



Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)

Handbook of the XXIII International Science Conference
«Ecology. Human. Society» (June 5, 2024, Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.304078>

ФІТОПЛАНКТОН – ЯК БІОІНДИКАТОР ЯКОСТІ ВОДИ РІЗНОТИПНИХ ГІДРОЕКОСИСТЕМ ПОНИЗЗЯ ДУНАЮ

Дар'я ЛУЦЕНКО

Інститут гідробіології НАН України

проспект Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна

e-mail: ecowaterkma@gmail.com

Анотація

Дельта Дунаю – це динамічна і складна гідроекосистема, що відноситься до найбільших екотонів типу «річка-море». Такі водні об'єкти особливо вразливі до змін і викликів навколишнього середовища, окрім того вони перебувають під постійним антропогенним навантаженням. Моніторинг і дослідження біорізноманіття гідробіонтів та їх характеристик є необхідним для нормального функціонування і життєдіяльності біоценозу.

Так, дослідження фітопланктону різноманітних водних об'єктів пониззя Дунаю встановило, що видове різноманіття представлено нерівномірно: у великих придунайських озерах 188 видів (191 внутрішньо видових таксонів включаючи номенклатурний тип виду, далі - в.в.т.); у різноманітних водоймах і водотоках пониззя Дунаю (рукава та затоки) 156 видів (158 в.в.т.); а у гідроекосистемі р. Дунай – канал Дунай-Сасик – Сасицьке водосховище 87 в.в.т.

У роботі використаний метод біоіндикації, а саме метод індикаторних організмів сапробності. Аналізуючи індивідуальні показники сапробності фітопланктону, встановлено, що найбільше представників - β -мезосапробної зони, що в свою чергу відповідає III класу якості води, які охарактеризовані як «помірно забруднені».

Ключові слова: біоіндикація, сапробність, пониззя Дунаю, гідроекосистема, β -мезосапробна зона, якість води

В умовах глобальної зміни клімату і зростання антропогенного навантаження на водні екосистеми актуальним є дослідження і моніторинг стану гідроекосистем.

Пониззя Дунаю – являє собою складну плавнево-літоральну екосистему типу «річка-море» і відзначається великою різноманітністю ландшафтів, сформованих складною гідрологічною мережею. Унікальність цих біотопів полягає у великому біорізноманітті і підвищеній продуктивності екосистем. В умовах глобальної зміни клімату і інтенсифікації антропогенного тиску на водні екосистеми, дослідження та моніторинг стану гідроекосистем є актуальним і необхідним. Стан водних екосистем та зміни, що виникли можна оцінити за різними показниками завдяки біоіндикації. Біоіндикація дозволяє оцінити наявність забруднення чи результат його дії на видовому, популяційному рівні, а також на рівні угруповань та екосистем [1,2]. Так, одна із характеристик, яка показує рівень забруднення органічними речовинами та продуктами їхнього розпаду – це сапробність [1].

Біологічні методи оцінки якості води побудовані на принципі того, що абіотичні (фізико-хімічні, гідрологічні, гідроморфологічні умови), впливають на спектр видів, що здатні тут мешкати, на їх кількісні та якісні показники [1]. Одним із зручних об'єктів для дослідження є

фітопланктон, оскільки він здатен швидко реагувати на зміни у водному середовищі. Також фітопланктон відіграє фундаментальну роль у гідроекосистемі, оскільки формує основу усіх трофічних ланцюжків. Загальні принципи індикації ступеня забруднення водойм та водотоків органічними речовинами за гідробіонтами розробили Р. Кольквітц і М. Марссон (1908), у подальшому цей підхід був розвинутий у роботах Р. Пантле та Г. Букк (введений кількісний індекс сапробності), М. Зелінкою і П. Марваном (надали поняття сапробної валентності), Х. Лібманном, В. Сладечком (запропонували списки водних організмів-індикаторів сапробності) [2,3,4].

Завдяки визначенню ступеня сапробності, можна визначити клас якості води, який визначає придатність води для конкретного способу її використання у житті людини і господарської діяльності, а також стан гідроекосистеми в цілому.

Мета роботи: встановити якість водного середовища різнотипних гідроекосистем пониззя Дунаю методом індикаторних організмів сапробності.

Матеріали та методи. Враховуючи динамічність гідрологічного режиму дунайських вод існує необхідність дослідження фітопланктону з різних горизонтів водної товщі (поверхневих, серединних та придонних). Тому для отримання репрезентативних даних, у роботі використовувався метод інтегральної проби. Відбір зразків фітопланктону проводився на різнотипних гідроекосистемах пониззя Дунаю 2019-2021рр, для зручності аналізу були поділені на наступні групи:

1. 10 різнотипних водойм і водотоків пониззя Дунаю (рукав Білгородський, (середина); затока Солоний кут (середина); Кілійський рукав біля міста Вилкове; затока Солоний кут (вхід до рукава Білгородський); рукав Очаківський (17 км); Кілійський рукав (нижче морвокзалу); р. Дунай (порт Рені); вхід до рукава Очаківський (Анкудінове гирло); вихід у море з рукава Очаківський (морська лінія); біля мису затоки Бадик;

2. Акваторії гідроекосистеми р. Дунай – канал Дунай-Сасик – Сасицьке водосховище;

3. Великі придунайські озера (Кагул, Каргал, Катлабух, Кугурлуй, Китай, Ялпуг).

Згідно з планом управління річковим суббасейном нижнього Дунаю, усі водні об'єкти належать до одного суббасейну [5].

Видову приналежність фітопланктону наведено за міжнародним електронним каталогом *AlgaeBase* (Guiry & Guiry, 2020) [6]. У роботі приведені результати сапробіологічної оцінки якості води методом індикаторних організмів Пантле і Букк в модифікації Сладечека [7,8]: Індивідуальні індекси сапробності видів-індикаторів брали з таблиць [9]. Для водних об'єктів визначено клас якості води відповідно до сапробності індикаторних організмів, класифікованих за даними [10].

Результати та обговорення. Встановлено, що фітопланктон різних гідроекосистем суббасейну нижнього Дунаю представлено не рівномірно. Так найбільше різноманіття фітопланктону спостерігалось у великих придунайських озерах, і було представлено 188 видами (191 внутрішньовидових таксонів, включаючи номенклатурний тип виду (в.в.т.)) які належать до 7 відділів: *Cyanobacteria* (21), *Bacillariophyta* (97), *Cryptophyta* (3), *Ochrophyta* (9), *Charophyta* (1), *Chlorophyta* (51), *Euglenozoa* (9).

Аналізуючи альгофлору водойм і водотоків пониззя Дунаю, встановлено що вона налічує 156 видів (158 в. в. т.) з 8 відділів: *Cyanobacteria* (20), *Bacillariophyta* (52), *Cryptophyta* (4), *Miozoa* (6), *Ochrophyta* (12), *Charophyta* (4), *Chlorophyta* (45), *Euglenozoa* (15).

Альгофлора гідроекосистеми р. Дунай – канал Дунай-Сасик – Сасицьке водосховище налічувала дещо меншу кількість таксонів, а саме 87 в.в.т. з відділів: *Cyanobacteria* (19), *Bacillariophyta* (26), *Cryptophyta* (1), *Miozoa* (1), *Ochrophyta* (2), *Chlorophyta* (34), *Euglenozoa* (4).

**Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)**

Розглядаючи окремо кожну групу водних об'єктів, можна зазначити, що кількість видів-індиферентів – нерівномірна, але в усіх досліджуваних гідроекосистемах співвідношення індиферентних видів сапробності досить високе (від 58 % до 94 %), що дозволяє отримати репрезентативні дані проведення сапробіологічної оцінки якості вод і свідчить про високу екологічну ємність біотопів.

Сапробність. Дослідження індикаторних організмів сапробності фітопланктону різнотипних водойм та водотоків пониззя Дунаю, встановлено, що види-індикатори сапробності складають 94 % загальної кількості представленого різноманіття фітопланктону і налічують 148 в.в.т. Як видно з таблиці 1 в усіх досліджуваних акваторіях переважають організми β -мезосапробної зони.

Таблиця 1. Характеристика якості води різнотипних водойм та водотоків пониззя Дунаю за водоростями-індикаторами сапробності

Зони сапробності	Гідроекосистема									
	Р. Дунай, м. Рені (порт)	Рук. Кілійський (нижче морвокзалу)	Кілійський рук. біля м. Вилкове	Рук. Білгородський, середина	Зат. Солоний кут (вхід до рук. Білгородський)	біля мис зат. Бадик	Зат. Солоний кут (середина)	вхід до рук. Очаківський (Анкудінове гирло)	Рук. Очаківський 17 км	Вихід з рук. Очаківський (морська лінія)
<i>χ-о-сапробні</i>	4	5	2	3	8	7	2	7	3	7
<i>β-мезосапробні</i>	15	23	16	19	24	16	12	13	17	11
<i>α-р-сапробні</i>	10	7	6	3	6	4	7	7	5	3

Виявлено, що організми, які є індикаторами χ -о-сапробної зони - 28 в.в.т, β -мезосапробної – 102 в.в.т., α -р-сапробної – 18 в.в.т.

В свою чергу, згідно класифікації сапробності [10], β -мезосапробна зона відповідає III класу якості води, і відповідно «помірно-забрудненим водоймам».

Необхідно відмітити, що альгопроба зі станції р. Дунай, місто Рені (порт) відзначається високим співвідношенням індикаторних організмів α -р-сапробної зони, що відповідає «забрудненим» та «дуже забрудненим» водоймам. Це може бути наслідком підвищеного антропогенного навантаження через розташування річкового працюючого порту у цій акваторії.

Встановлено, що серед усіх ідентифікованих видів фітопланктону цієї групи, індикаторами до сапробності є 129 в.в.т. (68 %). Для наочності дані представлені у таблиці 2.

В усіх досліджуваних озерах спостерігається певна закономірність: 77 в.в.т. (59%) усіх видів-індикаторів відносилися до β -мезосапробної зони, що в свою чергу відповідає III класу якості води – «помірно забруднені» води. Також необхідно відмітити, що у оз. Китай за показниками видів-індикаторів спостерігається більша кількість організмів забруднених зон, ніж у інших.

Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)

Сапробіологічна оцінка гідроекосистеми р. Дунай – канал Дунай-Сасик – Сасицьке водосховище показала, що з ідентифікованих видів фітопланктону видами-індикаторами сапробності у каналі Дунай-Сасик є 29 в.в.т, а у водосховищі – 46 в.в.т. (Таблиця 3), що в свою чергу становить 58 % та 68 % відповідно.

Таблиця 2. Характеристика якості води придунайських озер за водоростями-індикаторами сапробності

Види-індикатори сапробності	Листопад-грудень 2019 р.		Лютий-грудень 2020 р.					
	Китай	Кагул	Китай	Ялпуг	Каргал	Кугурлуй	Кагул	Катлабух
<i>χ-о-сапроби</i>	3	7	1	9	3	4	2	1
<i>β-мезосапроби</i>	17	18	15	33	4	12	17	12
<i>α-р-сапроби</i>	5	2	4	3	1	2	–	1

Таблиця 3. Характеристика якості води гідроекосистеми р. Дунай – канал Дунай-Сасик – Сасицьке водосховище за водоростями-індикаторами сапробності

Зони сапробності	Гідроекосистема	
	Канал Дунай-Сасик	Сасицьке водосховище
<i>χ-о-сапробна</i>	8	8
<i>β-мезосапробна</i>	19	34
<i>α-р-сапробна</i>	2	4

Встановлено, що в лотично-лентичній системі канал-водосховище, найбільше видів *β-мезосапробної* зони, що в свою чергу відповідає III класу якості води («помірно забруднені води»).

Висновки. Дослідження видового різноманіття фітопланктону гідроекосистем пониззя Дунаю продемонструвало, що воно представлене досить широким спектром видів, що є, в свою чергу, підтвердженням унікальності біотопу «річка-море». Встановлено, що видове різноманіття фітопланктону різних груп водних об'єктів представлено широким спектром: у великих придунайських озерах 188 видів (191 в.в.т.); у водоймах і водотоках пониззя Дунаю (рукава та затоки) 156 видів (158 в.в.т.); а у гідроекосистемі р. Дунай – канал Дунай-Сасик – Сасицьке водосховище 87 в.в.т.

Показано, що усі досліджувані гідроекосистеми пониззя Дунаю мають високий показник індикаторних організмів сапробності. Найбільше представників *β-мезосапробної* зони, що свідчить про наявність помірного органічного забруднення води та відповідає III класу якості води.

Література:

1. Дудник С. В. Методичний посібник для самостійної роботи студентів заочної форми навчання. Частина 1. Загальні основи водної токсикології. Київ: Український фітосоціологічний центр, 2014. 180 с.
2. Шалімов М. О. Біоіндикація : конспект лекцій / ред. І. В. Грачова. Одеса: Наука і техніка, 2011. 123 с.
3. Опекунова М. Г. Біоіндикація забруднень. Санкт-Петербург: Вид-во Санкт-Петербурзького держ. ун-ту, 2004. 266 с.

4. Куриленко В. В, Зайцева О. В., Новікова Є. А., Осмолівська Н. Г., Уфимцева М. Д. Основи екогеології, біоіндикації та біотестування водних екосистем / ред. В. В. Куриленко. 2003. 448 с.
5. План управління річковим суббасейном нижнього Дунаю (2025-2030) (Версія 1; Грудень 2022.) URL: https://davr.gov.ua/fls18/tu/RBMP_Danube/purb_d.pdf
6. Listing the World's Algae URL: www.algaebase.org
7. Арсан О. М, Давидов О. А, Щербак В. І. та ін. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. В. Д. Романенка. Київ: ЛОГОС, 2006. 408 с.
8. Щербак В. І. Методи досліджень фітопланктону / Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. Київ, 2002. 41-47 с.
9. Барінова С. С., Білоус Є. П., Царенко П. М. Альгоіндикація водних об'єктів України: методи та перспективи. Хайфа, Київ: 2019. 367 с.
10. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ: Символ–Т, 1998. 28с.

**PHYTOPLANKTON AS A BIOINDICATOR OF WATER QUALITY IN DIFFERENT
TYPES OF HYDROECOSYSTEMS OF THE LOWER DANUBE**

Daria LUTSENKO

Institute of hydrobiology NAS of Ukraine, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9399-2250>

DOI: <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.304078>

Keywords: *bioindication, saprobicity, Danube lower reaches, hydroecosystem, β -mesosaprobic zone, water quality*

Abstract

The Danube Delta is a dynamic and complex hydroecosystem that belongs to the largest transitional river-sea ecotones. Such water bodies are particularly vulnerable to environmental changes and challenges, and are also under constant anthropogenic pressure. Monitoring and researching the biodiversity of aquatic organisms and their characteristics is essential for the normal functioning and vital activity of the biocenosis.

Thus, a study of phytoplankton in various water bodies of the Danube lower reaches found that species diversity is not evenly represented: in the large Danube lakes 188 species (represented by 191 intraspecific taxon (ssp)); in various reservoirs and watercourses of the Danube lower reaches (arms and bays) 156 species (158 ssp); and in the Danube River hydroecosystem - Danube-Sasyk Canal - Sasyk Reservoir 87 species.

The method of bioindication, namely the method of indicator organisms of saprobicity, was used in the study. Analyzing the individual indicators of phytoplankton saprobility, it was found that the majority of representatives belong to the β -mesosaprobic zone, which in turn corresponds to the III class of water quality, which is characterized as "moderately polluted".