

Летний фитопланктон водных объектов дельты р. Днестр (Украина)

Дерезюк Н.В.

Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова,
пер. Маяковского, 7, Одесса 65082, Украина
n.derezyuk@onu.edu.ua

Поступила в редакцию 05.06.2019. После доработки 02.03.2020

Подписана в печать 10.03.2020. Опубликована 24.06.2020

Реферат

Представлены основные показатели летнего фитопланктона водных объектов (видовой состав, численность, биомасса, морфофункциональные показатели) и их изменения за многолетний период наблюдений. Материалом для исследований послужили пробы фитопланктона, собранные в июле 2006–2019 гг. учеными Одесского национального университета имени И.И. Мечникова в Кучурганском вдхр. и дельте Днестра: в плавневых озерах, в реках Днестр и Турунчук. За 14 лет мониторинга обнаружено 376 видов фитопланктона. Приведен их полный список с указанием объемов клеток для каждого водного объекта. В популяциях доминировали *Chlorophyta*, *Bacillariophyceae* и *Cyanophyceae*. Отмечено, что с поступлением больших объемов воды в плавни в 2008 и 2013 гг. увеличивалась численность *Chlorophyta*, *Dinophyceae* и *Cyanophyceae*. Максимальный прогрев воды в 2010, 2015 и 2016 гг. также способствовал увеличению биомассы водорослей. В р. Турунчук в 2015 г. в результате «цветения» *Bacillariophyceae* зафиксирована максимальная для всего региона за весь период наблюдений величина биомассы ($413 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$). В последние годы прослеживается тенденция к увеличению биомассы фитопланктона, создающего большое количество органического вещества, что способствует заилению водоемов. Экстремальные значения величин индекса активной поверхности фитопланктона (ИПФ) согласуются с гидрологическими условиями в дельте Днестра (температура и уровень воды) и со степенью эвтрофикации водоемов. Выполненный анализ ИПФ позволяет оценить реакцию автотрофов на изменения климатических условий и разработать шкалу экологических статус-классов для пресноводного фитопланктона.

Ключевые слова: фитопланктон, вид, биомасса, удельная поверхность, температура, Днестр, Турунчук, Украина

Введение

Дельта р. Днестр уникальна как источник питьевой и технической воды, биосферный резерват, район рыболовства, рекреации и т.д. Обширная система плавней и пойменных водоемов, расположенных в междуречье Днестр–Турунчук, аккумулирует биогенные и загрязняющие вещества, которые в последние десятилетия все чаще поступают из верхней части реки и существенно изменяют показатели количественного развития фитопланктона (Сиренко и др., 1992; Ковалева и др., 2009; Мединец и др., 2009). Среди других проблем Нижнего Днестра, которые проявились в начале нынешнего столетия в результате зарегулирования речного стока – уменьшение биоразнообразия, проникновение инвазийных растений и животных, обмеление плавневых озер и др. (Губанов, Степанок, 2013; Дерезюк, 2015). Непродолжительные комплексные исследования днестровского фитопланктона, проводившиеся в конце XX в. (Сиренко и др., 1992), были прекращены, поэтому возобновление постоянных наблюдений за биотой крайне важно для оценки современного состояния водной экосистемы.

В 2003 г. специалистами Регионального центра интегрированного мониторинга и экологических исследований Одесского национального университета имени И.И. Мечникова (РЦИМ) была начата многолетняя экспедиционная работа в дельте Днестра. Территория исследований в разные годы включала Кучурганское водохранилище, реки Днестр и Турунчук, пойменные озера междуречья и Днестровский лиман (Мединец и др., 2005, 2008; Ковалева и др., 2006, 2009; Дерезюк и др., 2009; Мединец, Ковальова, 2010).

В данной работе исследованы основные характеристики (видовой состав, численность, биомасса, индикаторы активности сообществ) микроводорослей, развивавшихся в речных и озерных экосистемах, а также их межгодовые изменения в летний период 2006–2019 гг. В настоящее исследование не был включен фитопланктон Днестровского лимана, современное состояние которого было описано ранее (Дерезюк, 2012, 2019; Гаркуша, Дерезюк, 2016).

Материалы и методы

В работе использованы материалы, полученные в результате комплексного экологического мониторинга Днестровского региона, который выполняли ежегодно в середине июля 2006–2019 гг. Пробы фитопланктона (308) собирали в период летнего максимального прогрева воды (21,8–30,8 °С), при этом прозрачность воды изменялась от 10 см до 2 м (Газетов та ін., 2018; Ковальова та ін., 2018б). Глубина воды на станциях составляла 1,0–4,3 м. Отобранные пробы в результате цветения воды часто имели бледно-голубую или оливково-коричневую окраску. В акватории Кучурганского вдхр. (лимана) мониторинг проводили на трех станциях (рис. 1), в реках Днестр и Турунчук – на 9, в озерах – на 7 станциях. На схеме не указаны станции, расстояние между которыми было менее 2 км. По техническим причинам в наблюдениях были пропущены некоторые сроки: на озерах Путрино (2008, 2015, 2016 гг.), Свиное (2008, 2016 гг.), Тудорово (2008 г.) и на Кучурганском вдхр. (2008 г.).

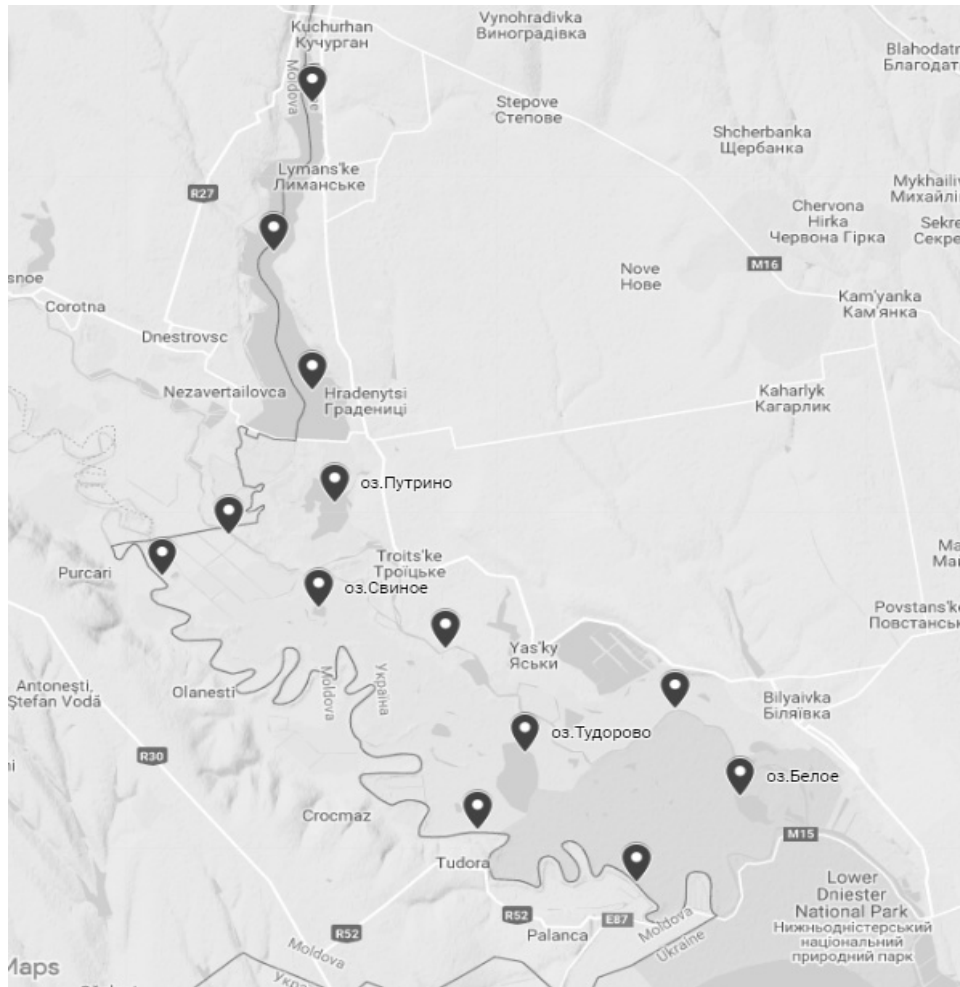


Рис. 1. Карта-схема расположения станций исследования фитопланктона в дельте р. Днестр летом 2006–2019 гг.

Пробы фитопланктона собирали на поверхностных и придонных горизонтах, синхронно со стандартными гидрохимическими и микробиологическими пробами (Ковальова та ін., 2018а). Видовой состав фитопланктона исследовали по данным двух горизонтов, а при анализе количественных характеристик фитопланктона использовали данные только поверхностных горизонтов. Пробы воды фиксировали формалином при отборе и сгущали осадочным методом в лаборатории. Систематика микроводорослей и цианобактерий приведена согласно международным базам данных (Guiry, Guiry, 2020; WoRMS..., 2020).

Было отмечено, что обильные дожди в начале экспедиционных работ в 2008 и 2012 гг., экстремальные паводки в 2010 и 2013 гг. (Губанов, Степанок, 2013), а также аномально высокие температуры воды в 2010 и 2015 гг. (Газетов та ін., 2018; Ковальова та ін., 2018б) изменяли структуру фитопланктона и значительно увеличивали его количественные показатели.

В качестве дополнительного индикатора для днестровского фитопланктона применен морфофункциональный показатель, который отражает активность разных форм водной растительности в зависимости от морфологического строения (Миничева и др., 2003; Зотов, 2005; Миничева та ін., 2015). Индикатор активности водорослей расширяет возможности мониторинга и позволяет определять экологический статус водных экосистем в соответствии с требованиями Морской стратегии (Directive, 2008/56/EC). Расчеты морфофункциональных показателей – индекса поверхности фитопланктона (ИПФ) и удельной поверхности клеток ($S/W_{\text{кл}}$) были выполнены по известной методике (Миничева и др., 2003). Для каждого вида рассчитана величина $S/W_{\text{кл}}$, зависящая от объема клетки, и средняя величина $S/W_{\text{т}}$ для каждого таксона, размерность которой выражается в $\text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$. ИПФ отражает площадь поверхности клеток водорослей по отношению к их биомассе ("активный метр" фитопланктона по аналогии с водорослями-макрофитами), размерность приведена в условных единицах.

Результаты и обсуждение

На протяжении летних периодов 2006–2019 гг. видовой состав фитопланктона дельты Днестра был представлен 11 отделами и классами. Таксономическая структура речных и озерных фитоценозов была примерно одинаковой (рис. 2). Доминировали *Chlorophyta* (123 вида за 14 лет наблюдений) и *Bacillariophyceae* (102 вида) – соответственно 33 и 27% суммы зарегистрированных видов.

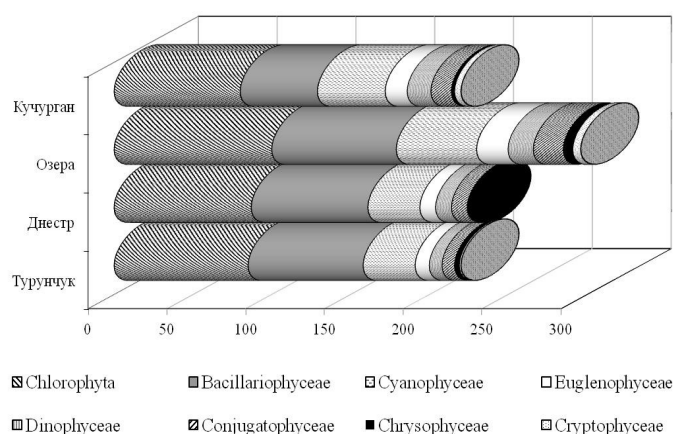


Рис. 2. Количество видов основных таксонов фитопланктона в нижнем течении р. Днестр летом 2006–2019 гг.

Cyanophyceae (61 вид) составляли приблизительно 16% фитопланктона, а *Euglenophyceae* и *Conjugatophyceae* (по 24 вида) – 6% обнаруженных видов. Доля *Dinophyceae* в фитоценозе была менее значимой (22 вида). Виды *Cryptophyceae*, *Chrysophyceae*, *Dictyochophyceae*, *Prymnesiophyceae* и *Xanthophyceae* отмечены в небольшом количестве (1–8 видов).

За период мониторинга количество обнаруженных видов было приблизительно одинаковым: в реках Днестр и Турунчук – 231 и 222 вида соответственно, в плавневых озерах – 302, в Кучурганском вдхр. – 222 вида. Объёмы клеток микроводорослей незначительно изменялись в разных водных объектах Нижнего Днестра (табл. 1, см. Приложение*).

Наибольшие величины численности таксонов фитопланктона были зарегистрированы в озерах, наименьшие – в реках. Так, максимальную численность зеленых водорослей ($236880 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$) наблюдали в 2012 г. (оз. Путрино), цианобактерий ($2319400 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$) – в 2015 г. (оз. Тудорово). В эти же даты у речного фитопланктона фиксировали меньшую численность зеленых – $45580 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$ и цианобактерий – $325600 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$ (р. Турунчук). Вероятно, летом 2013 г. именно поступление в плавни дополнительных объемов воды в результате попуска из водохранилищ определяло структуру озерного фитоценоза. В этот период регистрировали резкое увеличение максимального числа видов зеленых и цианобактерий (33 и 12 видов соответственно, оз. Тудорово) и увеличение общей численности эвгленовых водорослей ($9290 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$, оз. Путрино). Аномально высокие температуры в 2010 и 2015 гг. стимулировали развитие большего, чем обычно, количества видов диатомовых, эвгленовых и конъюгатных водорослей, максимальное количество которых было обнаружено в оз. Белом. Кроме того, повышенные температуры способствовали более активному размножению в плавнях динофитовых водорослей ($6600 \text{ кл.} \cdot 10^3 \cdot \text{л}^{-1}$) и цианобактерий.

Величины суммарной биомассы фитопланктона, зарегистрированные летом на поверхности плавневых озер, представлены на рис. 3.

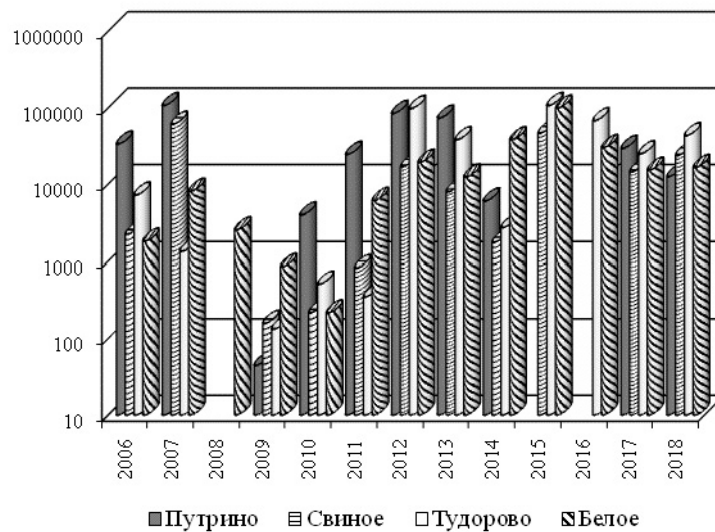


Рис. 3. Суммарная биомасса фитопланктона ($\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$) в плавневых озерах Днестра летом 2006–2019 гг.

* Табл. 1 в электронном Приложении см. на сайте журнала <https://doi.org/10.15407/alg30.02.197>

В оз. Путрино ежегодно (кроме 2009 г.) наблюдали наибольшую по сравнению с другими озерами биомассу микроводорослей, которая изменялась от $44,2 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$ (2009 г.) до $258004,7 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$ (2007 г.) в период цветения крупных диатомовых водорослей (см. табл. 1). В оз. Свином максимальные показатели биомассы регистрировали в те же годы, но в более узком диапазоне ($156,1\text{--}60640,9 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$), при этом в 2007 г. развивался преимущественно диатомово-эвгленовый комплекс водорослей. В оз. Тудорово минимальную величину ($131,3 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$) отмечали также в 2009 г., максимальную ($106254,2 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$) – в 2015 г. во время активного размножения цианобактерий (см. табл. 1). Наименьшую биомассу планктона в оз. Белом наблюдали в 2010 г. ($214,4 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$), наибольшую ($98414,5 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$) – в 2015 г. при доминировании динофитовых водорослей. За весь период мониторинга в 19 пробах озерной воды фиксировали цветение фитопланктона. Было отмечено, что максимальный прогрев воды (до $30 \text{ }^\circ\text{C}$) в 2010 и 2015 гг., а также значительное обводнение плавней (в 2012 и 2013 гг.) вызывало синхронное увеличение биомассы водорослей во всех четырех озерах. По результатам мониторинга прослеживается тенденция к увеличению биомассы фитопланктона, способствующей заилению озер (Медінець, Ковальова, 2010; Ковальова та ін., 2018а) и их последующей деградации (Губанов, Степанок, 2013).

Величины биомассы фитопланктона на поверхности Кучурганского вдхр. были меньше, чем в озерах, и свидетельствовали о неоднородности пространственного распределения водорослей по акватории (рис. 4).

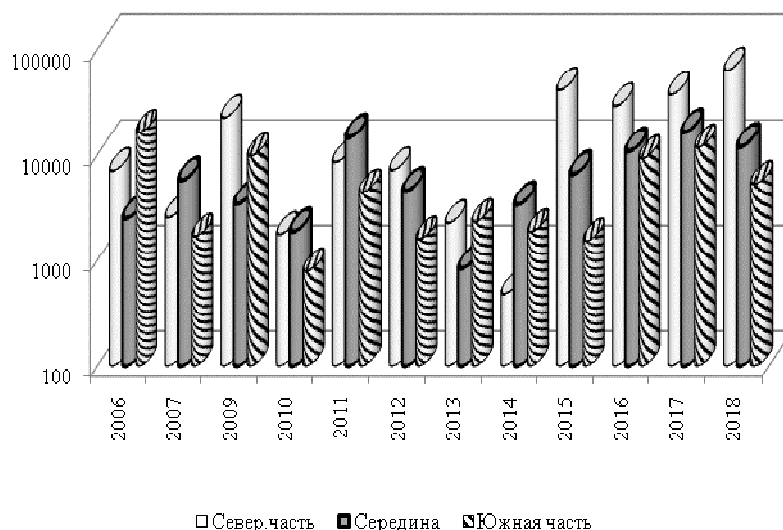


Рис. 4. Суммарная биомасса фитопланктона ($\text{мг}\cdot\text{м}^{-3}$) в акватории Кучурганского вдхр. летом 2006–2019 гг.

В северной части водохранилища биомасса микроводорослей изменялась от $472,5$ до $62641,1 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$ и зачастую была больше, чем на остальной акватории. В средней части лимана биомасса составляла $827,3\text{--}68638,5 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-3}$, на юге – $777,9\text{--}$

45942,5 мг·м⁻³. Максимальные величины биомассы в 2006 г. в южной части акватории были обусловлены развитием крупных эвгленовых водорослей (см. табл. 1). В 2017 г. в средней части водохранилища также доминировали эвгленовые водоросли совместно с динофитовыми и цианобактериями. В северной части основную биомассу формировал диатомово-эвгленовый комплекс и цианобактерии (2019 г.). В период мониторинга в 9 пробах воды было зафиксировано цветение фитопланктона. На всей акватории водохранилища с 2015 по 2019 гг. наблюдалось постепенное увеличение биомассы фитопланктона, обусловленное, вероятно, не только температурным режимом, но и антропогенной эвтрофикацией, усиление которой регистрируют и в настоящее время (Ковальова та ін., 2018б).

Речной фитопланктон летом характеризовался незначительными величинами (рис. 5), только в трех пробах отмечено цветение фитопланктона.

В 2015 г. в р. Турунчук зафиксирована биомасса (413 г·м⁻³), максимальная для всего региона исследований, которую составляли представители диатомовых *Cyclotella melosiroides*.

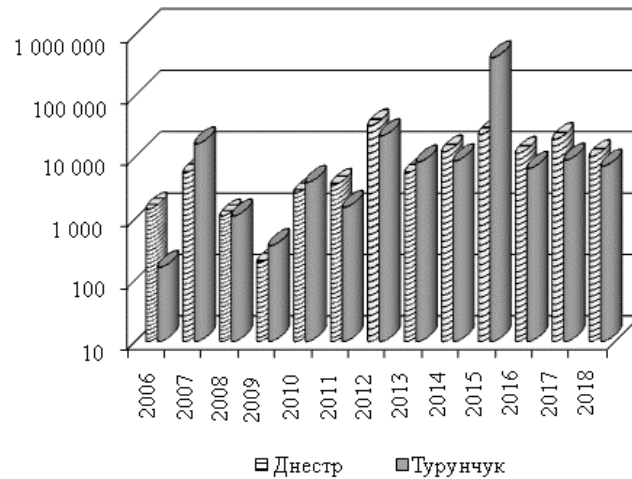


Рис. 5. Максимальные показатели суммарной биомассы (мг·м⁻³) речного фитопланктона летом 2006–2019 гг.

В р. Днестр летом суммарная биомасса водорослей на поверхности изменялась от 189,6 мг·м⁻³ (2009 г.) до 32330,9 мг·м⁻³ (2012 г.). В р. Турунчук она была больше: 159,3–413426,6 мг·м⁻³ (2006 и 2015 гг.). В июле 2006–2019 гг. доминировали диатомовые, менее обильными были зеленые водоросли и цианобактерии. В последние годы прослеживается тенденция к увеличению биомассы динофитовых, зеленых и эвгленовых водорослей, что, вероятно, обусловлено климатическими изменениями.

Ниже приведен сравнительный анализ величин удельной поверхности (S/W_r) основных отделов фитопланктона (морфофункциональный показатель) по данным 2009 г., когда наблюдалась незначительная биомасса микроводорослей, и, по данным 2018 г., – значительная биомасса (см. рис. 2–5). В каждом из 4 районов

были выбраны станции с максимальными значениями биомассы фитопланктона (табл. 2). Величины S/W_T , полученные в днестровской дельте, согласуются с таковыми из прибрежных районов Одесского залива (Зотов, 2005).

Интервал изменений величины S/W_T для *Chlorophyta*, *Bacillariophyceae* и *Euglenophyceae* в исследованных районах был примерно одинаков. Увеличение в 2018 г. диапазона S/W_T для *Cyanophyceae*, *Dinophyceae* и *Conjugatophyceae* в р. Днестр и оз. Тудорово было связано с интенсивным развитием *Microcystis* spp., *Peridiniopsis penardii* (Lemmermann) Bourrelly и *Cosmarium* spp. Таким образом, коэффициент S/W_T позволил оценить уровень активности таксонов днестровского фитопланктона при ежегодной смене условий (Миничева та ін., 2015) и осуществить более детальный анализ межгодовых изменений морфофункциональных показателей автотрофного звена экосистемы Нижнего Днестра.

Таблица 2. Величины удельной поверхности ($m^2 \cdot kg^{-1}$) основных таксонов фитопланктона в дельте Днестра в 2009 и 2018 гг. (минимум–максимум)

Таксон	Кучурганское вдхр.		Озера		р. Днестр		р. Турунчук	
	2009	2018	2009	2018	2009	2018	2009	2018
<i>Chlorophyta</i>	500– 3013	600– 3059	667– 3003	500– 3017	1286– 3006	667– 4468	1200– 3092	1000– 3011
<i>Bacillario- phyceae</i>	556	467– 1083	317– 3000	207– 3000	126– 1500	205– 3003	199– 3001	556– 2028
<i>Cyanophyceae</i>	1167– 2668	1333– 4661	1167– 2500	1500– 11286	2500	1714– 11286	2333	2668
<i>Euglenophyceae</i>	3004– 3092	3003– 3250	3014– 3143	3004– 3204	3017	3002	–	–
<i>Dinophyceae</i>	286	286	–	333	–	285– 3023	–	200– 697
<i>Conjugato- phyceae</i>	1083	183	–	277– 3024	–	–	–	1048

Многолетние изменения ИПФ, рассчитанные для станций, на которых была зафиксирована максимальная для каждого водоема биомасса, приведены на рис. 6.

Средняя за весь период мониторинга величина ИПФ в Кучурганском вдхр. достигала 29, диапазон изменений – от 1 (2013 г.) до 89 (2019 г.). Резкое уменьшение в 2013 г. обычно большого ИПФ в водохранилище было связано, вероятно, с антропогенным загрязнением (переход Молдавской ГРЭС на уголь). Средний показатель ИПФ в плавневых озерах составил 73, а диапазон его

изменений был больше, чем в Кучурганском вдхр., и составлял 1,5–286 (2009 и 2019 гг. соответственно).

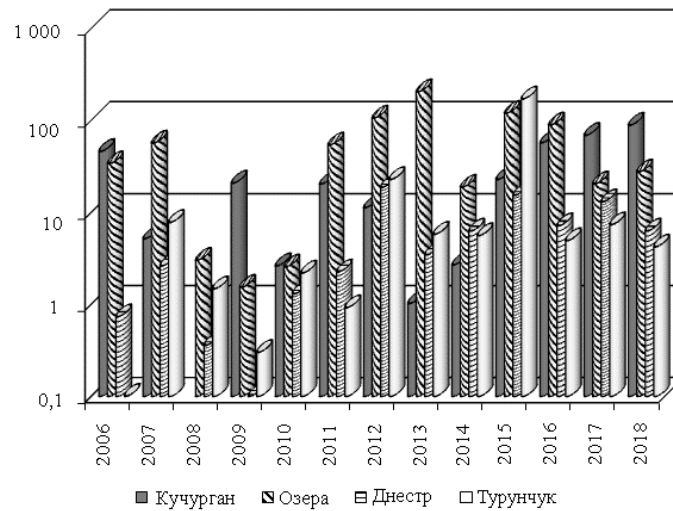


Рис. 6. Максимальные показатели индекса активной поверхности фитопланктона в нижнем течении р. Днестр летом 2006–2019 гг.

В реках показатели ИПФ были значительно ниже, чем в водохранилище и озерах: за 14-летний период средний ИПФ отмечен в Днестре – 6 и Турунчуке – 17. Минимальный показатель ИПФ (0,1) фиксировали в реках Турунчук в 2006 г. и Днестре в 2009 г., максимальный – 19 в Днестре в 2012 г. и в Турунчуке – 171 в 2015 г.

Можно предположить, что значительное увеличение ИПФ в реках и озерах в 2012 г. связано с обводнением всех плавней, стимулировавшим интенсивность фотосинтеза микроводорослей (Медінець, Ковальова, 2010; Газетов та ін., 2018; Ковальова та ін., 2018а). После 2015 г. летом в дельте Днестра прослеживается тенденция к увеличению показателя ИПФ.

Выводы

За 14-летний период исследований в дельте Днестра зарегистрировано 376 видов фитопланктона. Его количество было примерно одинаковым во всех водных объектах: в реках Днестр и Турунчук обнаружено соответственно 231 и 222 вида, в плавневых озерах – 302, в Кучурганском вдхр. – 222 вида. Структура фитопланктона водоемов и рек была идентичной. Наиболее распространенными были зеленые водоросли сем. *Chlorellaceae*, *Scenedesmaceae* *Selenastraceae*, диатомовые водоросли сем. *Aulacoseiraceae*, *Bacillariaceae*, *Fragilariaceae*, *Stephanodiscaceae* и цианобактерии сем. *Microcystaceae*, *Nostocaceae*, *Oscillatoriaceae*.

Аномально высокие летние температуры (до 30 °C) в 2010, 2015 и 2016 гг. стимулировали развитие большого количества видов диатомовых, эвгленовых и харовых водорослей, а также способствовали увеличению численности дино-

фитовых и цианобактерий (*Parvodinium umbonatum*, *Limnothrix planctonica*, *Microcystis viridis* и др.).

Кроме того, значительное обводнение плавней в 2012 и 2013 гг. вызвало синхронное увеличение суммарной биомассы водорослей во всех плавневых озерах. В оз. Путрино ежегодно наблюдали наибольшую, по сравнению с другими озерами, биомассу микроводорослей. Максимальная биомасса ($258 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$) зарегистрирована в 2019 г. в период совместного развития *Durinskia oculata*, *Phacus onux*, *Euglena hemichromata*, *Cyclotella meneghiniana* и др. Прослеживается тенденция к увеличению биомассы фитопланктона в последние годы, что способствует заилению озер и их последующей деградации.

На акватории Кучурганского вдхр. количественные показатели микроводорослей были меньше, чем в озерах, хотя их видовой состав существенно не отличался от озерного. Максимальную биомассу фитопланктона ($68 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$), сформированную *Cyclotella meneghiniana* и *Durinskia oculata*, фиксировали в средней части водохранилища в 2019 г. В северной части водохранилища с 2015 г. наблюдали увеличение общей биомассы фитопланктона, вызванное, вероятно, усиливающейся антропогенной эвтрофикацией.

В реках количественные показатели прироста биомассы микроводоросли были значительно меньше, чем в озерах. Исключением было лето 2015 г., когда в Турунчуке зафиксировали биомассу $413 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$, максимальную для региона за весь период наблюдений.

Коэффициент S/W_t позволяет перейти от рутинных исследований биомассы фитопланктона к детальному анализу морфофункциональных показателей автотрофов экосистемы Нижнего Днестра. За период мониторинга средняя величина ИПФ в Кучурганском вдхр. составляла 29, в плавневых озерах – 73, в реках – 6 и 17, что соответствует уровню активности автотрофов в буферной экосистеме. Полученные экстремальные показатели ИПФ согласуются с климатическими условиями в низовьях Днестра (температура, уровень воды) и со степенью эвтрофикации водоемов. Выполненный анализ морфофункциональных показателей позволяет оценить реакцию автотрофов на аномальные изменения климата и разработать шкалу экологических статус-классов для пресноводного фитопланктона с учетом требований европейских стандартов качества воды.

Автор выражает искреннюю благодарность сотрудникам РЦИМ ОНУ за выполненную работу во время экспедиций, а также особую признательность Мединцу В.И. и Миничевой Г.Г. за полезные советы при обсуждении статьи. Работа выполнена в рамках научного проекта, финансируемого Министерством образования и науки Украины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Газетов Є.І., Медінець В.І., Снігір'єв С.М. 2018. Гідрологічні дослідження Дністровського лиману у 2012–2017 рр. *Вісн. Харк. нац. ун-ту*. Сер. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 29(1–2): 47–56.

- Гаркуша Д.В., Дерезюк Н.В. 2016. Популяційні характеристики фітопланктону на акваторії Дністровського лиману влітку (2012–2015 рр.). В кн.: *Біологічні дослідження – 2016: VII Всеукр. наук.-практ. конф.* Житомир: Рута. С. 339–341.
- Губанов В.В., Степанок Н.А. 2013. Оцінка впливу зарегулювання стоку річки Дністер на стан водно-болотних угідь міжнародного значення пониззя Дністра. В кн.: *Современные проблемы сохранения биоразнообразия и природопользования. Междунар. науч. конф.* (Одесса, 24–27 сент. 2013 г.). Одесса. С. 12–14.
- Дерезюк Н.В. 2015. Підсумки багаторічних досліджень структури та біорізноманітності фітопланктону Дністровського лиману в літній період (2003–2014 рр.). *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія.* 64(3–4): 185–188.
- Дерезюк Н.В. 2019. Многолетние исследования популяций фитопланктона летом на акватории Днестровского лимана (2003–2018 гг.). *Вісн. Харк. нац. ун-ту. Сер. Екологія.* 20: 70–79. <https://periodicals.karazin.ua/ecology/article/view/12960>
- Дерезюк Н.В., Конарева О.П., Молодит О.В. 2012. Мониторинговые исследования фитопланктона в Днестровском лимане (2003–2011 гг.). В кн.: *Лиманы северо-западного Причерноморья: актуальные гидроэкологические проблемы и пути их решения: Мат. Всеукр. научно-практ. конф.* Одесса: ТЕС. С. 102–105.
- Дерезюк Н.В., Ковалева Н.В., Мединец В.И., Конарева О.П. 2009. Микроводоросли как индикаторы качества воды рекреационных зон Одесской области. В кн.: *Екологія міст та рекреаційних зон: Мат. Всеукр. наук.-практ. конф.* Одесса: ИНВАЦ. С. 77–81.
- Зотов А.Б. 2005. Характеристика удельной поверхности таксономических отделов фитопланктона Одесского региона (Украина). *Альгология.* 15(2): 195–204.
- Ковалева Н.В., Мединец В.И., Снигирев С.М., Дерезюк Н.В. 2009. Оценка качества вод водных объектов Нижнего Днестра. В кн.: *Міжнародна співпраця і управління транскордонним басейном для оздоровлення річки Дністер: Мат. Міжнар. конф.* Одеса. С. 131–135.
- Ковалева Н.В., Мединец В.И., Газетов Е.И., Снигирев С.М., Мединец С.В. 2006. Исследование состояния экосистемы нижнего Днестра и Днестровского лимана в 2003–2005 гг. В кн.: *Эколого-экономические проблемы Днестра: V Междунар. науч.-практ. конф.* Одесса: ИНВАЦ. С. 58–59.
- Ковальова Н.В., Медінець В.І., Конарева О.П., Солтис І.Є., Газетов Є.І. 2018а. Трофічний статус дельтових озер Дністра у 2006–2017 рр. *Вісн. Харк. нац. ун-ту. Сер. Екологія.* 18: 30–41.
- Ковальова Н.В., Медінець В.І., Медінець С.В., Снігірьов С.М., Конарева О.П., Газетов Є.І., Мілева А.П., Грузова І.Л., Солтис І.Є., Снігірьов П.М., Світлична Х.О. 2018б. Дослідження змін трофічного статусу вод Кучурганського водосховища у 2006–2018 рр. *Вісн. Харк. нац. ун-ту. Сер. Людина та довкілля. Проблеми неоекології.* 30: 78–90.
- Медінець В.І., Ковальова Н.В. 2010. Оцінка трофічного стану водоймищ дельтової частини Дністра з використанням індексу TSI. В кн.: *Эколого-экономические проблемы Днестра: Тез. докл. VII Междунар. научно-практ. конф.* Одесса: ИНВАЦ. С. 45.
- Мединец В.И., Конарева О.П., Ковалева Н.В., Снигирев С.М., Биланчин Я.М., Чичкин В.Н., Газетов Е.И., Дерезюк Н.В., Назарчук Ю.С. 2008. Результаты исследовательского мониторинга в районе бассейна Нижнего Днестра. В кн.: *Управление бассейном трансграничной реки Днестр и Водная рамочная директива Европейского Союза: Мат. Междунар. конф.* Кишинев: Eco-TIRAS. С. 192–195.

- Мединец В.И., Ковалева Н.В., Газетов Е.И., Писаренко В.В., Прошенко В.В., Снигирев С.М., Дерезюк Н.В., Полищук Л.Н., Чичкин В.Н., Дядичко В.Г. 2005. Результаты исследования состояния экосистем нижнего Днестра и Днестровского лимана в 2003–2005 гг. *Причерномор. экол. бюл.* (3–4): 121–135.
- Мединец В.И., Ковалева Н.В., Газетов Е.И., Дерезюк Н.В., Снигирев С.М., Прошенко В.В., Мілева А.П., Вострикова И.В., Мединец С.В., Конарева О.П., Пицьк В.З., Сорокумов А.А., Абакумов А.Н. 2009. Экологическая оценка качества вод Нижнего Днестра и Днестровского лимана в 2006–2008 гг. В кн.: *Екологія міст та рекреаційних зон: Мат. Всеукр. наук.-практ. конф.* Одеса: ІНВАЦ. С. 327–331.
- Миничева Г.Г., Зотов А.Б., Косенко М.Н. 2003. Методические рекомендации по определению комплекса морфофункциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности. В кн.: *Проект по восстановлению экосистемы Черного моря*. Препринт. Одесса. 37 с.
- Мінічева Г.Г., Зотов А.Б., Большаков В.М., Калашник К.С., Маринець Г.В., Швець Г.В. 2015. Автотрофні поверхні – інструмент фітоіндикації для моніторингу водних екосистем. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту*. 64(3–4): 470–473.
- Сиренко Л.А., Евтушенко Н.Ю., Комаровский Ф.Я., Лаврик В.И., Шнаревич И.Д., Тимченко В.М., Новиков Б.И., Журавлева Л.А., Чередарик М.И., Билык А.Н., Никифорович Н.А., Линник П.Н., Осипов Л.Ф., Щербань Э.П., Костикова Л.Е., Иванов А.И., Курейшевич А.В., Мыслович В.О., Скорик Л.В., Смирнова Н.Н., Клоков В.М., Потапова Н.А., Ковальчук А.А., Парчук Г.Р., Телюк П.М., Шерстюк В.В., Северенчук Н.С., Черногоренко М.И., Бошко Е.Г., Митковская Т.И., Сергеев А.И., Козина С.А., Крыжановский И.А., Кундиев В.А., Чеченюк Н.И., Гончаренко Н.И., Бесединская Н.И., Колодочка И.М., Тимченко И.И. 1992. *Гидробиологический режим Днестра и его водоемов*. Киев: Наук. думка. 356 с.
- Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (MSFD). 22 p. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:EN:PDF>
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2020. *AlgaeBase*. World-wide electron. publ. Nat. Univer. Ireland, Galway.
- WoRMS Editorial Board. 2020. *World Register of Marine Species*. <http://www.marinespecies.org>

Подписала в печать О.Н. Виноградова

REFERENCES

- Dereziuk N.V. 2015. Results of multi-year study of the structure and biodiversity of phytoplankton of Dniestrovskiy Estuary in summer (2003–2014). *Naukovi zapysky Ternop. Nat. Ped. Univ. Ser. Biology*. 64(3–4): 185–188.
- Dereziuk N.V. 2019. Multi-year study of phytoplankton population in the Dniestrovskiy Estuary in summer (2003–2018). *Visnyk Kharkiv Nat. Univ. Ser. Ecology*. 20: 70–79. <https://periodicals.karazin.ua/ecology/article/view/12960>.
- Dereziuk N.V., Konareva O.P., Molodit O.V. 2012. In: *Estuaries of the Western Black Sea region: current problems of hydrobiology and solutions: Mat. All-Ukrainian sci.-pract. conf.* Odessa: TPS. Pp. 102–105. [Rus.]

- Dereziuk N.V., Kovaleva N.V., Medinets V.I., Konareva O.P. 2009. In: *The ecology of towns and recreational areas*. Odessa: INVAC. Pp. 77–81. [Rus.]
- Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (MSFD). 22 p. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:EN:PDF>
- Gazetov Ye.I., Medinets V.I., Snigirev S.M. 2018. Hydrological study of Dniestrovskiy Estuary in 2012–2017. *Visnyk Kharkiv Nat. Univ. Ser. Man and Environment. Problems Neocology*. 29(1–2): 47–56.
- Garkusha D.V., Dereziuk N.V. 2016. In: *Biological research-2016: VII All-Ukrainian sci.-pract. conf. Zhytomyr: Ruta*. Pp. 339–341. [Ukr.]
- Gubanov V.V., Stepanok N.A. 2013. In: *Modern problems of biodiversity conservation and nature management: Int. sci. conf. (Odessa, 24–27 Sept., 2013)*. Odessa. Pp. 12–14. [Ukr.]
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2020. *AlgaeBase*. World-wide electron. Publ., Nat. Univ. Ireland, Galway.
- Kovaleva N.V., Medinets V.I., Snigirev S.M., Dereziuk N.V. 2009. In: *International cooperation and management of transboundary basin for the Dniester River environmental health improvement: Mat. Int. Conf.* Odessa. Pp. 131–135. [Rus.]
- Kovaleva N.V., Medinets V.I., Gazetov Ye. I., Snigirev S.M., Medinets S.V. 2006. In: *Ecological and economic problems of the Dniester: V Intern. sci.-pract. conf.* Odessa. Pp. 58–59. [Rus.]
- Kovaleva N.V., Medinets V.I., Medinets S.V., Konareva O.P., Soltis I.Ye., Gazetov Ye.I. 2018a. Trophic status of the Dniester delta lakes in 2006–2017. *Visnyk Kharkiv Nat. Univ. Ser. Ecology*. 18: 30–41.
- Kovaleva N.V., Medinets V.I., Medinets S.V., Snigirev S. M., Konareva O. P., Gazetov Ye. I., Mileva A. P., Gruzova I. L., Soltis I. Ye., Snigirev P. M., Svitlychna K. O. 2018b. Study of changes of trophic status of the Kuchurganske reservoir in 2006–2018. *Visnyk Kharkiv Nat. Univ. Ser. Man and Environment. Problems Neocology*. 30: 78–90.
- Medinets V.I., Kovaleva N.V. 2010. In: *Ecological and economic problems of the Dniester: Mat. VII Int. sci.-pract. conf.* Odessa: INVAC. 45 p. [Ukr.]
- Medinets V.I., Konareva O.P., Kovaleva N.V., Snigirev S.M., Bilanchyn Ya.M., Chichkin V.N., Gazetov Ye. I., Dereziuk N.V., Nazarchuk Yu.S. 2008. In: *Transboundary Dniester River basin management and the European Union Water Framework Directive: Mat. Int. conf.* Chisinau: Eco-TIRAS. 192–195. [Rus.]
- Medinets V.I., Kovaleva N.V., Gazetov Ye.I., Pisarenko V.V., Proshchenko V.V., Snigirev S.M., Dereziuk N.V., Polishchuk L.N., Chichkin V.N., Dyadichko V.H. 2005. Results of studies of the lower Dniester and the Dniestrovskiy Estuary ecosystems status in 2003–2005. *Bull. Black Sea Region Ecol.* 3–4(17–18): 121–135.
- Medinets V.I., Kovaleva N.V., Gazetov Ye.I., Dereziuk N.V., Snigirev S.M., Proshchenko V.V., Mileva A.P., Vostrykova Y.V., Medinets S.V., Konareva O.P., Pitsyk V.Z., Sorokoumov A.A., Abakumov A.N. 2009. In: *Ecology and recreation areas: Mat. All-Ukrainian sci.-pract. conf.* Odessa. Pp. 327–331. [Rus.]
- Minicheva G.G., Zotov A.B., Kosenko M.N. 2003. In: *Black Sea ecosystem restoration project*. Preprint. Odessa. 37 p. [Rus.]
- Minicheva G.G., Zotov A.B., Bolshakov V.M., Kalashnyk K.S., Marinets G.V., Shvets H.V. 2015. The autotrophic surfaces are a phytoindication tool for monitoring of water ecosystems. *Naukovi zapysky Ternop. nat. ped. un-tu. Ser. Biology*. 64(3–4): 470–473.

Sirenko L.A., Evtushenko N.Yu., Komarovskiy F.Ya., Lavrik V.I., Shnarevych I.D., Tymchenko V.M., Novikov B.I., Zhuravleva L.A., Cheredarik M.I., Bilyk A.N., Nikiforovych N.A., Linnik P.N., Osipov L.F., Shcherban E.P., Kostikova L.E., Ivanov A.I., Kureyshevych A.V., Myslovich V.O., Skorik L.V., Smirnova N.N., Klokov V.M., Potapova N.A., Kovalchuk A.A., Parchuk H.R., Teliuk P.M., Sherstiuk V.V., Severenchuk N.S., Chernogorenko M.I., Boshko E.H., Mitkovskaya T.Y., Sergeev A.I., Kozina S.A., Kryzhanovsky I.A., Kundeyev V.A., Checheniuk N.I., Goncharenko N.I., Besedynskaya N.I., Kolodochka I.M., Timchenko I.I. 1992. *Hydrobiological regime of the Dnister River and its waterbodies*. Kiev: Naukova Dumka. 356 p. [Rus.]

WoRMS Editorial Board. 2020. *World Register of Marine Species*. <http://www.marinespecies.org>

Dereziuk N.V.

Odessa National I.I. Mechnikov University,
7 Mayakovskogo Lane, Odessa 65082, Ukraine

Summer phytoplankton of water bodies of the Dniester Estuary Delta (Ukraine)

The main indices of summer phytoplankton of water bodies of the Dniester Delta (species composition, number, biomass, morphological and functional parameters) and their changes over a long-term observation period are presented. Phytoplankton samples were taken in mid-July 2006–2019 in the Kuchurgan Reservoir, four large flooded lakes, and the Dniester and Turunchuk rivers. Totally, 376 phytoplankton species were found over the 14-years of monitoring. Their complete list is given with the indication of cell volumes of the species for each water body studied. *Chlorophyta*, *Bacillariophyceae*, and *Cyanophyceae* dominated the populations. It was noted that with the influx of large volumes of water into the floodplains in 2008 and 2013 the number of *Chlorophyta*, *Dinophyceae* and *Cyanophyceae* increased. Maximum values of water temperature in 2010, 2015 and 2016 caused an increase in the biomass of algae. In the Turunchuk River in 2015, as a result of the water bloom caused by *Bacillariophyceae* the maximum biomass value was recorded for the entire observation period (413 g m^{-3}). In recent years, there has been a tendency to increase the biomass of phytoplankton. A large amount of organic matter contributes to siltation of water bodies. The maximum values of the calculated values of the index of the active surface of phytoplankton (SIP) are consistent with the hydrological conditions in the Dniester Delta (temperature and water level) and with the degree of eutrophication of water bodies. The performed SIP analysis allows us to evaluate the response of autotrophs to changes in climatic conditions and to develop a scale of environmental status classes for freshwater phytoplankton.

Key words: phytoplankton, species, biomass, specific surface, temperature, Dniester, Turunchuk