

УДК 582.232 [285.31]

П. Д. Клоченко, Т. Ф. Шевченко

**ФИТОЭПИФИТОН КАК БИОИНДИКАТОР
СОСТОЯНИЯ ВЕРХНЕКАСКАДНЫХ ДНЕПРОВСКИХ
ВОДОХРАНИЛИЩ**

Биоиндикация состояния Киевского и Каневского водохранилищ осуществлена по индикаторным характеристикам фитоэпифитона. Результаты экологического анализа показали, что в исследованных водоемах в его составе наибольшим количеством видов представлены бентосные и планктонно-бентосные организмы, обитатели медленно текущих и умеренно теплых вод, алкалифилы, а также индифференты по отношению к солености воды. Среди индикаторов типа питания преобладали автотрофы, развивающиеся при повышенной концентрации азотсодержащих органических соединений, среди индикаторов органического загрязнения — β -мезосапробионты и эврисапробы, а среди индикаторов трофического уровня — эвтрофные организмы. Установлено, что в Каневском водохранилище доля эвтрофных организмов, автотрофов, развивающихся при повышенной концентрации азотсодержащих органических соединений, и эврисапробов была выше, чем в Киевском. Это свидетельствует о более существенном загрязнении Каневского водохранилища биогенными и органическими веществами.

Ключевые слова: эпифитные водоросли, Киевское водохранилище, Каневское водохранилище, биоиндикация.

В современный период глобальных масштабов достиг антропогенный пресс на водные объекты, вследствие чего необходимость оценки их экологического состояния стала проблемой первостепенной важности.

В настоящее время во многих странах перешли от чисто химического контроля за состоянием водной среды к биологическому, основанному на системе биоиндикации, поскольку сообщества водных организмов отражают совокупное воздействие природных и антропогенных факторов на состояние водных объектов [8, 9, 12, 25, 26]. При этом исследования обычно выполняются в два этапа: первый предполагает общую характеристику, второй — оценку эколого-санитарного состояния водных объектов [25]. Существенно также то, что биоиндикация имеет экономические преимущества, поскольку требует меньше затрат, чем определение многих загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты в результате человеческой деятельности [5].

© П. Д. Клоченко, Т. Ф. Шевченко, 2019

Биоиндикационные возможности водорослей реализуются двумя способами: по видам-индикаторам определенных факторов среды (соленость, сапробность, кислотность и др.) и по качественным и количественным параметрам сообществ. Весьма чувствительным к изменению абиотических и биотических факторов среды является фитоэпифитон, который достаточно четко реагирует на различные воздействия. Это обуславливает эффективность его применения для характеристики и оценки экологического состояния водных объектов [11, 15, 20, 27, 28, 31, 32].

Целью работы было провести биоиндикацию состояния Киевского и Каневского водохранилищ на основе индикаторных характеристик водорослей, развивающихся в обрастании высших водных растений разных экологических групп.

Материал и методика исследований. Объектом исследований были Киевское и Каневское водохранилища. Киевское — головное в каскаде днепровских водохранилищ, его площадь составляет 922 км², длина — 110 км, средняя ширина — 8,4 км. По форме чаши оно может быть отнесено к долинным с элементами озерности, по размерам — к крупным, по глубине — к незначительно глубоким [2]. Каневское водохранилище является вторым в каскаде. Его площадь составляет 675 км², длина — 123 км, средняя ширина — 5,5 км. По основным морфометрическим показателям Каневское водохранилище относится к крупным, долинным и незначительно глубоким. Верхняя часть водохранилища состоит из руслового Киевского участка, в который впадает р. Десна и во многих местах поступают сточные воды промышленных и коммунально-бытовых предприятий г. Киева [2].

Отбор проб фитоэпифитона проводили с 23 видов высших водных растений, относящихся к трем экологическим группам: воздушно-водных — *Acorus calamus* L., *Butomus umbellatus* L., *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Sagittaria sagittifolia* L., *Scirpus lacustris* L., *Sparganium erectum* L., *Stratiotes aloides* L., *Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L., с плавающими листьями — *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea alba* L., *Trapa natans* L. и погруженных — *Batrachium foeniculaceum* (Gilib.) V. Krecz., *Ceratophyllum demersum* L., *Elodea canadensis* Michx., *Myriophyllum spicatum* L., *Najas marina* L., *Potamogeton crispus* L., *P. gramineus* L., *P. pectinatus* L., *P. perfoliatus* L. и *P. praelongus* Wulf. Пробы эпифитона отбирали с использованием методов, общепринятых в практике гидробиологических исследований [7].

Карты-схемы Киевского и Каневского водохранилищ с указанием станций отбора проб приведены нами ранее [6, 16, 17, 19]. Экологический анализ проводили с использованием индикаторных характеристик водорослей, приведенных в соответствующих литературных источниках [1, 10, 33, 34, 37]. Экологические группы выделяли с учетом публикаций [13, 14, 24, 29, 30]. Содержание биогенных веществ в воде определяли общепринятыми методами [4]. Величину рН воды устанавливали с помощью прибора рН-150М.

Результаты исследований и их обсуждение

Всего в результате обобщения литературных [3] и оригинальных данных [16] в обрастании высших водных растений Киевского водохранилища зарегистрировано 432 вида водорослей, представленных 452 внутривидовыми таксонами (включая те, которые содержат номенклатурный тип вида). Основу видового богатства фитозоопитона составляли Bacillariophyta, Chlorophyta и Charophyta, вклад которых в общее количество видов водорослей в сумме составлял 84,5%.

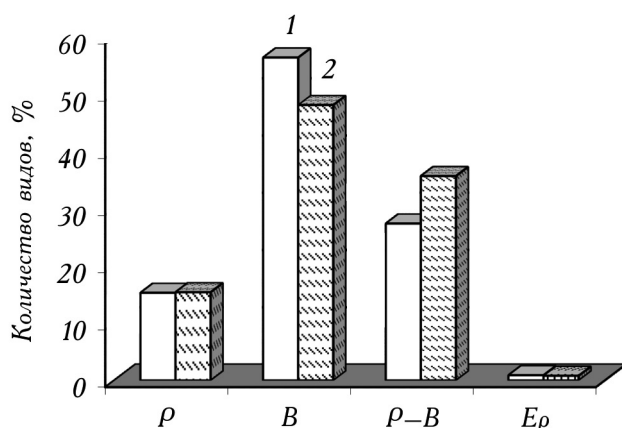
В эпифитоне Каневского водохранилища в результате оригинальных исследований [6, 17, 19] выявлено 329 видов водорослей, представленных 343 внутривидовыми таксонами. Основу видового богатства эпифитных водорослей составляли Bacillariophyta, Chlorophyta и Charophyta (82,9% общего количества найденных видов).

Проведенный биоиндикационный анализ показал, что среди обнаруженных организмов эпифитона Киевского водохранилища индикаторами местообитания являются 452 вида, проточности и насыщения воды кислородом — 251, температурного режима — 72, активной реакции среды — 253, солености воды — 283, типа питания и отношения к концентрации азотсодержащих органических соединений — 121, трофического статуса водоемов — 174, органического загрязнения — 323 вида (по Р. Пантле и Г. Бук) и 134 вида (по Т. Ватанабе).

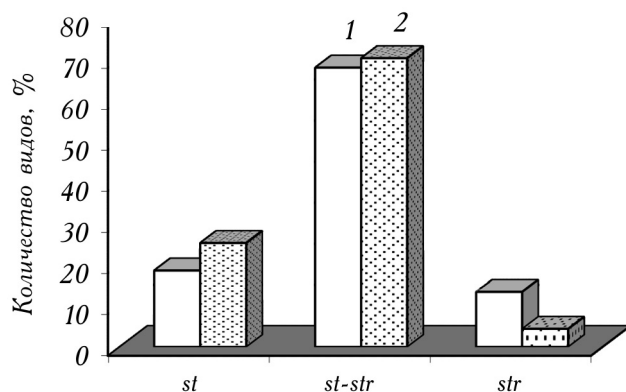
В эпифитоне Каневского водохранилища обнаружено 260 индикаторных видов водорослей, из которых 252 вида являются индикаторами местообитания, 158 — индикаторами проточности и насыщения воды кислородом, 43 — индикаторами температурного режима, 148 — индикаторами активной реакции среды, 183 — индикаторами солености воды, 83 — индикаторами типа питания и отношения к концентрации азотсодержащих органических соединений, 116 — индикаторами трофического статуса водоемов, 223 вида — индикаторами органического загрязнения по системе Р. Пантле и Г. Бук и 98 видов — согласно системе Т. Ватанабе.

В исследованных водохранилищах по приуроченности к местообитанию преобладали бентосные организмы (*Cymbella cistula* (A. Hempel in A. Hempel et Ehrenb.) Kirchn., *C. lanceolata* (C. Agardh) Ehrenb., *Encyonema elginense* (Krammer) D.G. Mann, *Epithemia adnata* (Kütz.) Bréb., *E. sorex* Kütz. и др.). Их вклад в общее количество видов — индикаторов местообитания составлял 56,4 и 48,1%, соответственно в Киевском и Каневском водохранилищах. Высокой (27,4 и 35,7%) была и доля планктонно-бентосных организмов (*Coelastrum microporum* Nägeli, *Desmodesmus abundans* (Kirchn.) E. Hegew., *D. communis* (E. Hegew.) E. Hegew., *Pediastrum boryanum* (Turpin) Menegh. и др.). Вклад планктонных организмов составлял 15,3 и 15,4% (рис. 1).

Представители медленно текущих вод (*Amphora ovalis* Kütz., *Cocconeis pediculus* Ehrenb., *Cymbella cistula* и др.) значительно преобладали среди видов — индикаторов текучести воды и ее насыщения кислородом (68,0 и 70,3%, соответственно в Киевском и Каневском водохранилищах). На долю инди-



1. Распределение видов водорослей по их приуроченности к местообитанию: *P* — планктонные; *P-B* — планктонно-бентосные; *B* — бентосные; *Ep* — эпифитные. Здесь и на рис. 2—9: 1 — Киевское водохранилище; 2 — Каневское водохранилище.



2. Распределение водорослей — индикаторов проточности и насыщения воды кислородом: *st* — стоячих с низким насыщением кислородом; *st-str* — медленно текущих со средней насыщенностью кислородом; *str* — быстро текущих вод с высокой насыщенностью кислородом.

каторов стоячих вод приходилось 18,6 и 25,3%, а на долю индикаторов быстро текущих вод — 13,4 и 4,4% (рис. 2).

Среди водорослей — индикаторов температурного режима преобладали представители умеренно теплых вод — *Cocconeis placentula* Ehrenb., *Cymbella tumida* (Bréb. ex Kütz.) Grunow in van Heurck, *Epithemia adnata* и др. (62,8 и 76,7%). Существенный вклад (28,6 и 16,3%) вносили и эвритермные организмы (*Achnanthydium minutissima* (Kütz.) Czarn., *Euglena acus* Ehrenb., *Phacus acuminatus* A. Stokes, *Ph. caudatus* Hübner, *Trachelomonas oblonga* Lemmerm., *T. volvocina* Ehrenb. и др.). В небольшом количестве встречались также холодолюбивые (4,3 и 2,3%) и теплолюбивые организмы (4,3 и 4,7%) (рис. 3).

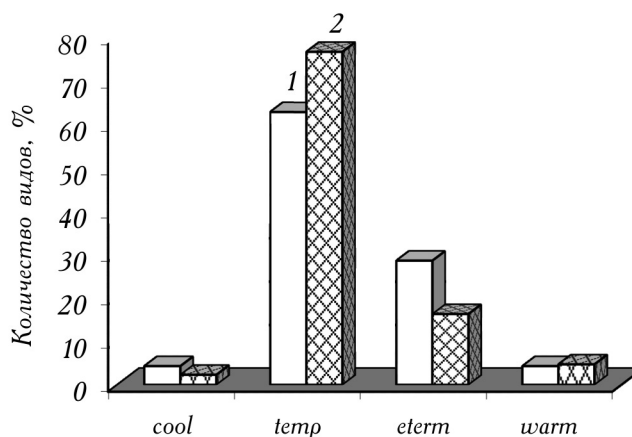
Среди видов — индикаторов pH среды в исследованных водохранилищах наибольшим количеством (41,3 и 48,0%) представлены

алкалифилы (*Gomphonema acuminatum* Ehrenb., *Epithemia soresx*, *E. turgida* (Ehrenb.) Kütz. и др.). Важную роль (40,4 и 35,8%) играли и индифференты (*Coelastrum microporum*, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, *Pediastrum duplex* Meyen и др.). Следует отметить, что в Каневском водохранилище доля алкалифилов была выше (48,0%), а вклад индифферентов ниже (35,8%), чем в Киевском водохранилище (рис. 4). Это согласуется с данными прямых измерений активной реакции среды. Так, в период исследований величина pH воды в Каневском водохранилище изменялась в пределах 7,20—8,43, а в Ки-

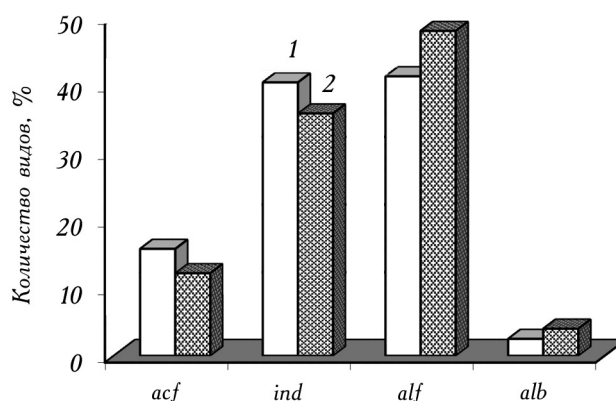
евском находилась в границах 7,24—7,41. В то же время вклад ацидофилов (виды р. *Eunotia* Ehrenb., *Pinularia lata* (Bréb.) W. Sm., *Closterium parvulum* Nägeli и др.) в Киевском водохранилище (15,8%) был выше, чем в Каневском (12,2%), что, очевидно, связано с поступлением в верхнюю часть Киевского водохранилища вод р. Припяти, характеризующихся низкими значениями рН (в среднем 7,43) за счет высокого содержания гумусовых веществ (до 95,4 мг/дм³) в составе растворенных органических веществ [23].

Преобладающей группой среди индикаторов солености воды были индифференты (*Nitzschia amphibia* Grunow, *Cosmarium botrytis* Menegh., *Closterium moniliferum* (Bory) Ehrenb. и др.), доля которых составляла 76,0 и 78,7%, соответственно в Киевском и Каневском водохранилище. Вклад галофилов (10,2 и 13,7%), галофобов (10,6 и 4,4%), мезогалофобов (2,4 и 2,7%) и олигогалофобов (0,4 и 0,5%) был значительно ниже. Важно подчеркнуть, что доминирование индифферентов является характерной чертой пресных водоемов (рис. 5).

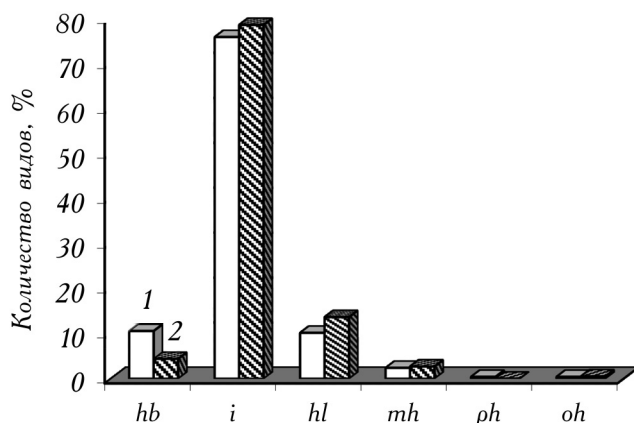
Среди индикаторов трофического уровня вод найдены обитатели олиготрофных, олиго-мезотрофных, мезотрофных, мезо-эвтрофных, эвтрофных и гипертрофных вод, а также виды широкой амплитуды трофности. В исследованных водохранилищах наибольшим оказался вклад обитателей эвтрофных (*Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bert., *Closterium monilife-*



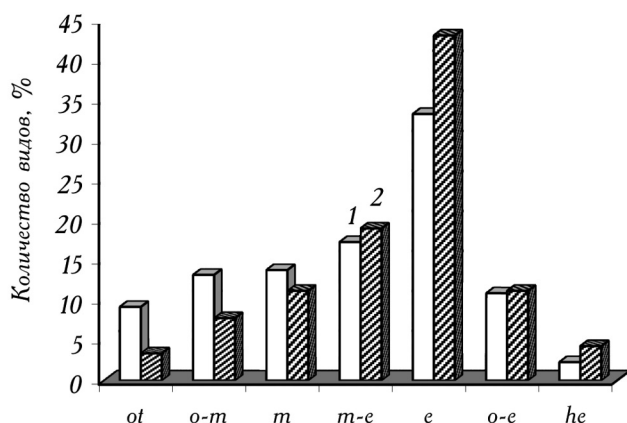
3. Распределение водорослей — индикаторов температурного режима: cool — холодолюбивые; temp — обитатели умеренно теплых вод; eterm — эвритермные; warm — теплолюбивые.



4. Распределение водорослей — индикаторов рН воды: acf — ацидофилы; ind — индифференты; alf — алкалофилы; alb — алкалобионты.



5. Распределение водорослей — индикаторов солености воды: *hb* — галофобы; *i* — индифференты; *hl* — галофилы; *mh* — мезогалобы; *ph* — полигалобы; *oh* — олигогалобы.

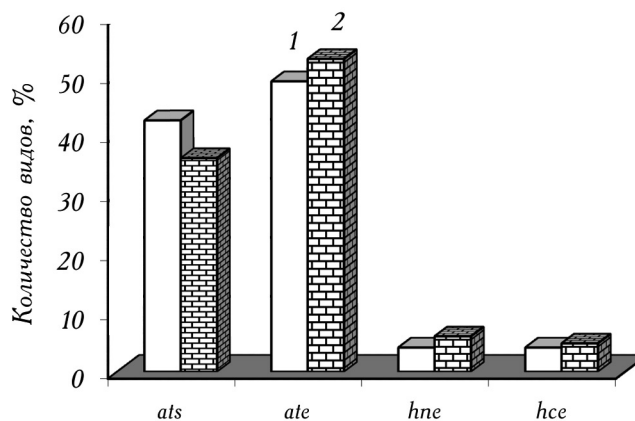


6. Распределение водорослей — индикаторов уровня трофности вод: *ot* — олиготрофных; *o-m* — олиго-мезотрофных; *m* — мезотрофных; *m-e* — мезо-эвтрофных; *e* — эвтрофных; *he* — гипертрофных; *o-e* — олиго-эвтрофных.

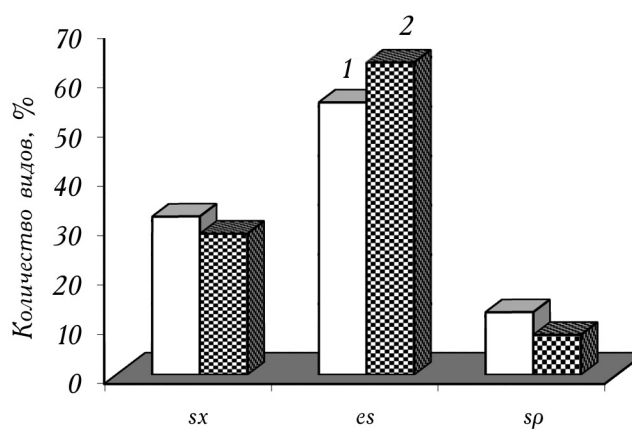
rum, *C. venus* Kütz., *Cosmarium formosulum* Hoffm., *C. obtusatum* Schmidle и др.) — 33,3 и 43,1% и значительно меньшим — мезо-эвтрофных (17,3 и 19,0%), мезотрофных (13,8 и 11,2%), олиго-мезотрофных (13,2 и 7,8%), олиготрофных (9,2 и 3,4%) и гипертрофных (2,3 и 4,3%) вод, а также видов широкой амплитуды трофности (10,9 и 11,2%) (рис. 6). Обращает на себя внимание тот факт, что в Каневском водохранилище доля эвтрофных организмов была заметно выше (43,1%), чем в Киевском (33,3%). Важно подчеркнуть, что более высокое содержание биогенных элементов отмечали также в Каневском водохранилище. Так, например, летом 2012 г. наибольшая концентрация неорганических соединений фосфора в Каневском водохранилище составляла 0,193 мг P/дм³, а в Киевском — 0,105 мг P/дм³. Следует отметить, что в Каневском водохранилище средние значения как численности, так и биомассы эпифитона на высших водных растениях всех экологических групп были значительно выше, чем в Киевском водохранилище [18].

Основой системы индикации типа питания [34] являются индикаторные свойства диатомовых водорослей, в частности особенности их питания и отношение к количеству азотсодержащих органических соединений в воде.

Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что в исследованных водохранилищах наибольшим количеством видов представлены автотрофы, развивающиеся при повышенной концентрации азотсодержащих органических соединений в воде (49,2 и 53,0%) (рис. 7). Среди них наиболее часто встречались *Cymbella lanceolata*, *Encyonema minuta* (Hilse) Mann, *Gomphonopsis olivaceum* (Horn) Dawes ex R. Ross. et P.A. Sims. и др. Второе место принадлежало автотрофам, которые развиваются при низкой концентрации азотсодержащих органических соединений (42,6 и 36,2%). Третье и четвертое места занимали факультативные гетеротрофы, развивающиеся при периодическом повышении концентрации азотсодержащих органических соединений (4,1 и 6,0%), и облигатные гетеротрофы, развивающиеся при повышенной концентрации азотсодержащих органических соединений (4,1 и 4,8%). Обращает на себя внимание тот факт, что в Каневском водохранилище доля автотрофов, развивающихся при повышенной концентрации азотсодержащих органических соединений в воде, была выше, чем в Киевском.

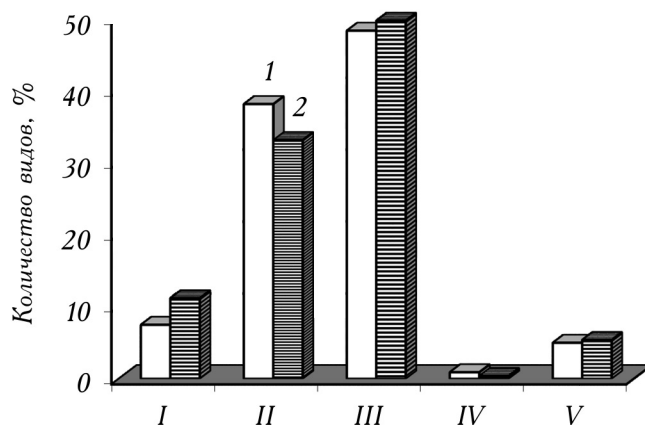


7. Распределение водорослей — индикаторов типа питания и отношения к концентрации азотсодержащих органических соединений (АОС): *ats* — автотрофы, развивающиеся при низкой концентрации АОС; *ate* — автотрофы, развивающиеся при повышенной концентрации АОС; *hne* — факультативные гетеротрофы, развивающиеся при периодическом повышении концентрации АОС; *hce* — облигатные гетеротрофы, развивающиеся при повышенной концентрации АОС.



8. Распределение водорослей — индикаторов органического загрязнения (по Т. Ватанабе): *sx* — сапроксены; *es* — эврисапробы; *sp* — сапрофилы.

В системе индикации органического загрязнения [37] виды-индикаторы относятся к трем группам: сапроксены — обитатели чистых вод, эврисапро-



9. Распределение водорослей — индикаторов органического загрязнения (по Р. Пантле и Г. Бук в модификации В. Сладечека) по основным группам: I — χ -сапробионты (индекс сапробиности $S = 0-0,5$), включая χ - и χ - σ -сапробионты; II — σ -сапробионты ($S = 0,5-1,5$), включая σ - χ -, χ - β -, σ - и σ - β -сапробионты; III — β -мезосапробионты ($S = 1,5-2,5$), включая β - σ -, σ - α -, β - и β - α -сапробионты; IV — α -мезосапробионты ($S = 2,5-3,5$), включая α -, β - ρ -, ρ - α - и α - ρ -сапробионты; V — полисапробионты ($S = 3,5-4,0$), включая α - β - и ρ -сапробионты.

бы — обитатели умеренно загрязненных вод и сапрофилы — обитатели загрязненных вод. В обоих исследованных водохранилищах преобладали эврисапробы (55,2 и 63,3%) (рис. 8). Среди них наиболее часто встречались *Rhopalodia gibba* (Ehrenb.) O. Müll., *Gomphonema truncatum* Ehrenb. и др. Вклад сапроксенов составлял 32,1 и 28,6%, а сапрофилов — 12,7 и 8,10%. Следует отметить, что доля эврисапробов была более высокой в Каневском водохранилище. Характерной особенностью Киевского водохранилища является высокое содержание растворенных органических веществ (25,1 мг/дм³) с превалированием гумусовых веществ (до 90%), имеющих аллохтонную природу и поступающих, в основном, со стоком р. Припяти [21, 35, 36]. В Каневском водохранилище высокое содержание растворенных органических веществ обуславливается как их поступлением из вышерасположенного Киевского водохранилища [22], так и попаданием с коммунально-бытовыми стоками г. Киева.

Среди видов — индикаторов органического загрязнения (в системе Р. Пантле и Г. Бук в модификации В. Сладечека) [1] обнаружены виды водорослей, относящиеся к пяти основным группам: ксеносапробионты, олигосапробионты, бета-мезосапробионты, альфа-мезосапробионты и полисапробионты. Наибольшим количеством видов в Киевском и Каневском водохранилищах были представлены бета-мезосапробные организмы — соответственно 48,4 и 49,8% (рис. 9). Среди них наиболее часто встречались *Gomphonema augur* Ehrenb., *Epithemia adnata*, *Closterium moniliferum*, *C. parvulum* Nägeli, *Cosmarium botrytis*. Вклад олигосапробионтов составлял 38,2 и 33,2%, ксеносапробионтов — 7,5 и 11,2, альфа-мезосапробионтов — 0,9 и 0,4 и полисапробионтов — 5,0 и 5,4%.

Заключение

Таким образом, результаты экологического анализа показали, что в исследованных водохранилищах в составе фитоэпифитона наибольшим количеством ви-

дов представлены бентосные и планктонно-бентосные организмы. Среди видов — индикаторов проточности преобладали обитатели медленно текущих вод, температурного режима — представители умеренно теплых вод, активной реакции среды — алкалифилы и солёности — индифферентные организмы. Индикаторы типа питания были представлены преимущественно автотрофами, которые развиваются при повышенной концентрации азотсодержащих органических соединений. Среди индикаторов органического загрязнения доминировали β -мезосапробионты и эврисапробы, а среди индикаторов трофического уровня — обитатели эвтрофных вод.

Сравнение полученных данных показало, что в исследованных водохранилищах характер распределения видов — индикаторов местообитания, проточности и солёности воды был сходным. Что касается индикаторов температурного режима, то в Каневском водохранилище отмечен более высокий вклад обитателей умеренно теплых вод. Распределение индикаторов pH среды также было неравномерным. Так, в Каневском водохранилище доля алкалифилов и алкалибионтов была выше, а вклад ацидифилов и индифферентов — ниже, чем в Киевском. Важно также отметить, что в Каневском водохранилище доля эвтрофных организмов, автотрофов, развивающихся при повышенной концентрации азотсодержащих органических соединений, и эврисапробов (показателей умеренно загрязнённых вод) была выше, чем в Киевском. Это указывает на более значительное загрязнение Каневского водохранилища биогенными и органическими веществами, что подтверждается данными прямых гидрохимических измерений. Результаты исследований свидетельствуют о необходимости осуществления гидробиологического мониторинга исследованных водохранилищ по биоиндикационным характеристикам фитозпифитона с целью формирования информационного базиса для разработки эффективной системы мероприятий по уменьшению воздействия антропогенных факторов, приводящих к ухудшению состояния водных экосистем.

**

Біоіндикацію стану Київського та Канівського водосховищ здійснено за індикаторними характеристиками фітоепіфітону. Результати екологічного аналізу показали, що в досліджених водоймах у його складі найбільшою кількістю видів представлені бентосні та планктонно-бентосні організми, мешканці повільно текучих і помірно теплих вод, алкаліфіли, а також індиференти по відношенню до солоності води. Серед індикаторів типу живлення переважали автотрофи, які розвиваються за підвищеної концентрації азотовмісних органічних сполук, серед індикаторів органічного забруднення — β -мезосапробіонти і еврисапроби, а серед індикаторів трофічного рівня — евтрофні організми. Встановлено, що у Канівському водосховищі частка евтрофних організмів, автотрофів, які розвиваються за підвищеної концентрації азотовмісних органічних сполук, та еврисапробів була вищою, ніж у Київському. Це свідчить про більш суттєве забруднення Канівського водосховища біогенними та органічними речовинами.

**

Bioindication of the ecological state of the Kiev and Kanev reservoirs was carried out based on the indicator characteristics of phytoepiphyton. Results of the ecological analysis have shown that benthic and plankton-benthic organisms were represented by the largest number of species. Algal species — indicators of slowly flowing and moderately warm wa-

ters, alkaliphiles and also indifferent organisms in relation to water salinity prevailed in phytoepiphyton of the studied reservoirs. Among diatoms — indicators of the type of nutrition, nitrogen-autotrophic taxa tolerating elevated concentrations of organically bound nitrogen were represented by the largest number of species. Eurysaprobites and β -mesosaprobionts predominated among the indicators of organic contamination, whereas eutrapihentic organisms — among the indicators of the trophic state. It has been found that in the Kanev Reservoir the contribution of eutrapihentic organisms, nitrogen-autotrophic taxa tolerating elevated concentrations of organically bound nitrogen, and eurysaprobites was higher than that in the Kiev Reservoir. This fact is indicative of a higher degree of contamination of the Kanev Reservoir by nutrients and organic matter.

**

1. Баринова С.С., Мегведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. — Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. — 498 с.
2. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / Отв. ред. М. А. Шевченко. — Киев: Наук. думка, 1989. — 216 с.
3. Растительность и бактериальное населения Днепра и его водохранилищ / Под. ред. Н. В. Кондратьевой. — Киев: Наук. думка, 1989. — 232 с.
4. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А. Д. Семенова. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 542 с.
5. Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. — Минск: Орех, 2004. — 125 с.
6. Тарашук О.С., Шевченко Т.Ф., Клоченко П.Д. Эпифитные водоросли озерного участка Каневского водохранилища (Украина) // Альгология. — 2011. — Т. 21, № 2. — С. 202—212.
7. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. — Киев: Вища шк., 1984. — 333 с.
8. Afanasyev S.A. Development of European approaches to biological assessment of the state of hydroecosystems and their application to the monitoring of Ukrainian Rivers// Hydrobiol. J. — 2002. — Vol. 38, N 4. — P. 130—147.
9. Barinova S.S., Klochenko P.D., Bilous E.P. Algae as indicators of the ecological state of water bodies: methods and prospects // Ibid. — 2015. — Vol. 51, N 6. — P. 3—21.
10. Coesel P.F.M. The relevance of desmids in the biological typology and evaluation of fresh waters // Hydrobiol. Bull. — 1975. — Vol. 9, N 3. — P. 93—101.
11. DeNicola D., Kelly M. Role of periphyton in ecological assessment of lakes // Fresh. Sci. — 2014. — Vol. 33, N 2. — P. 619—638.
12. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Offic. J. EC. — L. 327, 22.12. 2000. — 72 p.
13. Kharchenko G.V., Shevchenko T.F., Klochenko P.D. Comparative characteristics of phytoepiphyton of water bodies of Kiev // Hydrobiol. J. — 2009. — Vol. 45, N 5. — P. 15—23.

14. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Kharchenko G.V. Structural organization of phytoplankton and phytoepiphyton of the lakes of Kiev // *Ibid.* — 2013. — Vol. 49, N 4. — P. 47—63.
15. Klochenko P., Shevchenko T., Barinova S., Tarashchuk O. Assessment of the ecological state of the Kiev Reservoir by the bioindication method // *Oceanol. Hydrobiol. St.* — 2014. — Vol. 43, Iss. 3. — P. 228—236.
16. Klochenko P.D., Shevchenko T.F. Phytoepiphyton of macrophytes of various ecological groups of the Kiev Reservoir // *Hydrobiol. J.* — 2016. — Vol. 52, N 6. — P. 3—16.
17. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Tarashchuk O.S. Phytoepiphyton of the additional net of the Kanev Reservoir // *Ibid.* — 2016. — Vol. 52, N 3. — P. 22—37.
18. Klochenko P., Shevchenko T. Distribution of epiphytic algae on macrophytes of various ecological groups (the case study of water bodies in the Dnieper River basin // *Oceanol. Hydrobiol. St.* — 2017. — Vol. 46, Issue 3. — P. 283—293.
19. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Tarashchuk O.S. Phytoepiphyton of the main riverbed of the river section of the Kanev Reservoir // *Hydrobiol. J.* — 2017. — Vol. 53, N 6. — P. 26—36.
20. Klochenko P.D., Shevchenko T.F., Lilitckaya G.G. Bioindication of the ecological state of water bodies of the Goloseyevo National Natural Park // *Ibid.* — 2018. — Vol. 54, N 5. — P. 17—27.
21. Linnik P.N., Vasilchuk T.A. The role of humic substances in the processes of complexation and detoxication (by the example of the Dnieper Reservoirs) // *Ibid.* — 2002. — Vol. 38, N 5. — P. 82—97.
22. Linnik P.N., Ivanechko Ya.S., Linnik R.P., Zhezhera V.A. Humus substances in surface waters and the peculiarities of their distribution among various fractions // *Ibid.* — 2013. — Vol. 49, N 5. — P. 90—111.
23. Linnik P.N., Zhezhera V.A., Ivanechko Ya.S., Linnik R.P. Humic substances and their role in migration of metals in the high colored surface waters: the case study of rivers of the Prypyat' river basin // *Russ. J. Gen. Chem.* — 2014. — Vol. 84, N 13. — P. 2572—2587.
24. Oksiyuk O.P., Davydov O.A., Karpezo Yu.I. Ecological and morphological structure of microphytobenthos // *Hydrobiol. J.* — 2009. — Vol. 45, N 2. — P. 13—23.
25. Oksiyuk O.P., Davydov O.A. Sanitary hydrobiology in present. Main provisions, methodology tasks // *Ibid.* — 2013. — Vol. 49, N 2. — P. 45—56.
26. 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 // *Ibid.* — 2010. — Vol. 46, N 4. — P. 3—24.
27. Rusanov A.G., Stanislavskaya E.V., Есв Ё. Periphytic algal assemblages along environmental gradients in the rivers of the Lake Ladoga basin, Northwestern Russia: Implication for the water quality assessment // *Hydrobiologia.* — 2012. — Vol. 695, N 1. — P. 305—327.
28. Shevchenko T.F. Species composition of periphyton algae of the cooling pond of the Chernobyl NPS and their ecological characteristics // *Hydrobiol. J.* — 2007. — Vol. 43, N 1. — P. 19—50.

29. *Shevchenko T.F.* Species composition of periphyton algae of the reservoirs of the Dnieper cascade // *Ibid.* — 2007. — Vol. 43, N 5. — P. 3—42.
30. *Shevchenko T.F.* Distribution of periphyton algae of the Dnieper reservoirs depending on the type of substratum // *Ibid.* — 2011. — Vol. 47, N 3. — P. 3—13.
31. *Shevchenko T.F., Klochenko P.D., Bilous O.P.* Response of epiphytic algae to heavy pollution of water bodies // *Water Environ. Res.* — 2018. — Vol. 90, N 8. — P. 706—718.
32. *Shevchenko T.F., Klochenko P.D., Timchenko V.M., Dubnyak S.S.* Epiphyton of a cascade plain reservoir under different hydrodynamic conditions // *Ecohydrol. & Hydrobiol.* — 2019. — Vol. 19, Iss. 2. — P. 40—55.
33. *Štastný J.* Desmids (Conjugatophyceae, Viridiplante) from the Czech Republic, new and rare taxa, distribution, ecology // *Fottea.* — 2010. — Vol. 10, N 1. — P. 1—74.
34. *Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J.* A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands // *Neth. J. Aquatic Ecol.* — 1994. — Vol. 28, N 1. — P. 117—133.
35. *Vasilchuk T.A., Klochenko P.D.* Composition of dissolved organic matter in some tributaries of the Dnieper river depending on the development of planktonic algae // *Hydrobiol. J.* — 2004. — Vol. 40, N 1. — P. 92—103.
36. *Vasilchuk T.A., Osipenko V.P., Yevtukh T.V.* Peculiarities of migration and distribution of the main groups of organic matter in the water of the Kiev Reservoir depending on the oxygen regime // *Ibid.* — 2011. — Vol. 47, N 2. — P. 97—107.
37. *Watanabe T.* Biological indicator for the assessment of organic water pollution // *Japan J. of Water Pollut. Res.* — 1986. — Vol. 19. — P. 7—11.