

УДК 581.93

Связь видового разнообразия макрофитов с морфометрией и гидрохимическими характеристиками озер (на примере разнотипных водоемов Бурлинской озерно-речной системы, юг Обь-Иртышского междуречья)

Communication of a specific variety of macrophyte with a morphometry and hydrochemical characteristics of lakes (on example of polytypic river lakes of Burlinsky system, the South of the Ob-Irtysh interfluve)

Зарубина Е. Ю., Соколова М. И.

Zarubina E. Yu., Sokolova M. I.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Новосибирск, Россия. E-mail: zeur11@mail.ru; msokolova@iwep.ru

Institute of Water and Ecological Problems SB RAS, Novosibirsk, Russia

Реферат. В работе рассмотрено влияние морфометрических показателей водоема, минерализации и активной реакции среды на разнообразие видов высшей водной растительности в разнотипных озерах, принадлежащих Бурлинской озерно-речной системе. Показано, что в исследованных водоемах видовое разнообразие гелофитов в значительной степени связано с емкостью водоема и практически не зависит от гидрохимических характеристик. На количество видов гидатофитов существенным образом влияют минерализация воды и средняя глубина водоема, а видовое разнообразие плейстофитов зависит от минерализации воды и площади озера.

Summary. The influence of morphometric characteristics of the reservoir, mineralization and active medium reaction (pH) on the diversity of species of higher aquatic vegetation in different types of lakes belonging to the Burlinsky lacustrine-river system are presented. It is shown that in the studied reservoirs the species diversity of helophytes is largely related to the capacity of the reservoir and is practically independent of the hydrochemical characteristics. The amount of hydatophyte species is significantly affected by the mineralization of water and by the average depth of the reservoirs. The species diversity of the pleustophytes depends on mineralization of the water and lake area.

Сложность организации экосистем обусловлена количеством видов организмов и числом взаимосвязей между ними (разнообразием). Количество видов может рассматриваться как показатель структурной сложности экосистем и в значительной степени определяется воздействием и изменением факторов среды, в том числе абиотических (Алимов, 2008). Высшая водная растительность как важнейшая составляющая водных экосистем находится в тесной взаимосвязи со средой обитания. На формирование ее видового разнообразия оказывают влияние многие абиотические факторы, среди них – прозрачность и температура воды, морфометрия водоема, в том числе и степень выраженности литоральной зоны, характер грунтов, динамика и химизм вод. Цель работы – рассмотреть влияние морфометрических показателей водоема, минерализации и активной реакции среды – важнейших экологических характеристик – на видовое разнообразие высшей водной растительности.

Работа выполнена на основе натуральных данных, полученных в ходе комплексных экспедиционных исследований в 2010–2011 гг. на 12 озерах, относящихся к Бурлинской озерно-речной системе: Большое Пустынное, Прыганское, Большое, Верхнее, Нижнее, Малое Топольное, Кабанье, Хомутинское, Песчаное, Хорошее, Кривое, Большое Топольное. Сбор, гербаризация и геоботанические описания были проведены стандартными методами (Руководство..., 1992). Для уточнения встречаемости видов в изученных водоемах использованы литературные данные (Биоразнообразие Карасукско-Бурлинского..., 2010; Дурникин, 2013). Используемая в работе номенклатура таксонов по сосудистым растениям

соответствует сводке С. К. Черепанова (1995). Статистическая обработка материала проведена в пакетах программ MS Excel 2003 и Statistica 6.0.

Территория юга Обь-Иртышского междуречья характеризуется большим количеством и разнообразием озер, которые располагаются одиночно или группами среди степи или вытянувшись в виде цепочек вдоль современных и древних речных долин и различаются по морфометрическим и гидрохимическим характеристикам. Минерализация и состав воды в озерах неоднородны как в пространстве, так и во времени. Бассейн реки Бурла с многочисленными озерами и замыкающим озером Большое Топольное – одна из бессточных озерно-речных систем, расположенных в междуречье Оби и Иртыша. Водосбор реки Бурла делится на три неравные части. На верхнем участке водосбора, в ленточном бору, река протекает через ряд небольших проточных озер (Прыганское, Верхнее, Нижнее и др.), кроме того, в ложбине древнего стока расположена цепь озер, соединяющихся между собой протоками. Сток из этих озер только во время паводков поступает в р. Бурла (Б. Пустынное, Большое и др.). Озера имеют извилистую форму, вытянуты вдоль долины стока реки, как правило, окружены болотами или займищами с топкими, труднопроходимыми берегами. В среднем течении реки на протяжении почти 180 км озер практически нет. Река проходит через заболоченные урочища и займища, покрытые растительностью и представляющие собой бывшие озера. В нижнем течении большое количество проточных озер, на которых сток реки зарегулирован системой плотин. Общая особенность Нижне-Бурлинских озер заключается в том, что в разные по водности годы и периоды уровенный режим их сильно меняется, поэтому глубина, площадь, минерализация и степень зарастаемости в разные годы и сезоны значительно различаются (Кириллов и др., 2010) (табл.).

Таблица

Морфометрические и гидрохимические характеристики озер Бурлинской озерно-речной системы

Озера	Площадь, км ²	Средняя глубина*, м	Максимальная глубина*, м	Емкость	Минерализация*, г/дм ³	рН*	Общее число видов растений, шт	Классификация по О. А. Алексинову (1953)
Прыганское	2,57	1,5	13	0,12	0,33	9,3	58	–
Верхнее	1	1	1,8	0,56	0,4	9,57	16	C _I ^{Na}
Нижнее	1,2	1	1,5	0,67	0,4	9,83	9	C _I ^{Ca}
Б. Пустынное	2,03	2,5	4	0,63	0,47	9,49	61	C _I ^{Na}
Большое	2,94	1,1	2,5	0,44	0,7	8,38	4	C _I ^{Na}
М. Топольное	14,36	2,5	4,9	0,51	1	8,7	33	C _I ^{Na}
Хомутиное	19,21	1,3	2,6	0,50	1,2	8,91	27	C _I ^{Na}
Кабанье	4,45	1,0	2	0,49	1,3	8,78	24	C _I ^{Na}
Песчаное	29,16	1,9	3,2	0,60	1,5	8,95	23	S _I ^{Na}
Хорошее	46,51	2,9	6,2	0,47	2,1	8,95	29	S _I ^{Na}
Кривое	45,81	3,2	3,6	0,89	9,7	8,64	15	S _{II} ^{Na}
Б. Топольное	127,14	1,2	4,5	0,27	18,46	9,15	10	S _{II} ^{Na}

* данные приведены по: Кириллов и др. (2010).

Большинство исследованных озер мелководные с хорошо развитой литоралью, о доли которой в общей площади озера можно судить по емкости (отношение средней и максимальной глубин). По минерализации и соотношению главных ионов воды озер верхнего течения и некоторых озер нижнего течения (М. Топольное, Кабанье, Хомутиное) относятся к содовым, гидрокарбонатно-натриевым (кальциевым) I типа, в нижнем течении – к сульфатно-натриевым I–II типов, по классификации О. А. Алексинова (1953). Активная реакция среды (рН) в момент исследования на всех озерах изменялась от слабощелочной (оз. Большое) до сильнощелочной (оз. Нижнее).

Флора исследованных озер включает 82 вида сосудистых растений из 45 родов 28 семейств и 5 отделов (Зарубина, Соколова, 2017). По отношению к степени увлажненности экотопа в составе флоры выделено четыре экологические группы: плейстофиты (растения, плавающие на поверхности воды), гидатофиты (полностью погруженные в воду), гелофиты (полупогруженные в воду) и гигрофиты (растения увлажненных мест обитаний). Анализ флоры выполнен на основе водного ядра (62 вида), включающего плейстофиты (11 видов), гидатофиты (17 видов) и гелофиты (34 вида).

Видовое разнообразие флоры исследованных озер изменяется в очень широких пределах. Как наибольшее, так и наименьшее число видов отмечено в Верхне-Бурлинских озерах. Для анализа сходства озер по видовому составу была построена дендрограмма методом взвешенного попарного среднего (рис. 1). По сходству видов озера разделились на два кластера. В первом кластере находятся два гипогалинных озера – Б. Пустынное и Прыганское, имеющие наибольшее видовое разнообразие флоры и отличающиеся от основной группы озер ландшафтно-географическим расположением (верхнее течение р. Бурла, ленточный бор), морфометрическими и гидрохимическими характеристиками.

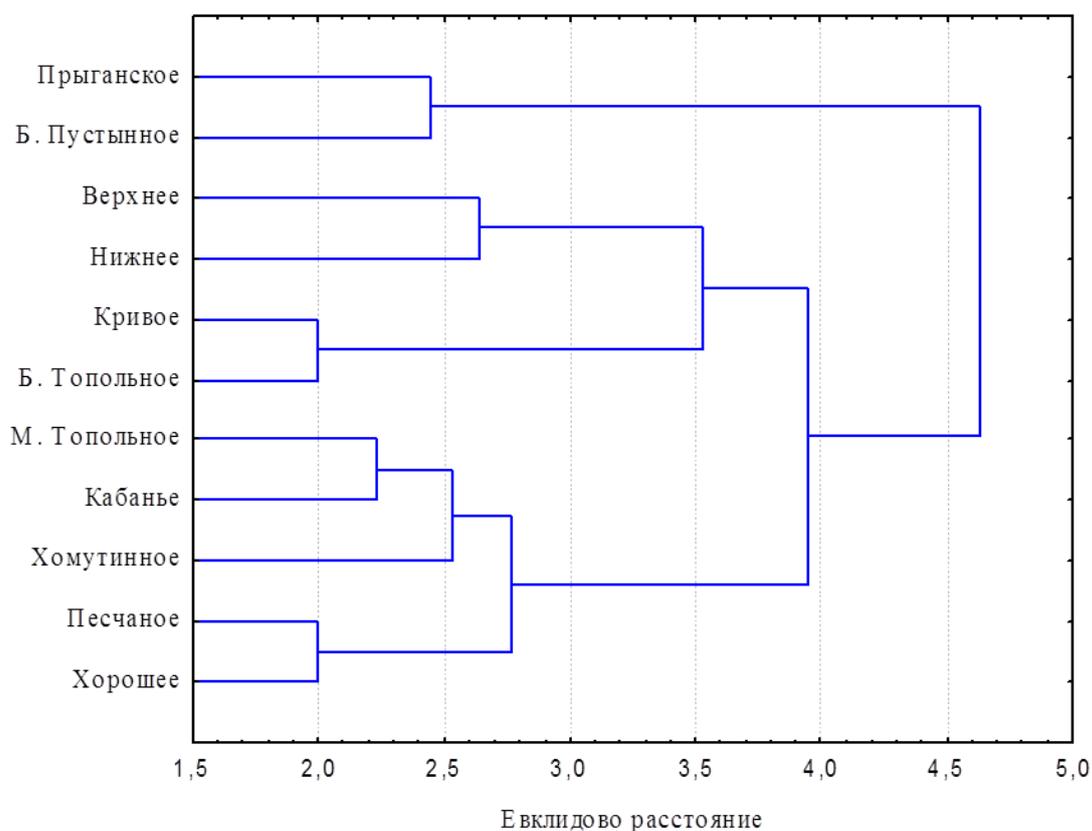


Рис. 1. Дендрограмма сходства видового разнообразия водного ядра флоры разнотипных озер Бурлинской озерно-речной системы.

Во втором кластере – три группы озер. К первой группе относятся Верхне-Бурлинские гипогалинные озера Верхнее и Нижнее, соединенные между собой протокой, они малые по площади, мелководные и имеют низкое видовое разнообразие. Группа мезогалинных озер, расположенных в нижнем течении р. Бурла, объединяется на уровне 2,8. Порядок связи в этой группе полностью отражает их расположение по течению реки Бурла, наиболее высоким сходством (на уровне 2,0) отличаются озера Песчаное и Хорошее, имеющие сульфатно-натриевые воды I типа. Отдельную группу составляют два озера – α -мезогалинное Кривое и полигалинное Б. Топольное, воды которых высокоминерализованные сульфатно-натриевые II типа. Эти озера также имеют между собой высокую степень сходства видового состава (на уровне 2,0), но отличаются от других исследованных озер наличием видов, выдерживающих высокую минерализацию.

Морфометрические и гидрохимические характеристики оказывают разное по степени влияние на видовое разнообразие макрофитов в исследованных водоемах. Результаты факторного анализа показали, что число видов гелофитов в водоеме практически не зависит от гидрохимических характеристик, но в значительной степени связано с емкостью водоема ($r = 0,74$). На видовое разнообразие гидатофитов существенным образом влияют минерализация воды и средняя глубина водоема ($r = -0,95$). Число видов плейстофитов зависит от минерализации и площади озера ($r = -0,95$).

Таким образом, в исследованных водоемах ведущим фактором, отрицательно влияющим на видовое разнообразие гидато- и плейстофитов, является минерализация воды. Так, в пресных и солоноватых водоемах с минерализацией воды до $2,1 \text{ г/дм}^3$, где представлены все экологические группы водного ядра, отмечено и наибольшее количество видов (от 40 до 71 % от общего числа видов водного ядра). В водоемах с минерализацией воды свыше 9 г/дм^3 происходит резкое снижение видового богатства (до 8–16 % от общего числа видов водного ядра). Флора таких озер представлена в основном гелофитами, из гидатофитов встречаются только некоторые виды рдестов, а плейстофиты совсем отсутствуют.

Вместе с тем каждый вид обладает определенной экологической толерантностью, то есть выносливостью по отношению к колебаниям какого-либо экологического фактора. Изучение распространения видов в озерах бассейна р. Бурла показало, что такие виды, как *Nymphaea tetragona* Georgi, *Stratiotes aloides* L., *Lemna minor* L. и др. встречались только в гипогалинных озерах (рис. 2.). Как в пресных, так и в солоноватых водоемах с минерализацией до $2,1 \text{ г/дм}^3$ отмечены *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Ceratophyllum demersum* L. и др. В водоемах с минерализацией до $9,7 \text{ г/дм}^3$ встречались *Potamogeton perfoliatus* L., *Najas marina* L. и *Chara* L. sp. Только в солоноватых водоемах с минерализацией от $1,2$ до $18,5 \text{ г/дм}^3$ был найден *Potamogeton macrocarpus* Dobroch., и от $1,3$ до $9,7 \text{ г/дм}^3$ – *Scirpus radicans* Schkuhr. Широкую экологическую амплитуду по отношению к минерализации вод имели *Cladophora* Kützing sp., *Potamogeton pectinatus* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. и *Scirpus tabernaemontani* C.C. Gmel., которые встречались во всех типах озер исследуемой территории.

Благодарности. Работа выполнена в рамках госбюджетного проекта 134.1 «Исследование палео- и современных изменений состояния водоемов и водотоков Сибири, анализ природных и антропогенных изменений для стратегии охраны, использования и обеспечения безопасности водных ресурсов Сибири» и при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ №17-05-00404.

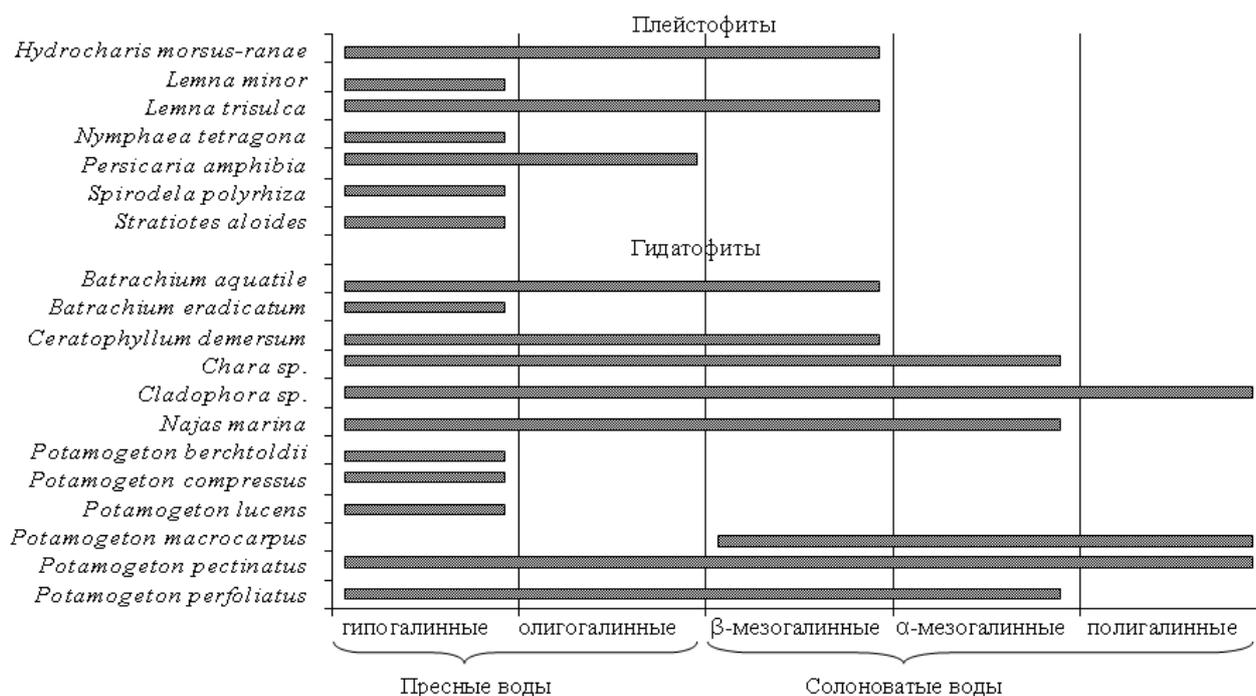


Рис. 2. Схема распространения некоторых водных растений в водоемах с различной минерализацией.

ЛИТЕРАТУРА

Алекин О. А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 296 с.

Алимов А. Ф. Связь биологического разнообразия в континентальных водоемах с их морфометрией и минерализацией вод // Биология внутр. вод, 2008. – № 1. – С. 3–8.

Биоразнообразие Карасукско-Бурлинского региона (Западная Сибирь) / Отв. ред. Ю. С. Равкин. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 273 с.

Дурникин Д. А. Флора водоемов юга Обь-Иртышского междуречья: монография. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2013. – 168 с.

Зарубина Е. Ю., Соколова М. И. Гигрофильная флора Бурлинской озерно-речной системы (Обь-Иртышское междуречье) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: сб. науч. статей по материалам XVI междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 5–8 июня 2017). – Барнаул: Концепт, 2017. – С. 78–82.

Кириллов В. В., Зарубина Е. Ю., Котовщиков А. В., Кириллова Т. В., Долматова Л. А., Ермолаева Н. И., Соколова М. И. Состав и структура водных экосистем бассейна реки Бурлы в 2010 году // Наука – Алтайскому краю 2010 г. Сб. статей. – Барнаул: Алтайский дом печати, 2010. – Вып. 4. – С. 239–252.

Руководство по гидробиологическому мониторингу поверхностных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 318 с.

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