

УДК: 502.51:582.1(1-21)

*Л. Н. Зуб, М. С. Прокопук, Ю. В. Погорелова***ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ ГОРОДСКИХ ВОДОЕМОВ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА СРЕДЫ**

На протяжении 25 лет (1990—2015 гг.) исследовалось видовое разнообразие высшей водной растительности водоемов Оболонского массива г. Киева. Отмечено высокое флористическое сходство городских водоемов и р. Днепр в ее среднем течении. На примере макрофитов озер Редькино и Вербного показано, что антропогенная трансформация проявляется в обеднении локальных флор, уменьшении ценотической активности видов, перераспределении соотношения видов отдельных экологических групп, полидоминантности сообществ, доминировании эвривалентных видов.

**Ключевые слова:** макрофиты, видовое разнообразие, городские водоемы, антропогенная трансформация.

Усиление масштабов селитебизации является одним из важнейших факторов влияния на биотическое разнообразие. Современные крупные города — это территории с измененными компонентами ландшафта, где преобладает техногенный элемент, что отрицательно сказывается на качестве среды. В связи с этим возникает необходимость комплексной оценки многофакторного влияния города на состояние водных объектов [17], чем и объясняется актуальность исследования видового состава гидробионтов в городских водоемах.

Урболандшафт г. Киева характеризуется многообразием водных объектов. Широкий спектр представленных здесь местообитаний, пригодных для развития высших водных растений (макрофитов), обуславливает их флористическое разнообразие [9]. Макрофиты являются обязательной составляющей экосистем большинства городских водоемов и водотоков, влияют на гидрохимические и гидробиологические процессы, играя важную и многогранную роль в функционировании гидроэкосистемы. В настоящем исследовании авторами был проведен анализ динамики видового разнообразия макрофитов двух водоемов Оболонского массива города (озера Редькино и Вербное) как показателя антропогенной евтрофикации.

**Материал и методика исследований.** Исследованиями были охвачены семь водоемов Оболони (озера Вербное, Редькино, каскад озер «Опечень»), поскольку они расположены на территории, претерпевшей коренную

© Л. Н. Зуб, М. С. Прокопук, Ю. В. Погорелова, 2018

трансформацию вследствие намыва земель (мощность насыпного техногенного слоя составила от 3 до 7 м и более), что повлекло за собой исчезновение целого ряда пойменных водоемов [1]. Каскад озер «Опечень» (озера Минское, Луговое, Андреевское, Кирилловское, Иорданское) представляет собой водоемы-останцы бывшего русла р. Почайны, в настоящее время фактически выполняющие роль коллектора, перехватывающего поверхностный сток с площади 6,0 тыс. га городских территорий [6]. Оз. Редькино — бывшая старица в пойме р. Днепра, трансформированная и углубленная в результате забора песка для гидронамыва. Оз. Вербное — полностью искусственный водоем, образовавшийся в карьере гидронамыва, расположен за пределами бывшего русла р. Почайны и ее поймы и с системой озер «Опечень» не соединяется [4]. Озера Редькино и Вербное используются в рекреационных целях: на берегах расположены городские пляжи с соответствующей инфраструктурой.

Видовой состав высших водных растений отдельных водоемов Оболони изучался на протяжении 25 лет (1990—2015 гг.). Гидрботанические исследования проводили с периодичностью 3—5 лет традиционными полевыми методами [5, 11]. В экологической классификации макрофитов использовали классический подход [11]: рассматривали собственно водные растения (гидрофиты), а также прибрежно-водные растения (гелофиты); виды гигрофитов и гигро-мезофитов, встречающиеся на границе уреза воды, не учитывали. Для ретроспективного анализа использовали собственные, а также литературные данные [1—3, 8—10, 16]. Оценку качества воды проводили методами биоиндикации путем расчета значений разработанной нами ранее модификации макрофитного индекса (МИ) [14].

### *Результаты исследований и их обсуждение*

По ряду гидрологических и гидробиологических характеристик озера Оболони подобны пойменным водоемам левобережных районов города [15]. Сегодня здесь встречается 34 вида высших водных растений, из которых 18 видов — воздушно-водные растения, гелофиты и 16 — настоящие водные, гидрофиты (в том числе 5 — свободноплавающие, 8 — прикрепленные, погруженные в толщу воды, 3 — прикрепленные с плавающими листьями) (табл. 1). Сравнение флоры изучаемых водоемов и флоры водоемов Каневского водохранилища (одного из ближайших крупных водоемов региона, где встречается 42 вида макрофитов [7, 12]), показало высокую степень их сходства (по Серенсену — 87%).

Характер зарастания Оболонских озер высшими водными растениями (видовое разнообразие, ценотическая роль отдельных видов, экологическая и топическая приуроченность) сходен с таковым пойменных водоемов, но имеет свои отличительные черты. Все водоемы характеризовались относительно бедным видовым составом гидрофитов (30—40% флористических списков, для озер системы «Опечень» — 3—6 видов). Отдельные озера (Луговое, Андреевское, Кирилловское) флористически крайне бедны. Зарегистрировано малое количество видов-ценозообразователей: даже в водоемах, где наблюдалось значительное видовое разнообразие (озера Вербное и Редькино), отмечено всего девять видов, формирующих собственные сообщест-

1. Видовое разнообразие и ценогическая роль макрофитов в исследуемых водоемах

Виды	Оз. Редькино	Оз. Минское	Оз. Луговое	Оз. Андреевское	Оз. Кирилловское	Оз. Иорданське	Оз. Вербное
<i>Agrostis stolonifera</i> L.							+
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+						+
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla							+
<i>Butomus umbellatus</i> L.	r				+		r
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roemer et Schultes	++						++
<i>Equisetum palustre</i> L.							+
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	++	++	++			++	++
<i>Iris pseudacorus</i> L.	r	r					r
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir.	+						+
<i>Phragmites altissimus</i> (Benth.)Nabille	+					+	
<i>Phragmites australis</i> (Cav.)Trin. et Steud.	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Rorippa amphibia</i> (L.)Bess.	++						++
<i>Scirpus lacustris</i> L.	+						+
<i>Sium latifolium</i> L.	++						++
<i>Sparganium erectum</i> L.						+	+
<i>Typha angustifolia</i> L.	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Typha latifolia</i> L.	++	++	++	++	++	++	++
<i>Typha laxmannii</i> Lepech.				r			

Продолжение табл. 1

Виды	Оз. Редькино	Оз. Минское	Оз. Луговое	Оз. Андреевское	Оз. Кирилловское	Оз. Иорданське	Оз. Вербное
<i>Batrachium circinatum</i> (Sibth.) Spach							++
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	++	+++					+++
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.							++
<i>Lemna minor</i> L.	++	++	++	++	++	++	++
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+++	+++		++	++	+++	+++
<i>Najas marina</i> L.	+	+++	++	++	++	++	++
<i>Polygonum amphibium</i> L.	+						+
<i>Potamogeton crispus</i> L.	++	++			++	++	++
<i>Potamogeton lucens</i> L.							++
<i>Potamogeton natans</i> L.	r					+	r
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	+++						+++
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	+	+		r	r	+	++
<i>Salvinia natans</i> (L.) All							++
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleiden							+++
<i>Trapa natans</i> L.	r						+
Всего видов:	24	11	6	8	9	14	32

Примечание. Здесь и в табл. 3: r — вид встречается крайне редко, единичными экземплярами; + — встречается спорадически; ++ — повсеместно как незначительная примесь в сообществах других макрофитов; +++ — вид массовый (ценообразователь).

ва. Для верхних же участков Каневского водохранилища их приводится в два раза больше [7].

Характерной чертой современной флоры макрофитов исследуемых озер является отсутствие прикрепленных гидрофитов с плавающими листьями, которые обычны в зарастании пойменных водоемов: только в трех из них встречались единичные экземпляры *Polygonum amphibium*, *Potamogeton natans* и *Trapa natans*.

Гелофиты заходят на глубину до 1 м; заросли одноярусные, монодоминантные, представленные, в основном, сообществами *Phragmites australis*. Фитоценозы с доминированием *Glyceria maxima* и *Typha angustifolia* распространены фрагментарно. В зарослях гелофитов спорадически встречаются *Typha latifolia*, *Butomus umbellatus*, *Iris pseudoacorus*, *Oenanthe aquatica*, *Rorippa amphibia* и *Scirpus lacustris*. Пояс погруженных гидрофитов составляют ценозы с доминированием *Myriophyllum spicatum*, с незначительным включением *Potamogeton pectinatus* и *Ceratophyllum demersum* (глубины 0,2—0,5 м) и *Elodea canadensis*, *Potamogeton perfoliatus* (0,5 м и более). Фитоценозы гидрофитов моно-и бидоминантные, местами сплошные, занимают мелководья до глубины 2 м. Характерно развитие раннелетней синузидии *Potamogeton crispus*. Особенностью зарастания озер системы «Опечень» является формирование значительных по площади и мозаичных по структуре сменодоминантных сообществ с участием *Najas marina*, *Myriophyllum spicatum*, *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*. Сообщества плейстофитов на всех изученных водоемах (за исключением оз. Лугового) развиты слабо. Виды-индикаторы слабого течения (*Scirpus lacustris* и *Sparganium erectum*) и олиго-мезотрофных условий (*Bolboschoenus maritimus*) [13] спорадически встречаются только на оз. Вербном.

Отмечены недавние инвазии *Phragmites altissimus* [10] и *Typha laxmannii*, расширение ареалов которых, по всей вероятности, связано с продвижением южных видов по каскаду днепровских водохранилищ.

25—30 лет назад водоемы Оболони по содержанию биогенных веществ характеризовались от «чистых» (II класс качества вод) до «грязных» (V класс) [1] (табл. 2). В настоящее время данные биоиндикации (расчеты МИ) показали, что большинство Оболонских водоемов можно характеризовать как «чистые» или «удовлетворительно чистые», по отдельным показателям — «грязные» (см. табл. 2). Изменился характер загрязнения: в конце прошлого века им было свойственно избыточное содержание азота аммонийного и нитритов [1], мы же наблюдали увеличение содержания азота нитратного и фосфатов. При этом происходит смещение качества водной среды в евтрофную и полиевтрофную зоны. Озера Луговое, Андреевское, Кирилловское характеризовались наименьшим видовым разнообразием макрофитов (см. табл. 1).

Об усилении антропогенной евтрофикации свидетельствуют и происшедшие изменения видового состава макрофитов. Сравнение современных флористических списков озер Редькино и Вербного с таковыми двадцатипятилетней давности [3] показало их существенную трансформацию (табл. 3).

## 2. Оценка качества воды водоемов Оболонского массива г. Киева

Водоемы	Оценка качества вод*	
	1990 г. [1]	2015 г. [14]**
Оз. Редькино	II	II
Оз. Минское	III—IV	III
Оз. Луговое	II—III	V
Оз. Андреевское	II—IV	III
Оз. Кириловское	III—V	III
Оз. Йорданское	III—V	III
Оз. Вербное	II	II

\* Классы качества воды: II — чистые (олигосапробные) воды, III — удовлетворительно чистые ( $\beta$ -мезосапробные), IV — загрязненные ( $\alpha$ -мезосапробные), V — грязные (полисапробные);

\*\* МИ (макрофитный индекс).

И хотя общее количество видов изменилось мало (оз. Редькино) или даже увеличилось (оз. Вербное), наблюдаются черты деградации пойменной флоры и замещение ее видами с широкой экологической валентностью, способными выдерживать антропогенную евтрофикацию.

В конце прошлого века оз. Редькино среди Оболонских озер характеризовалось наибольшим видовым разнообразием макрофитов [3]. В современной флоре водоема уже отсутствуют десять видов: *Ceratophyllum platyacanthum*, *Chara fragilis*, *Lemna trisulca*, *Potamogeton bertcholdii*, *P. trichoides*, *Batrachium circinatum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Spirodela polyrhiza*, *Sparganium erectum*, *Bolboschoenus maritimus*. Большинство из них являются индикаторами воды высокого качества [13, 14], их выпадение можно рассматривать как усиление загрязнения и переход водоемов из категории олиго-мезотрофных в мезо-евтрофные. Особо следует отметить исчезновение хары, которая еще в конце прошлого века была обычным компонентом зарастания на северо-западных мелководьях оз. Редькино (на глубине 0,3—0,5 м формировала сплошной монодоминантный пояс). Также наметились тенденции выпадения из флоры аллювиально-зависимых и реофильных видов: *Alisma plantago-aquatica*, *Bolboschoenus maritimus*, *Butomus umbellatus*, *Iris pseudacorus*, *Sparganium erectum* и *Potamogeton perfoliatus*. Ранее повсеместно распространенные, эти виды сегодня на мелководьях встречаются редко. Отмечается уменьшение роли в зарастании мелководий оз. Редькино *Elodea canadensis*, которая из ценозообразователя перешла на роль вида, встречающегося как незначительная примесь в сообществах других макрофитов. В настоящее время на водоеме также появилось пять новых видов макрофитов: *Potamogeton natans*, *Trapa natans*, *Najas marina*, *Rorippa amphibia* и *Phragmites altissimus*. Все они отмечены единичными экземплярами или куртинами, за исключением *N. marina*, ценотическая роль которой постоянно усиливается.

## 3. Трансформация фиторазнообразия исследуемых озер

Виды	Оз. Редькино		Оз. Вербное	
	1990 г.	2015 г.	1990 г.	2015 г.
<i>Agrostis stolonifera</i>	—	—	—	+
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	++	+	++	+
<i>Batrachium circinatum</i>	<i>r</i>	—	—	++
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	++	—	++	+
<i>Butomus umbellatus</i>	++	<i>r</i>	++	<i>r</i>
<i>Ceratophyllum demersum</i>	+	+++	+	+++
<i>Ceratophyllum platyacanthum</i> Cham.	+	—	—	—
<i>Chara fragilis</i> L.	++	—	—	—
<i>Eleocharis palustris</i>	+	++	+	++
<i>Equisetum palustre</i> L.	—	—	++	+
<i>Elodea canadensis</i>	+++	++	++	+++
<i>Glyceria maxima</i>	++	+++	+++	+++
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	+	—	—	++
<i>Iris pseudoacorus</i>	+	<i>r</i>	+	<i>r</i>
<i>Lemna minor</i>	+	++	+	++
<i>Lemna trisulca</i> L.	+	—	—	—
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	+++	+	+++
<i>Najas marina</i>	—	++	—	+++
<i>Oenanthe aquatica</i>	+	+	+	+
<i>Phragmites altissimus</i>	—	+	—	—
<i>Phragmites australis</i>	++	+++	+++	+++
<i>Polygonum amphibium</i>	++	+	++	+
<i>Potamogeton bertcholdii</i> Fieber	+	—	—	—
<i>Potamogeton crispus</i>	—	++	+	+++
<i>Potamogeton lucens</i>	—	—	—	++
<i>Potamogeton natans</i>	—	<i>r</i>	—	<i>r</i>
<i>Potamogeton pectinatus</i>	+++	+++	+++	+++
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	+++	+	++	++
<i>P. trichoides</i> Cham. & Schlecht.	+	—	—	—
<i>Rorippa amphibia</i>	—	++	+	++
<i>Salvinia natans</i>	—	—	+	++
<i>Scirpus lacustris</i>	++	+	++	+

Продолжение табл. 3

Виды	Оз. Редькино		Оз. Вербное	
	1990 г.	2015 г.	1990 г.	2015 г.
<i>Sium latifolium</i>	+	++	+	++
<i>Sparganium erectum</i>	+	—	++	+
<i>Spirodela polyrhiza</i>	+++	—	+	+++
<i>Trapa natans</i>	—	r	—	+
<i>Typha angustifolia</i>	++	+++	++	+++
<i>Typha latifolia</i>	+	++	+	++
<i>Typha laxmannii</i>	—	—	+	—
Всего	28	24	26	32

Заметная перестройка флористического состава наблюдается и на оз. Вербном. Правда, за 25 лет исследований мы констатировали исчезновение только одного вида — *Typha laxmannii*. Вместе с тем, появилось семь новых: *Potamogeton natans*, *Trapa natans*, *Najas marina*, *Agrostis stolonifera*, *Batrachium circinatum*, *Potamogeton lucens*, *Hydrocharis morsus-ranae*.

Параллельно с видовым составом изменилась и экологическая структура флоры: уменьшилось и без того незначительное количество видов погруженных прикрепленных гидрофитов; появились ранее отсутствовавшие виды прикрепленных гидрофитов с плавающими листьями; увеличилось видовое разнообразие гелофитов. Последние существенно усилили свою роль как ценозообразователи (см. табл. 3), формируя на прибрежных мелководьях заросли бордюрного типа. Также отмечается усиление ценотической активности типичных видов — индикаторов антропогенной евтрофикации — *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Najas marina*, за счет которых формируется пояс погруженных макрофитов, ранее образуемый зарослями *Potamogeton perfoliatus*.

### Заключение

Несмотря на различные виды антропогенного воздействия на городские водоемы, видовое разнообразие высших водных растений озер Оболони (встречается 34 вида макрофитов) во многом сохранило свои природные черты и сопоставимо с флорой Среднего Днепра. Характер зарастания (поясность в строении зарослей, преобладание лимнофильных и евтрофо-болотных видов) сходен с таковым пойменных водоемов, но имеет свои отличительные черты: отмечается упрощение видового состава, уменьшение ценотической активности макрофитов, фрагментарность сообществ, выпадение пояса погруженных рдестов, полидоминантность в зарослях гидрофитов.

Сравнение видового разнообразия макрофитов озер Редькино и Вербного за 25-летний период показало значительную его трансформацию за счет исчезно-



вения видов — индикаторов воды высокого качества и усиления ценотической активности эвривалентных видов, способных выдерживать нарастающее загрязнение.

\*\*

*Протягом 25 років (1990—2015) досліджувалося видове багатство вищої водної рослинності водойм Оболонського масиву м. Києва. Відзначено високу флористичну схожість міських водойм і р. Дніпра в його середній течії. На прикладі макрофітів озер Редьчине та Вербне показано, що антропогенна трансформація проявляється у збідненні флор окремих водойм, низькій ценотичній активності видів, зміні співвідношення видів окремих екологічних груп, полідомінантності угруповань, домінуванні видів — індикаторів антропогенної евтрофікації.*

\*\*

*For 25 years (1990—2015) the species diversity of the higher aquatic vegetation of the Obolon massif of Kiev was investigated. A high floristic similarity of urban water bodies with such Dnipro River in its average flow was noted. By example of two lakes (Redkino and Verbne) it is shown that anthropogenic transformation manifested in impoverishment of flora of separate water objects, low cenotic activity of species, redistribution of a ratio of species of separate ecological groups, polydominance of communities, domination of indicator species of anthropogenic eutrophication.*

\*\*

1. Афанасьев С. А. Характеристика состояния разнотипных водоемов города Киева // Вестн. экологии. — 1996. — № 1—2. — С. 112—118.
2. Афанасьев С. А., Колесник М. П., Давиженко Т. В. и др. Санитарно-гидробиологическое состояние озер и заливов жилого массива Оболонь г. Киева // Гидроэкологические проблемы внутренних водоемов Украины. — Киев: Наук. думка, 1991. — С. 98—110.
3. Балашев Л. С., Зуб Л. Н., Савицкий А. А. Типы водоемов Киева по флористическому составу высшей водной растительности // Биология внутр. вод. — 2000. — № 1. — С. 5—12.
4. Барцевська Н. М. Фізико-географічні та ландшафтні особливості водозборів Оболонських озер // Упорядкування водоохоронних зон міських водойм на основі екологічної оцінки якості вод. — К.: Медінформ, 2016. — С. 17—21.
5. Гидрботаника. Методология, методы / Науч. ред. В. Г. Папченков, А. А. Бобров, А. В. Щербаков, Л. И. Лисицына. — Рыбинск, 2003. — 188 с.
6. Дьомін М. М., Ніщук В. С., Сінгаєвська О. І. та ін. Екологічний стан водозбору озер Мінське та Лугове в системі озер Опечень Оболонського району м. Києва // Містобудування та територіальне планування. — 2004. — Вип. 19. — С. 89—95.
7. Дьяченко Т.Н. Макрофиты киевского участка Каневского водохранилища // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія. Вип. Гідроекологія. — 2005. — № 3 (26). — С. 148—150.
8. Зуб Л.Н., Карпова Г.А., Савицкий А.А. Озера пойменных ландшафтов г. Киева как резерваты разнообразия макрофитов // Озерные экосисте-

- мы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Материалы 2-й Междунар. конф., 22–26 сент. 2003 г., Минск; Нарочь. — Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 2003. — С. 266—268.
9. *Зуб Л.М., Савицкий А.Л.* Растительность водоёмов города Киева // Укр. ботан. журн. — 1999. — Т.56, № 3. — С. 266—276.
  10. *Карпова Г.О., Клепец О.В.* Особливості поширення очерету найвищого *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile.) в умовах урболандшафту // Рослини та урбанізація: Матеріали третьої міжнар. наук.-практ. конф, Дніпропетровськ, 19—20 бер. 2013 р. — Дніпропетровськ, 2013 р. — С. 14—16.
  11. *Катанская В.М.* Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. — Л.: Наука, 1981. — 185 с.
  12. *Корелякова И.Л., Горбик В.М.* Высшая водная растительность Днепра и днепровских водохранилищ // Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ. — Киев: Наук. думка, 1989. — С. 5—48.
  13. *Макрофиты* — индикаторы изменений природной среды // Отв. ред. С. Гейны, К. М. Сытник. — Киев: Наук. думка, 1993. — 434 с.
  14. *Мальцев В. И., Карпова Г.О., Зуб Л.М.* Визначення якості води методами біоіндикації. — К.: НЦЕБМ НАН України, ІНЕКО, 2011. — 112 с.
  15. *Романенко О.В., Арсан О.М., Кінніс Л.С., Ситник Ю.М.* Екологічні проблеми Київських водойм і прилеглих територій. — К.: Наук. думка, 2015. — 192 с.
  16. *Ivanova I. Yu., Kharchenko G. V., Klochenko P. D.* Higher aquatic vegetation of water bodies of the town of Kiev // Hydrobiol. J. — 2007. — Vol. 43, N 3. — P. 36—56.
  17. *Romanenko V. D., Liashenko A. V., Afanasyev S. A., Zorina-Sakharova Ye. Ye.* Biological Indication of Ecological Status of the Water Bodies within Kiev City Boundaries // Hydrobiol. J. — 2010. — Vol. 46, N 4. — С. 3—24.

Институт эволюционной экологии  
НАН Украины, Киев

Поступила 07.09.18