.</i> Фиторазнообразие прибрежных экотонных малых водохранилищ Среднего Поволжья	50
<i>Тихомиров О. А.</i> Современное состояние биогенных аквальных комплексов водохранилищ Верхней Волги	53
<i>Тропина П. Д., Викулин С. В., Ефремов А. Н.</i> <i>Stratiotes</i> L. (сем. <i>Hydrocharitaceae</i>) в палеокарпологических коллекциях БИН РАН	55
<i>Файвуш Г. М.</i> Редкие водные виды сосудистых растений Армении	58
<i>Щербаков А. В.</i> Изученность водной флоры Средней России на современном этапе, её динамика и перспективы дальнейшего изучения	60
Секционные доклады	63
<i>Алексян А. С.</i> Сравнительный анализ флор бассейнов рек Дебед и Агстев (Республика Армения) ..	63
<i>Афанасьева А. Л., Трифонова И. С.</i> Таксономическое разнообразие и обилие сине-зелёных водорослей (<i>Cyanoophycota</i>) в озёрах Карельского перешейка	65
<i>Базарова Б. Б.</i> Динамика растительности озера Кенон (Забайкальский край)	68
<i>Беляков Е. А.</i> Биоморфология <i>Sparganium erectum</i> L. на территории Верхнего Поволжья	69
<i>Беляков Е. А., Гарин Э. В., Охупкин А. Г.</i> Флора озёрно-речного комплекса реки Серёжа Пустынского заказника (Нижегородская обл., Арзамасский р-н)	72
<i>Бирюкова О. В., Воротников В. П.</i> Таксономическая структура «водного ядра» флоры бассейна реки Кудьмы (Нижегородская область)	75
<i>Бобров А. А., Чемерис Е. В.</i> Проблемы эколого-флористической классификации водной и прибрежно-водной растительности России	76
<i>Варгот Е. В.</i> О многолетней динамике некоторых водных растений в условиях Республики Мордовия	78
<i>Vöge Margrit.</i> Studying the structure of <i>Isoëtes lacustris</i> populations to assess their vitality	81

<i>Володина А. А., Герб М. А., Губарева И. Ю., Соколов А. А.</i> О находках редких видов макрофитов в водоёмах и реках Калининградской области.....	88
<i>Гарин Э. В.</i> Флора карьеров Мокеихо-Зыбинского торфопредприятия (Некоузский р-н Ярославской обл.).....	90
<i>Голованов Я. М., Бактыбаева З. Б.</i> О некоторых новых ассоциациях класса Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941 в Республике Башкортостан	93
<i>Губарева И. Ю., Герб М. А.</i> Гидроэкологические исследования водоёмов НП «Куршская коса» (Калининградская область)	95
<i>Девятков А. Г.</i> Анатомическое строение перикарпия рдестов Подмосковья в зависимости от экологии.....	98
<i>Дьяченко Т. Н., Морозова А. А., Черткова М. С.</i> Макрофиты водотоков килийской дельты Дуная ...	100
<i>Евстигнеева И. К., Танковская И. Н.</i> Пространственная динамика макроальгоценозов биологического литоконтура Феодосийского залива (Чёрное море).....	103
<i>Епремян Э. В., Кобелян Р. О.</i> Современное состояние макрофитов реки Аргичи (Армения)	105
<i>Жукова А. А.</i> Сезонная динамика роста тростника в литорали оз. Нарочь.....	109
<i>Зарипова Н. Р.</i> Структура биоразнообразия флоры ряда водоёмов г. Казани.....	111
<i>Зеленская О. В.</i> Синантропная флора и растительность каналов рисовых систем Краснодарского края	115
<i>Зуб Л. Н.</i> Оценка рекреационной трансформации растительного покрова олиго-мезотрофного водоёма с использованием методов ДЗЗ	117
<i>Зуб Л. Н., Томченко О. В.</i> Использование космической информации ДЗЗ для изучения зарастания крупного равнинного водохранилища.....	120
<i>Зуева Н. В., Вельгоша А. И., Зуев Ю. А.</i> Видовой состав макрофитов заливов Валаамского архипелага.....	123
<i>Казанцев И. В., Саксонов С. В., Сенатор С. А.</i> Фитосозологическая оценка водно-болотных памятников природы Самарской области	125
<i>Канцеров Л. В.</i> Разнообразие флоры обводнённых глиняных карьеров Южной Карелии.....	127
<i>Кацман Е. А.</i> Флора макрофитов реки Таденки и впадающих в неё ручьев (территория Приокско-Террасного государственного природного биосферного заповедника).....	129
<i>Киприянова Л. М., Долматова Л. А., Базарова Б. Б., Найданов Б. Б.</i> К экологии представителей рода <i>Stuckenia</i> (<i>Potamogetonaceae</i>) в озёрах Сибири	131
<i>Кириченко К. А.</i> Возможности использования высших водных растений для биомониторинга экологического состояния водоёмов байкальского региона.....	133
<i>Kirichenko K. A.</i> Changes in fatty acid composition of high aquatic plants of Angara river under the influences of cadmium chloride and hyperthermia.....	136
<i>Кислицина М. Н., Поморцева К. А.</i> Исследование физиолого-биохимических особенностей <i>Ceratophyllum demersum</i> L. в связи с его устойчивостью к действию ионов кадмия	138
<i>Клепец Е. В.</i> Флора водных объектов г. Полтавы.....	139
<i>Ковардаков С. А., Миронова Н. В., Панкеева Т. В., Рябогина В. Г.</i> Донная растительность севастопольской зоны южного берега Крыма (б. Ласпи) и её роль в процессах самоочищения.....	144
<i>Кособокова С. Р., Барабанищикова Н. С., Пилипенко Т. А.</i> Дикорастущая птеридофлора Дельты Волги	146
<i>Кочеткова А. И., Филиппов О. В., Баранова М. С., Брызгалина Е. С.</i> Опыт восстановления деградированных озёр Волго-Ахтубинской поймы в пределах Волгоградской области: проблемы, подходы и пути их решения	149
<i>Кравцова А. В.</i> Особенности концентрирования тяжёлых металлов и других элементов комплексом литофит-эпифит в прибрежной зоне Крыма (на примере видов цистозиры).....	154
<i>Кривина Е. С.</i> Таксономическое разнообразие летнего фитопланктона малых водоёмов урбанизированного ландшафта (на примере оз. Прудовиков, Самарская область)	156
<i>Крылова Е. Г.</i> Комбинированное действие солей никеля и меди на прорастание семян <i>Rumex aquaticus</i> (<i>Polygonaceae</i>).....	159
<i>Kuhar Urška, Germ Mateja, Gaberščik Alenka.</i> Macrophytes in watercourses in different hydro-ecoregions in Slovenia.....	161

Лазоренко Г. Е. Индикация экологического состояния черноморских макрофитов с использованием природного радионуклида ^{210}Po	164
Лапиров А. Г., Киприянова Л. М. О морфологии клубней представителей рода <i>Stuckenia</i>	168
Лапов И. В. Разнообразие растительных сообществ р. Сок и р. Кондурча.....	171
Латышев С. Э., Мерзвинский Л. М., Высоцкий Ю. И. Высшая водная растительность озера Ведето	172
Лебедева О. А. Процессы регенерации у некоторых видов шелковников (<i>Ranunculaceae</i>).....	174
Макимова А. Ю. Многокоренник обыкновенный как биогеохимический индикатор состояния окружающей среды	176
Марков М. В., Миронов Д. А. К анатомии корней кистекорневых гигрогелофитов на примере <i>Ranunculus sceleratus</i> L. и <i>R. flammula</i> L.	178
Медведев Д. В. Прибрежные растительные сообщества острова Зелёный Саратовского водохранилища.....	181
Мецеракова Н. О. Флора сосудистых растений водоёмов и водотоков Астраханской области.....	182
Миронова Н. В., Панкеева Т. В., Мильчакова Н. А. Критерии оценки состояния макрофитобентоса с учётом ландшафтной структуры (Крым, Чёрное море).....	184
Мочалова О. А., Андриянова Е. А., Бобров А. А. Экология и фенология гетерофильного речного шелковника <i>Batrachium pirronicum</i> (<i>Ranunculaceae</i>) на юге Магаданской области	187
Нехорошков П. С. Биофизические параметры и элементный состав фитопланктонного сообщества прибрежных вод Крыма.....	189
Нешипор В. В., Никитенко В. М. ГИС технологии для мониторинга экологического состояния водных объектов на территории Волго-Ахтубинской поймы в пределах Волгоградской области	192
Николаенко С. А., Глазунов В. А. Флора водоёмов нижнего течения реки Пур (север Западной Сибири)	194
Папченко В. Г. Харовые водоросли (Charophyta) из коллекции профессора В. Г. Папченкова	196
Платунова Г. Р., Капитонова О. А. Некоторые аспекты морфологического строения рогозов (<i>Typha</i> L.) с территории Вятско-Камского края.....	198
Погорелова Ю. В. Флористическое разнообразие макрофитов водоёмов с разной биогенной нагрузкой	201
Приймак Е. В. Сезонные изменения фотосинтеза и дыхания <i>Potamogeton alpinus</i> Valb. в оз. Семёновское (Мурманская область).....	203
Прокопук М. С. Инвазионные высшие водные растения города Киева и его окрестностей.....	204
Рассказова М. М., Берестина А. В., Гнусина Д. А. Влияние гамма-излучения на морфологические и количественные параметры <i>Lemna minor</i> L.	207
Русанов А. Г. Роль факторов среды и расселения в пространственной структуре сообществ макрофитов и диатомовых водорослей перифитона Ладожского озера.....	209
Савицкая К. Л. Синтаксономическая структура растительности малых рек Минской области.....	212
Садогурский С. Е., Белич Т. В., Садогурская С. А. Фитобентос прибрежно-морских акваторий Керченского полуострова, включённых в состав Экологической сети Восточного Крыма (ЭСВК).....	214
Свириденко Б. Ф., Свириденко Т. В. Гидромакрофиты Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (Тюменская область)	217
Седова О. В., Синицына М. В., Болдырев В. А. Особенности флоры различного типа прудов в Саратовской области	220
Седова О. В., Шишкина Е. С., Болдырев В. А. Фиторазнообразие растительных сообществ малых искусственных водоёмов Саратовской области	222
Селевич Т. А. Находки <i>Najas major</i> All. в прудах г. Гродно (Беларусь)	225
Старовойтова М. Ю. Синтаксономия класса Potametea Klika in Klika et Novak 1941 водоёмов бассейна р. Сула (северо-восток Украины)	228
Тимофеева Н. А., Сигарёва Л. Е., Крылова Е. Г., Лапиров А. Г. Влияние солей никеля и меди на развитие и пигментный комплекс проростков прибрежно-водных растений	231
Тихонов А. В. Сравнительный анализ банка семян и флоры в пределах устьевой области и зоны свободного течения р. Ильдь	234
Филиппов Д. А. О растительном покрове вторичных болотных озерков верховых болот	237

<i>Филиппов Д. А., Галанина О. В.</i> Растительный покров некоторых водоёмов в среднем течении Северной Двины (Холмогорский район, Архангельская область)	239
<i>Чернова А. М.</i> Возможность использования беспилотных летательных аппаратов для производственных исследований водоёмов	242
<i>Шакуров А. И.</i> Растительность реки Каралык	244
<i>Шелест В. Д., Болдырев В. А., Седова О. В.</i> Редкие и охраняемые виды растений во флоре озёр- стариц реки Медведицы	246
<i>Шестакова А. А.</i> Водные и прибрежно-водные мохообразные Нижегородской области	249
<i>Уткина Я. В.</i> Гигрофильная растительность реки Преголи (Калининградская область, Россия).....	250
<i>Яненко Т. Г., Чукуриди С. С.</i> Флористический состав искусственных водоёмов в ботаническом саду Кубанского государственного университета	252

Content

Preface (on rus.)	3
Preface (on eng.)	4
Plenary lectures	5
<i>Vikulin S. V.</i> Phytolites of paleogene basins of the northern Peritethys	5
<i>Efremov A. N., Philonenko A. V., Toma C.</i> On the question about generative organs of genus <i>Hydrocharis</i> L. (<i>Hydrocharitaceae</i>) representatives	9
<i>Zarubina E. U.</i> Influence of level regime of Novosibirsk reservoir on the production of aquatic and riparian phytocenoses.....	14
<i>Kapitonova O. A.</i> Flora of macrophytes of Vyatka-Kama Urals.....	16
<i>Kapitonova O. A.</i> Comparative analyses of hydrophilic component of urban flora of Volga-Kama Urals	19
<i>Kurashov E. A., Fedorova E. V., Krylova U. V., Mitrukova G. G., Chernova A. M.</i> Estimation of potential biological activity of low-molecular metabolites of higher aquatic plants using QSAR method.....	22
<i>Mojsejchik E. V.</i> Phytodiversity of plant cenoses in small transformed water streams	26
<i>Notov A. A.</i> Gydrophylic fraction as an element of conjugate analyses of different flora components	29
<i>Prazukin A. V.</i> On the question about hierarchy of habituated areas of multicellular algae	33
<i>Savinykh N. P.</i> Structural-morphologic character of flowering plants in conditions of variable moistening...37	
<i>Sviridenko B. F., Sviridenko T. V., Efremov A. N., Tokar O. E., Evzhenko K. S.</i> Rare species of macroscopic algae of West Siberian Plain.....	41
<i>Sozinov O. V., Mojsejchik E. V.</i> Ecological-cenotic characteristic of quagmire cenoses of lakes in Grodno dense forest.....	45
<i>Solovyeva V. V.</i> Phytomonitoring of small reservoirs in the Middle Volga region.....	48
<i>Solovyeva V. V.</i> Phytodiversity of bank ecotones of small reservoirs in the Middle Volga region.....	50
<i>Tikhomirov O. A.</i> Current state of biogenic aquatic complexes of the Upper Volga reservoirs.....	53
<i>Tropina P. D., Vikulin S. V., Efremov A. N.</i> <i>Stratiotes</i> L. (сем. <i>Hydrocharitaceae</i>) in paleocarpologic collections BIN RAS.....	55
<i>Fayvush G. M.</i> Rare aquatic species of vascular plants of Armenia	58
<i>Scherbakov A. V.</i> Level of study of aquatic flora in the Middle Russia on the modern stage, its dynamics and prospects of further investigation	60
Sectional lectures	63
<i>Aleksanyan A. S.</i> Comparative flora analyses of rivers Debed and Agstev (Republic of Armenia) basins.....	63
<i>Afanasyeva A. L., Trifonova I. S.</i> Taxonomic diversity and abundance of cyanobacteriae (Cyanoproka-ryota) in lakes of the Karelian isthmus	65
<i>Bazarova B. B.</i> Dynamics of vegetation of the lake Kenon (Trans-Baikal Territory).....	68
<i>Belyakov E. A.</i> Biomorphology of <i>Sparganium erectum</i> L. on the territory of Upper Volga region	69
<i>Belyakov E. A., Garin E. V., Okhapkin A. G.</i> Flora of lake-river complex Seryozha in the Pustyn preserve (Nizhny Novgorod region, Arzamas district).....	72
<i>Biryukova O. V., Vorotnikov V. P.</i> Taxonomic structure of flora “aquatic core” in the Kudma river basin	75
<i>Bobrov A. A., Chemeris E. V.</i> Problems of ecological-floristic classification of aquatic and riparian vegetation of Russia	76
<i>Vargot E. V.</i> On many years dynamics of some aquatic plants in conditions of Republic of Mordovia	78
<i>Vöge Margrit.</i> Studying the structure of <i>Isoëtes lacustris</i> populations to assess their vitality	81
<i>Volodina A. A., Gerb M. A., Gubareva I. Yu., Sokolov A. A.</i> On findings of rare macrophyte species in water bodies and rivers of Kaliningrad region	88
<i>Garin E. V.</i> Flora of Mokeikho-Zybin peat borrow pits (Yaroslavl region, Nekouz district).....	90
<i>Golovanov Ya. M., Baktybaeva Z. B.</i> On some new associations of class Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941.....	93
<i>Gubareva I. Yu., Gerb M. A.</i> Hydroecological investigations of water bodies in the national park “Curonian Spit”	95
<i>Devyatov A. G.</i> Anatomic structure of the Moscow area pondweeds depending on ecology	98

<i>Dyachenko T. N., Morozova A. A., Chertkova M. S.</i> Macrophytes of water streams of Chilia Danube Delta	100
<i>Evstigneeva I. K., Tankovskaya I. N.</i> Space dynamics of macroalgalocenoses of biological littoral outline (Black Sea)	103
<i>Epremyan E. V., Kobelyan R. O.</i> Current state of macrophytes in the river Argichi (Armenia)	105
<i>Zhukova A. A.</i> Seasonal growth dynamics of cane in littoral of the lake Naroch	109
<i>Zaripova N. R.</i> Structure of flora biodiversity in a number of water bodies of Kazan	111
<i>Zelenskaya O. V.</i> Synanthropic flora and vegetation of rice system channels of Krasnodar Territory	115
<i>Zub L. N.</i> Estimation of recreational transformation of vegetation cover of oligo-mesotrophic water body using Remote sensing methods	117
<i>Zub L. N., Tomchenko O. V.</i> Using Remote sensing space information for study of overgrowing in a big plain reservoir	120
<i>Zueva N. V., Velgosha A. I., Zuev Yu. A.</i> Species composition of macrophytes in Balaam archipelago gulfs	123
<i>Kazantsev I. V., Saksonov S. V., Senator S. A.</i> Phytoso zoological estimation of water-marsh nature landmarks of Samara region	125
<i>Kantserova L. V.</i> Flora diversity of watered clay pits of the South Karelia	127
<i>Katsman E. A.</i> Macrophyte flora of the river Tadenka and streams flowing into it (territory of Prioksko-Terrasny State Nature Reserv)	129
<i>Kipriyanova L. M., Dolmatova L. A., Bazarova B. B., Naydanov B. B.</i> To ecology of genus <i>Stuckenia</i> (<i>Potamogetonaceae</i>) representatives in lakes of Siberia	131
<i>Kirichenko K. A.</i> Potential use of higher aquatic plants for biomonitoring of ecological state of water bodies in the Lake Baikal region	133
<i>Kirichenko K. A.</i> Changes in fatty acid composition of high aquatic plants of Angara river under the influences of cadmium chloride and hyperthermia	136
<i>Kislitsyna M. N., Pomortseva K. A.</i> Investigation of physiological-biochemical character of <i>Ceratophyllum demersum</i> L. in connection with its resistance to Cadmium ions effect	138
<i>Klepets E. V.</i> Flora of water objects of Poltava	139
<i>Kovardakov S. A., Mironov N. V., Pankeeva T. V., Ryabogina V. G.</i> Bottom vegetation of Sevastopol zone of the southern coast of the Crimea (gulf Laspi) and its role in self-cleaning processes	144
<i>Kosobokova S. R., Barabanschikova N. S., Pilipenko T. A.</i> Wild pteridoflora of the Volga Delta	146
<i>Kochetkova A. I., Philippov O. V., Baranova M. S., Bryzgalina E. S.</i> Practice of degraded lake restoration in Volga-Akhtuba flood plain within Volgograd region: problems, approaches and ways of their solving	149
<i>Kravtsova A. V.</i> Character of concentrating of heavy metals and other elements by lithophyte-epiphyte complex in coastal area of the Crimea (taking as an example <i>Thallus</i> species)	154
<i>Krivina E. S.</i> Taxonomic diversity of summer phytoplankton of small water bodies in urbanized landscape (taking as an example the lake of Pond snails, Samara region)	156
<i>Krylova E. G.</i> Combined effect of nickel and copper salts on seed germination in <i>Rumex aquaticus</i> (<i>Polygonaceae</i>)	159
<i>Kuhar Urška, Germ Mateja, Gaberščik Alenka.</i> Macrophytes in watercourses in different hydroecore-gions in Slovenia	161
<i>Lazorenko G. E.</i> Indication of ecological state of the Black Sea macrophytes using natural radionuclide ^{210}Po	164
<i>Lapirova A. G., Kipriyanova L. M.</i> On tuber morphology of genus <i>Stuckenia</i> representatives	168
<i>Lapov I. V.</i> Diversity of plant cenoses in rivers Sok and Kondurcha	171
<i>Latyshev S. E., Merzhvinsky L. M., Vysotsky Yu. I.</i> Higher aquatic plants of the lake Vedeto	172
<i>Lebedeva O. A.</i> Regeneration processes in some <i>Ranunculaceae</i> species	174
<i>Maksimova A. Yu.</i> Greater duckweed as a biochemical indicator of environment condition	176
<i>Markov M. V., Mironov D. A.</i> To root anatomy of cluster-radical hygrophelophytes taking as an example <i>Ranunculus sceleratus</i> L. and <i>R. flammula</i> L.	178
<i>Medvedev D. V.</i> Inshore plant cenoses of the Zelenenky island in Saratov reservoir	181
<i>Mescheryakova N. O.</i> Flora of vascular plants of water bodies and water courses of Astrakhan region	182
<i>Mironova N. V., Pankeeva T. V., Milchikova N. A.</i> Estimation criteria of macrophytobenthos condition subject to landscape structure (Crimea, Black Sea)	184

<i>Molchanova O. A., Andrianova E. A., Bobrov A. A.</i> Ecology and phenology of heterogenic <i>Batrachium nipponicum</i> (<i>Ranunculaceae</i>) in the southern part of Magadan region.....	187
<i>Nekhoroshkov P. S.</i> Biophysical parameters and element composition of phytoplankton cenosis of Crimea coastal waters.....	189
<i>Neshpor V. V., Nikitenko V. M.</i> GIS technologies for monitoring of ecological state of water objects on the territory of Volga-Akhtuba flood plain within Volgograd region.....	192
<i>Nikolaenko S. A., Glazunov V. A.</i> Flora of water bodies of river Pur lower course (northern part of Western Siberia).....	194
<u>Papchenkov V. G.</u> Charophyta from the collection of professor V. G. Papchenkov.....	196
<i>Platunova G. R., Kapitonova O. A.</i> Some aspects of morphological structure in macereeds (<i>Typha</i> L.) of Volga-Kama territory.....	198
<i>Pogorelova Yu. V.</i> Floristic diversity of macrophytes in water bodies with different biogenic load.....	201
<i>Prijmak E. V.</i> Seasonal changes of photosynthesis and breath in <i>Potamogeton alpinus</i> Balb. in the lake Semenovskoe (Murmansk region).....	203
<i>Prokopuk M. S.</i> Invasive higher plants of Kiev and its surroundings.....	204
<i>Rasskazova M. M., Berestina A. V., Gnusina D. A.</i> Influence of gamma radiation on morphological and quantitative parameters of <i>Lemna minor</i> L.	207
<i>Rusanov A. G.</i> Role of environmental factors and dispersion in cenoses space structure of macrophytes and diatoms in periphyton of the Lake Ladoga.....	209
<i>Savitskaya K. L.</i> Syntaxonomic structure of vegetation in small rivers of Minsk region.....	212
<i>Sadogursky S. E., Belich T. V., Sadogurskaya S. A.</i> Phytobenthos of coastal waters of Kerch peninsula included in Ecological network of the Eastern Crimea.....	214
<i>Sviridenko B. F., Sviridenko T. V.</i> Hydromacrophytes of Khanty-Mansi Autonomous District – Yugra (Tyumen region).....	217
<i>Sedova O. V., Sinitsyna M. V., Boldyrev V. A.</i> Flora character in different types of ponds in Saratov region.....	220
<i>Sedova O. V., Shishkina E. S., Boldyrev V. A.</i> Phytodiversity of plant cenoses in small artificial reservoirs of Saratov region.....	222
<i>Selevich T. A.</i> Findings of <i>Najas major</i> All. in ponds of Grodno (Belarus).....	225
<i>Starovoytova M. Yu.</i> Syntaxonomy of class Potametea Klika in Klika et Novak 1941 of the river Sula basin (north-western Ukraine).....	228
<i>Timofeeva N. A., Sigareva L. E., Krylova E. G., Lapirov A. G.</i> Influence of nickel and copper salts on development and pigment complex of seedlings in riparian plants.....	231
<i>Tikhonov A. V.</i> Comparative analyses of seed bank and flora within mouth area and free flow zone of the river Ild.....	234
<i>Philippov D. A.</i> Vegetation cover of raised bogs hollow-pools.....	237
<i>Philippov D. A., Galanina O. V.</i> Vegetation cover of some water bodies in middle flow of Northern Dvina (Cholmogory district, Arkhangelsk region).....	239
<i>Chernova A. M.</i> Potential use of pilotless vehicles for production investigations of water bodies.....	242
<i>Shakurov A. I.</i> Vegetation of the river Karalyk.....	244
<i>Shelest V. D., Boldyrev V. A., Sedova O. V.</i> Rare and protected plant species in bayou lake flora of the river Medveditsa.....	246
<i>Shestakov A. A.</i> Aquatic and riparian bryophytes of Nizhny Novgorod region.....	249
<i>Utkina Ya. V.</i> Hygrophilous vegetation of the river Pregol (Kaliningrad region, Russia).....	250
<i>Yagnenko T. G., Chukuridi S. S.</i> Floristic composition of artificial reservoirs in Botanical garden of Kuban State University.....	252

Научное издание

Материалы VIII Всероссийской конференции с международным
участием по водным макрофитам

ГИДРОБОТАНИКА 2015

Фото на обложке: автор А. В. Тихонов; Россия, Ярославская область, Мышкинский район,
р. Сутка (близ с. Фроловское), *Equisetum fluviatile* L., 25.06.13.

Оригинал-макет Э. В. Гарина.

Подписано в печать 15.09.2015. Формат 60×84/8
Гарнитура Таймс New Roman. Печать офсетная.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 33,25 Тираж 300 экз. Заказ № 15139.
Отпечатано в ООО «Филигрань» с оригинал-макета.
150049, г. Ярославль, ул. Свободы, 91.
pechataet@bk.ru
