

СУХОДОЛЬСЬКА І.Л. (<https://orcid.org/0000-0001-7502-3061>)

БАСАРАБА І.В. (<https://orcid.org/0000-0001-6720-0419>)

*Рівненський державний гуманітарний університет,
вул. Степана Бандери, 12, Рівне 33028, Україна
iryna.sukhodolska@rshu.edu.ua; ilona.basaraba@rshu.edu.ua*

СЕЗОННА ДИНАМІКА АЛЬГОФЛОРИ ОЗЕРА ЗАСВІТСЬКЕ (РІВНЕНСЬКА ОБЛ., УКРАЇНА)

Реферат. Досліджено альгофлору озера Засвітське (Рівненська обл., Україна). Ідентифіковано 61 вид водоростей, представлених 62 внутрішньовидовими таксонами з номенклатурним типом виду включно, що належать до 8 відділів, 13 класів, 24 порядків, 34 родин і 51 роду. Показано, що у формуванні озерного фітопланктону провідну роль відіграють *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanobacteria* та *Streptophyta*. Індекс видового різноманіття Шеннона за чисельністю варіює від 2,13 біт/екз. (жовтень) до 3,89 біт/екз. (липень), а за біомасою – від 1,63 біт/мг (червень) до 4,10 біт/мг (липень). В озері переважає полідомінантна структура фітопланктону. Його ядро формують планктонно-бентосні та планктонні види, повільнотекучі за насиченням води киснем і реофільністю, індіференти за відношенням до галобності, рН середовища та температури води, мезоевтрофні види та види з широкою амплітудою за рівнем трофності. Серед видів-індикаторів органічного забруднення вод переважають еврисапроби (за системою Ватанабе) та бета-мезосапробіонти (за системою Пантле-Бука, в модифікації Сладчека). За рівнем органічного забруднення якість води в оз. Засвітське належить до III класу (помірно забруднена).

Ключові слова: біоіндикація, біомаса, видове багатство, індекс Шеннона, просторовий розподіл, чисельність

Надійшла до редакції 23.01.2023. Після доопрацювання 07.03.2023. Підписана до друку 09.03.2023.
Опублікована 20.06.2023

Ц и т у в а н н я : Суходольська І.Л., Басараба І.В. 2023. Сезонна динаміка альгофлори озера Засвітське (Рівненська обл., Україна). *Альгологія*. 33(2): 83–97. <https://doi.org/10.15407/alg33.02.083>

Вступ

Фітопланктон проявляє швидку реакцію на зміну умов існування, тому часто досліджується для оцінки впливу природних та антропогенних чинників на стан водної екосистеми. Використання структурно-функціональних характеристик фітопланктону (таксономічного складу, інформаційного різноманіття, кількісних показників розвитку, структурної організації домінуючого комплексу та інших показників) дозволяє провести біоіндикаційний аналіз, визначити трофічний статус водойми, а також об'єктивно оцінити якість води. Відомо, що фітопланктон водойм уповільненого водообміну, до яких відносять озера, на відміну від інших гідроекосистем має свої особливості формування та зазвичай характеризується своєрідним видовим складом, зміною типового співвідношення відділів та низьким числом внутрішньовидових таксонів (Varinova et al., 2019; Shelyuk et al., 2019).

Науковцями наведено відомості про фітопланктон окремих озер Рівненської обл., де зафіксовано як багатий, так і бідний його видовий склад. Досить багатий склад фітопланктону виявлено в озерах Луко – 83 (86 внутрішньовидових таксонів, ввт), Острівське – 83 (85 ввт), трохи менший – в оз. Воронки – 66 (68 ввт) (Shelyuk et al., 2019). Бідніший видовий склад характерний для озер Соломино – 8(8 ввт) та Біле – 22 (22 ввт) (Malakhov, 2014) і 29(29 ввт) (Management..., 2012).

Для багатьох озер відсутні дані про видовий склад фітопланктону та кількісні показники його розвитку, або дослідження проведені лише в окремі місяці чи сезони, що не дозволяє детально оцінити стан водойми.

Мета роботи – дослідити сезонну динаміку фітоценотичної структури, кількісних характеристик (чисельності та біомаси) альгофлори озера Засвітське та проаналізувати якість води за видами-індикаторами.

Матеріали та методи

Озеро Засвітське розташоване в північно-західній частині Рівненської обл. (Волинське Полісся) і входить до території Нобельського природного національного парку. За площею водного дзеркала належить до малих озер (0,22 км²), об'єм води становить 5045,6 тис. м³. Довжина берегової лінії озера складає 1,74 км. Абсолютна висота над рівнем моря озера становить 138,6, довжина 0,62 км, максимальна ширина 0,48 км, середня ширина 0,35 км. Озеро карстового походження, його середня глибина 12,7 м, а максимальна – 16 м. Площа водозбору 0,71 км² (Kovalchuk et al., 2020).

Відбір альгологічних проб здійснювали впродовж червня–жовтня 2022 р. (51°52'35.0"N 25°44'10.1"E) (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема розташування оз. Засвітське з місцями відбору альгологічних проб (1–3)

Проби відбирали з глибини 0,2–0,3 м, наповнюючи пластикові пробовідбірники об'ємом 0,5 дм³. Для визначення складу фітопланктону зразки фіксували 40%-ним розчином формальдегіду, концентрували до об'єму 0,05–0,1 дм³ після відстоювання. Камеральну обробку проб проводили з використанням світлового мікроскопу «Laboval» (Karl Zeiss, Німеччина). Кількість клітин підраховували в трьох повторностях з використанням камери Нажотта об'ємом 0,02 мл. Біомасу водоростей розраховували загальноприйнятим розрахунково-об'ємним методом (Shcherbak, 2002). Для ідентифікації водоростей використовували загальновідомі визначники й довідники. Таксономічну номенклатуру водоростей подано відповідно до міжнародного електронного каталогу *AlgaeBase* (Guiry, Guiry, 2023). Біоіндикаційний аналіз проводили з урахуванням індикаторних характеристик водоростей, наведених у літературі (Van Dam et al., 1994; Varinova et al., 2019).

Результати та обговорення

Фітопланктон оз. Засвітське представлений 61 видом водоростей, 62 ввт з номенклатурним типом виду включно з 8 відділів (*Chlorophyta* – 21 (21), *Bacillariophyta* – 15 (16), *Cyanobacteria* – 8 (8), *Streptophyta* – 7 (7), *Ochrophyta* – 5 (5), *Euglenozoa* – 3 (3), *Miozoa* – 1 (1) та *Cryptophyta* – 1 (1), 13 класів, 24 порядків, 34 родин і 51 роду (рис. 2, таблиця).

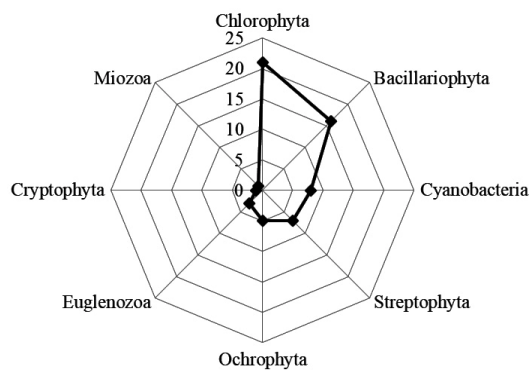


Рис. 2. Таксономічний склад фітопланктону оз. Засвітське

Таблиця. Таксономічний спектр водоростевих угруповань оз. Засвітське

Відділ	Клас	Порядок	Родина	Рід	Вид	ввт	Родовий коефіцієнт
<i>Chlorophyta</i>	3	4	9	19	21	21	1,1
<i>Bacillariophyta</i>	3	8	9	11	15	16	1,5
<i>Cyanobacteria</i>	1	5	8	8	8	8	1,0
<i>Streptophyta</i>	2	2	3	6	7	7	1,2
<i>Ochrophyta</i>	1	2	2	3	5	5	1,7
<i>Euglenozoa</i>	1	1	1	2	3	3	1,5
<i>Miozoa</i>	1	1	1	1	1	1	1,0
<i>Cryptophyta</i>	1	1	1	1	1	1	1,0
Всього	13	24	34	51	61	62	1,2

Найбільшою кількістю видів вирізнялися відділи *Chlorophyta* (33,9% загальної кількості видів) та *Bacillariophyta* (25,8%). На третьому місці були представники відділів *Cyanobacteria* (12,9%), на четвертому – *Streptophyta* (11,3%). Найбільш насиченими родами виявилися представники *Ochrophyta* (родовий коефіцієнт 1,7).

Фітопланктон оз. Засвітське у червні був представлений 23 видами з 6 відділів. У фітопланктоні переважали представники відділу *Chlorophyta* (30,4% загальної кількості видів) та *Cyanobacteria* (21,7%). Частка представників *Bacillariophyta* та *Streptophyta* становила 17,4% видів і ввт кожний. За чисельністю домінували *Streptophyta* та *Cyanobacteria*, за біомасою – *Streptophyta*. Найбільшою чисельністю та біомасою вирізнявся *Spondylosium ellipticum* West & G.S.West (*Desmidiaceae*) (60,6% та 75,9% відповідно). Високої чисельності досягав *Snowella lacustris* (Chodat)

Komárek & Hindák (*Coelosphaeriaceae*) (11,9%). Субдомінантними за чисельністю виявилися два представники *Cyanobacteria* – *Rhabdogloea elenkinii* (Roll) Komárek & Anagnostidis (*Synechococcaceae*) (5,3%) та *Microcystis pulverea* (H.C.Wood) Forti (*Microcystaceae*) (7,1%), а за біомасою – один вид *Streptophyta* – *Closterium acutum* Brébisson (*Closteriaceae*) (8,4%).

У липні фітопланктон оз. Засвітське налічував 22 види з 6 відділів. Найбільша кількість видів представлена відділами *Chlorophyta* (40,0% загальної кількості видів), *Bacillariophyta* (31,8%) та *Cyanobacteria* (13,6%). За чисельністю домінували *Chlorophyta* (41,3%) та *Cyanobacteria* (40,1%), за біомасою – *Bacillariophyta* (42,4%) та *Chlorophyta* (31,4%).

За біомасою домінували *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère (10,1%) та *Spondylosium ellipticum* (10,5%). Субдомінували за біомасою два види *Chlorophyta* – *Chlamydomonas* sp. (8,0%) та *Desmodesmus communis* (E.Hegewald) E.Hegewald (7,1%) і три види *Bacillariophyta* – *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O.Müller) Simonsen (8,4%), *Ulnaria acus* (Kützing) Aboal (9,0%) та *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith (7,0%). За чисельністю переважали два представники *Cyanobacteria* – *Snowella lacustris* (16,9%) та *Cuspidothrix issatschenkoi* (Usachev) P.Rajaniemi, Komárek, R.Willame, P.Hrouzek, K.Kastovská, L.Hoffmann & K.Sivonen (15,0%). Субдомінували за чисельністю: один вид *Cyanobacteria* – *Oscillatoria* sp. (8,2%), чотири види *Chlorophyta* – *Actinastrum hantzschii* Lagerheim (7,1%), *D. communis* (6,3%), *Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat (5,2%) та *Micractinium pusillum* Fresenius (7,1%) й один вид *Streptophyta* – *Spondylosium ellipticum* (5,5%).

Найбільша кількість видів виявлена у серпні (26). Знайдені види належали до 6 відділів. З них найбільш представлені *Chlorophyta* (34,6% загальної кількості видів), *Bacillariophyta* (19,2%), *Cyanobacteria* (15,4%) та *Streptophyta* (15,4%). Найвищу чисельність мали *Cyanobacteria* (65,7%) за рахунок домінування трьох видів – *M. pulverea* (27,9%), *Snowella lacustris* (21,6%) та *Spirulina* sp. (13,5%). Відділ *Chlorophyta* займав друге місце за чисельністю (23,3%) та перше за біомасою (33,6%). Домінував за чисельністю та біомасою *Ulothrix* sp. (10,0% та 19,6% відповідно). Високою біомасою вирізнявся представник *Euglenozoa* – *Trachelomonas volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg (19,6%). Субдомінували за чисельністю: один вид *Euglenozoa* – *Euglena* sp. (5,2%), один – *Chlorophyta* – *Chlamydomonas* sp. (6,7%), два види *Streptophyta* – *Closterium nordstedtii* Chodat (8,1%) та *Spondylosium ellipticum* (6,6%).

У вересні фітопланктон оз. Засвітське налічував лише 13 видів з 7 відділів. Найбільша кількість видів належала *Chlorophyta* (46,1% загальної

кількості видів) та *Bacillariophyta* (15,4%). За чисельністю домінували *Oocystis submarina* Lagerheim (14,7%) та *Spondylosium ellipticum* (60,7%), за біомасою – *Gymnodinium* sp. (12,7%) та *S. ellipticum* (62,8%).

Фітопланктон оз. Засвітське у жовтні був представлений 9 видами з 4 відділів. У фітопланктоні переважали представники *Bacillariophyta* (66,7% загальної кількості видів). Найвищої чисельності та біомаси досягали *Bacillariophyta* (28,9% та 59,7% відповідно) і *Streptophyta* (37,8% і 30,1%). Домінували за чисельністю та біомасою *Spondylosium ellipticum* (37,8% і 30,1%), *Dinobryon divergens* O.E.Imhof (11,1% і 6,5%) та *Cyclotella* sp. (11,1% і 15,7%). За чисельністю переважали *Hindakia tetrachotoma* (Printz) C.Bock, Pröschold & Krienitz (22,2%), за біомасою – *Cocconeis placentula* Ehrenberg (28,8%).

Spondylosium ellipticum виявився субдомінантом та домінантом за чисельністю й біомасою впродовж усього періоду дослідження (за винятком серпня, коли його чисельність становила 3,7%) та зустрічався в оз. Засвітське дуже часто. Це рідкісний вид, знайдений у флорі Волинського Полісся. Його вперше зафіксовано в озерах Шацького національного природного парку – в оз. Луко (1993 р.) та пізніше в озері Пісочному (2006 р.) (Palamar-Mordvintseva et al., 2009). Вид поширений також у водоймах Ірландії та Японії (Palamar-Mordvintseva et al., 2009) і є новим для Сербії (Šovčan et al., 2013).

Чисельність та біомаса фітопланктону оз. Засвітське зазнає сезонних коливань. Найвищі їхні показники виявлені влітку, найнижчі – восени. Зокрема, чисельність фітопланктону варіює від 2822 тис. кл/дм³ (червень) до 90 тис. кл/дм³ (жовтень), а біомаса від 0,8113 мл/дм³ (червень) до 0,0361 мл/дм³ (жовтень) (рис. 3).

Критеріальна оцінка екологічного стану оз. Засвітське за біологічними показниками (чисельність та біомаса фітопланктону) (Vaginova et al., 2019) свідчить про «добрий» стан водойми влітку та «відмінний» восени.

Значення індексу видового різноманіття Шеннона, який характеризує складність структури угруповань альгофлори, варіює від 2,13 біт/екз. (жовтень) до 3,89 біт/екз. (липень) за чисельністю. Індекс Шеннона за біомасою змінюється від 1,63 біт/мг (червень) до 4,10 біт/мг (липень), що вказує на перехід від олігодомінантної структури фітопланктону внаслідок домінування за біомасою лише одного виду фітопланктону – *Spondylosium ellipticum* (75,9%) у червні до полідомінантної впродовж липня–жовтня, де домінують декілька видів різних відділів (рис. 4).

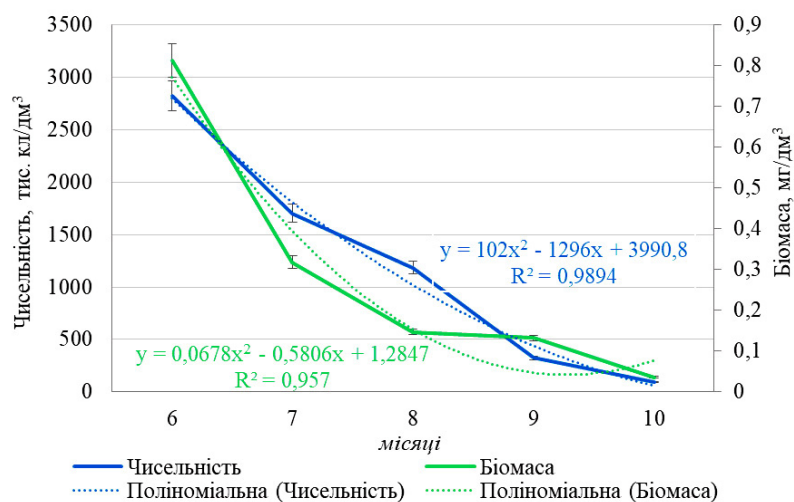


Рис. 3. Зміна чисельності та біомаси фітопланктону оз. Засвітське (червень–жовтень, 2022 р.). R^2 – величина достовірності апроксимації

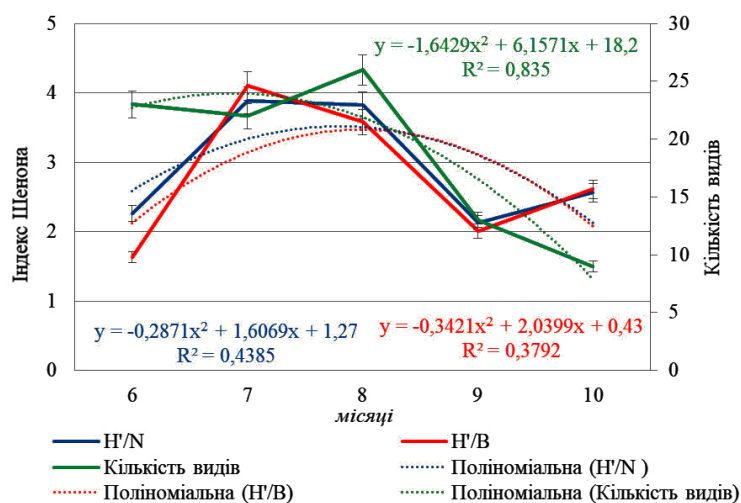


Рис. 4. Зміна індексу Шеннона за чисельністю й біомасою та кількістю видів фітопланктону оз. Засвітське (червень–жовтень, 2022 р.). R^2 – величина достовірності апроксимації

Індекс сапробності, що відображає органічне забруднення, змінюється від мінімального у серпні (1,60) до максимального у вересні (2,63). Внаслідок зниження інтенсивності процесів окиснення розчинених органічних речовин індекс сапробності у липні та вересні зростає, хоча кількість видів зменшується. У жовтні зменшення кількості видів призводить до зниження індексу сапробності. Впродовж червня та серпня

індекс сапробності знижується зі збільшенням видового багатства, що свідчить про оптимальні умови для видів та здатність екосистеми до самоочищення від органічного забруднення (рис. 5).

За індексом сапробності (1,60–2,63) водойма належить до β -мезо-сапробної зони та відповідає III класу якості води.

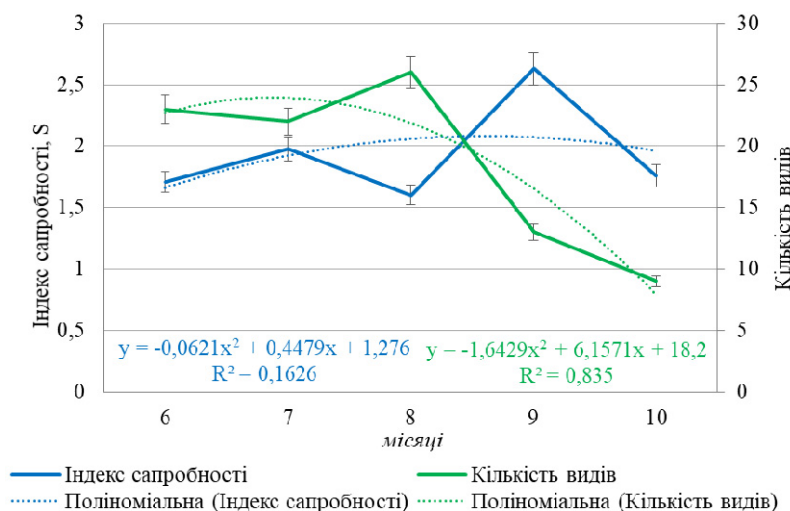


Рис. 5. Зміна індексу сапробності та кількість видів фітопланктону оз. Засвітське (червень–жовтень, 2022 р.). R^2 – величина достовірності апроксимації

Зміну структури фітопланктону віддзеркалює середня маса клітин водоростей, що розраховується як співвідношення між біомасою та загальною чисельністю (B/N) (Pugnetti et al., 2004). Водорості мають найбільшу середню масу клітин у вересні та жовтні, однак їхня чисельність низька, що призводить також до зниження біомаси. У серпні, незважаючи на максимальне видове багатство, водорості мають найменшу середню біомасу клітини, що свідчить про переважання дрібноклітинних форм. У червні водорості мають невелику середню масу клітин, однак їхнє активне розмноження формує найвищу біомасу та чисельність за весь досліджуваний період (рис. 6).

Фітопланктон чутливий до зміни хімічного складу води, тому за його видами-індикаторами визначають рівень чистоти чи забруднення водної екосистеми та якість води в ній. На рис. 7 види-індикатори розміщені у порядку збільшення індикаторного значення (показано стрілками).

Для 43 видів-індикаторів місцезростань (69,4% загального видового багатства) встановлено біотопічну приуроченість. Найбільший відсоток складають планктонно-бентосні форми (35,0%).

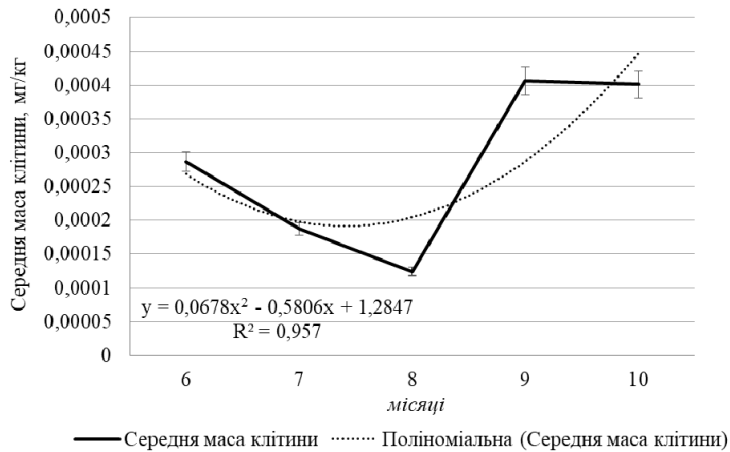


Рис. 6. Зміна середньої біомаси клітин фітопланктону оз. Засвітське (червень–жовтень, 2022 р.). R^2 – величина достовірності апроксимації

Серед них часто зустрічаються *Stauridium tetras* (Ehrenberg) E.Hegewald, *N. palea*, *Navicula cryptocephala* Kützing та *Fragilaria tenera* (W.Smith) Lange-Bertalot. Частка планктонних та бентосних видів складає 30% та 14% відповідно. В озері зустрічаються види з різних середовищ і належать одночасно до планктонно-бентосних, епіфітних та планктонно-бентосних, ґрунтових (16% та 5% відповідно). Представниками перших є *Chlorophyta* – *Tetraëdron minimum* (A.Braun) Hansgirg, *Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová, *D. communis*, *Pseudodidymocystis planctonica* (Korshikov) E.Hegewald & Deason, *Schroederia spiralis* (Printz) Korshikov, *O. submarina* та *Micractinium pusillum*. Fresenius. Представниками других є два види *Cyanobacteria* – *Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli та *M. pulvereae* (рис. 7, А).

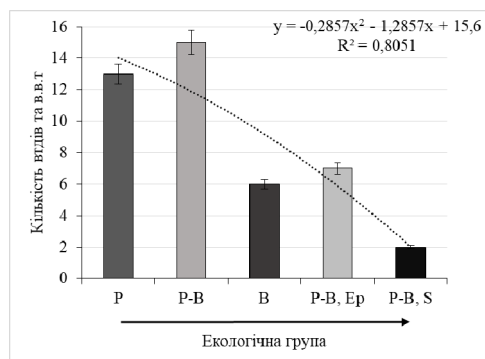
Індикаторами реофільності (проточності) і насичення води киснем є 28 видів (45,2% загального видового багатства). Найбільш представлені види-індикатори повільнотекучих вод, що закономірно для озер (68%). Частка видів-індикаторів стоячих та швидкотекучих вод становить 18% і 11% відповідно. Серед даних індикаторів виявлено один аерофільний вид – *C. turgidus* (рис. 7, В).

Серед 34 видів, які є індикаторами галобності у фітопланктоні озера Засвітське, переважають прісноводні види індиференти (88%). Частка галофілів та галофобів незначна – 9% та 3% відповідно.

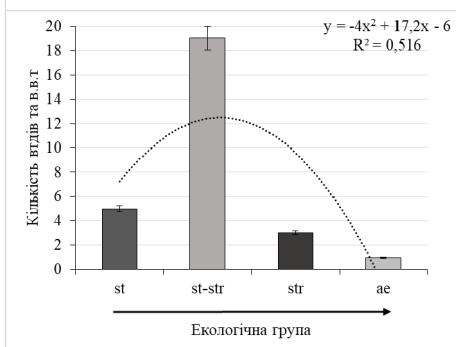
Галофоби представлені одним видом – *F. tenera*, а галофіли трьома – *C. turgidus*, *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek та *Hippodonta capitata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski (рис. 7, С).

Індикатори активної реакції середовища (рН) представлені 20 видами водоростей, з яких 60% становлять індиференти, 25% алкаліфіли, 10% ацидофіли та лише 5% – алкаліобіонти (рис. 7, D).

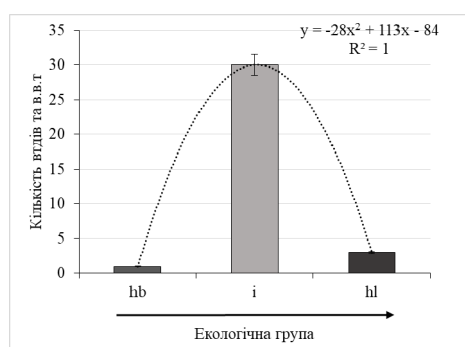
Водоростей-індикаторів температурного режиму відомо досить мало, оскільки багато видів можуть існувати в широкому діапазоні умов. В озері виявлено лише 10 видів.



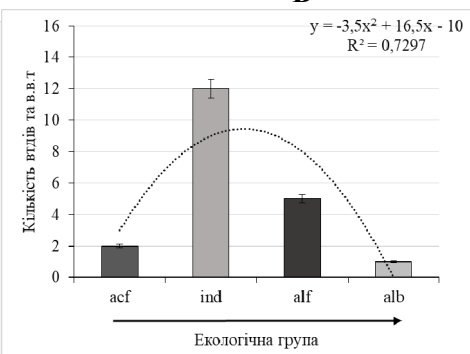
A



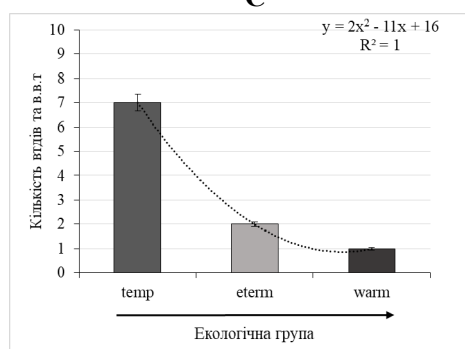
B



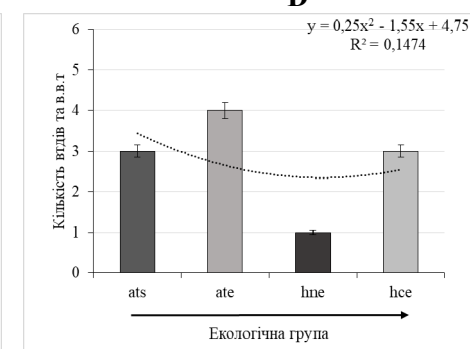
C



D



E



F

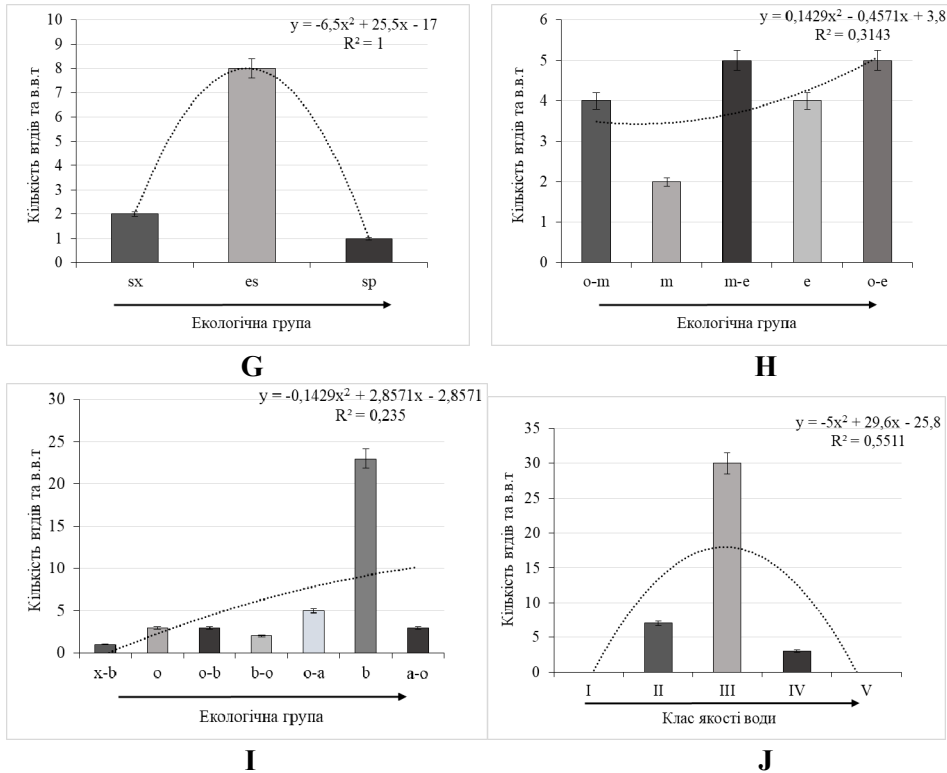


Рис. 7. Розподіл видів та в.т.т. водоростей, що є індикаторами: **A** – місцезростань (B – бентосні; P-B – планктонно-бентосні; P – планктонні; Ep – епіфітні; S – ґрунтові); **B** – насиченості води киснем та реофільності (st – стоячі; str – швидкотекучі; st-str – повільнотекучі та/або індиференти; ae – аерофільні); **C** – галобності (hb – галофоби; i – індиференти; hl – галофіли; mh – мезогалофи; oh – олігогалофи); **D** – pH середовища (acf – ацидофіли; ind – індиференти; alf – алкаліфіли; alb – алкалібiонти); **E** – температурних умов (cool – холодолілюбні; temp – помірного діапазону та/або індиференти; etegm – евритермні; wagt – теплолюбні); **F** – типу живлення та відношення до кількості нітрогенвмісних органічних сполук (НОС): ats – автотрофи, що розвиваються за низької концентрації НОС; ate – автотрофи, що витримують підвищені концентрації НОС; hne – факультативні гетеротрофи, які розвиваються у воді за періодичних підвищень концентрації НОС; hse – облигатні гетеротрофи, які розвиваються у воді за підвищених НОС; **G** – органічного забруднення вод (за системою Ватанабе): sx – сапроксени (чисті води); es – еврисапроби (помірно забруднені води); sp – сапрофіли (забруднені води); **H** – рівня трофності (ot – оліготрофні види; om – оліго-мезотрофні; m – мезотрофні; me – мезо-евтрофні; e – евтрофні; o-e – широкої амплітуди трофності; he – гіпертрофні); **I** – органічного забруднення (за системою Пантле-Бука, в модифікації Сладечека): x – ксено-сапробіонти; x-o – ксено-олігосапробіонти; o-x – оліго-ксеносапробіонти; x-b – ксено-бета-мезосапробіонти; o – олігосапробіонти; o-b – оліго-бета-мезосапробіонти; x-a – ксено-альфа-мезосапробіонти; b-o – бета-олігосапробіонти; o-a – оліго-альфа-мезосапробіонти; b – бета-мезосапробіонти; b-a – бета-альфа-мезосапробіонти; a-o – альфа-олігосапробіонти; b-p – бета-полісапробіонти; a – альфа-мезосапробіонти; p-a – полі-альфа-мезосапробіонти; a-b – альфа-бета-мезосапробіонти; p – полісапробіонти; i – і-еусапробіонти; m – m-еусапробіонти); **J** – класи якості води; R^2 – величина достовірності апроксимації

Водорості помірною діапазону представлені 7 видами (70%), евритермні – 2 видами (20%) відділу *Euglenozoa* – *Trachelomonas hispida* (Perty) F.Stein та *T. volvocina*. Також виявлено один теплолюбний вид відділу *Bacillariophyta* – *Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot (рис. 7, E).

В оз. Засвітське знайдено 27 видів, які є індикаторами типу живлення та відношення до кількості нітрогенвмісних органічних сполук. Загалом переважають автотрофи (36%), які витримують підвищені концентрації нітрогенвмісних органічних сполук. Друге місце належить автотрофам (27%), що розвиваються за низької концентрації нітрогенвмісних органічних сполук, та облигатним гетеротрофам (27%), які розвиваються у воді за підвищених концентрацій нітрогенвмісних органічних речовин. Третє місце займають факультативні гетеротрофи (9%), які розвиваються у воді за періодичних підвищень концентрації нітрогенвмісних органічних сполук. До факультативних гетеротрофів належить *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing. Видами-індикаторами, що свідчать про підвищені концентрації нітрогенвмісних органічних сполук, є *Nitzschia acicularis* (Kützing) W.Smith, *N. paleacea* (Grunow) Grunow та *N. palea* (рис. 7, F).

Зафіксовано 11 водоростей-індикаторів органічного забруднення. Серед них найбільший відсоток складають еврисапроби (73%), що свідчить про помірне забруднення води. Серед індикаторів чистих вод виявлено два види (18%) – *F. tenera* та *P. lanceolatum*. Серед видів сапрофілів зафіксовано один вид (9%) – *N. palea* (рис. 7, G).

Індикатори трофності представлені 20 видами (32,3% загального видового багатства). Найбільшу частку складають мезоевтрофні види та види з широкою амплітудою трофності – по 25%. Частка олігомезотрофних та евтрофних видів становить по 20%. Серед евтрофних видів зафіксовано *P. agardhii*, *N. acicularis*, *N. paleacea* та *C. nordstedtii* Chodat. Олігомезотрофні види представлені *P. lanceolatum*, *F. tenera*, *G. parvulum* та *Cymbella parva* (W.Smith) Kirchner. Частка мезотрофів складає лише 10% – *C. acutum* та *C. margaritiferum* (рис. 7, H).

Водоростей, що є індикаторами сапробності, за системою Пантле-Бука, в модифікації Сладечека, налічується 40 одиниць (64,5% загального видового багатства). Найбільшу частку складають бета-мезосапробіонти – 58%. Оліго-альфа-мезосапробіонти становлять 13%, олігосапробіонти, оліго-бета-мезосапробіонти та альфа-олігосапробіонти – по 8%. Частка видів бета-олігосапробіонтів становить 5%. Це *Snowella lacustris* та *Schroederia setigera* (Schröder) Lemmermann. Ксено-бета-мезосапробіонти представлені одним видом – *Chroococcus turgidus* (рис. 7, I).

Виявлені види-індикатори тієї чи іншої зони самоочищення віднесено

до відповідних класів якості води. Індикаторні види розділилися на 3 класи якості води. Вершина лінії тренду вказує на III клас якості води, найбільш представлений видами-індикаторами (75%). Види-індикатори II класу якості води становлять 17,5%. До них належать ксено-бета-мезо-сапробіонти – *C. turgidus*, олігосапробіонти – *C. placentula*, *Dinobryon bavaricum* Imhof, *D. sociale* (Ehrenberg) Ehrenberg, оліго-бета-мезосапробіонти – *D. divergens*, *Pseudokephyrion conicum* Schiller та *Micractinium pulvereum*. Також для оз. Засвітське характерні види-індикатори IV класу якості води (7,5%), представлені *Nitzschia palea*, *N. acicularis* та *Micractinium pusillum* (рис. 7, J).

Вода оз. Засвітське за рівнем органічного забруднення згідно до системи Пантле-Бука, в модифікації Сладечека, належить до III класу якості (помірно забруднена).

Висновки

Видове багатство альгофлори оз. Засвітське представлено 61 (62 ввт) видом водоростей із 8 відділів. Найбільш чисельними є представники *Chlorophyta* – 21, *Bacillariophyta* – 15 (16 ввт), *Cyanobacteria* – 8 та *Streptophyta* – 7 видів, однак синьозелені водорості повністю відсутні восени. Найчастіше зустрічається рідкісний вид *Spondylosium ellipticum*, який є субдомінантом та домінантом в усі місяці (за винятком серпня) за чисельністю (5,5–60,7%) та біомасою (6,6–75,9%). Середня біомаса фітопланктону оз. Засвітське варіює від 0,0361 до 0,8113 мл/дм³, а чисельність – від 90 до 2822 тис. кл/дм³.

Основу флористичного багатства альгофлори оз. Засвітське складають планктонно-бентосні та планктонні види, повільнотекучі за насиченням води киснем та реофільністю, індіференти за відношенням до галобності, рН середовища та температури води. Найбільша частка видів представлена автотрофами, що витримують підвищені концентрації нітрогенвмісних органічних сполук. За рівнем трофності переважають мезоевтрофні види та види з широкою амплітудою. Серед видів-індикаторів органічного забруднення вод (за системою Ватанабе) найбільше еврисапробів, а за системою Пантле-Бук, в модифікації Сладечека – бета-мезосапробіонтів. За рівнем органічного забруднення вода оз. Засвітське є помірно забрудненою.

Список літератури

Barinova S.S., Bilous O.P., Tsarenko P.M. 2019. *Algal indication of water bodies in Ukraine: methods and perspectives*. Haifa, Kiev: Univ. Haifa Publ. 367 p. [Барінова С.С., Белоус Е.П.,

- Царенко П.М. 2019. *Альгоіндикація водних об'єктів України: методи і перспективи*. Хайфа, Київ: Изд-во Ун-та Хайфы. 367 с.].
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2023. *AlgaeBase*. World-wide electron. publ. Nat. Univ. Ireland, Galway.
- Kovalchuk I.P., Martyniuk V.O., Šeirienė V. 2020. The basin-landscape approach to the protection and condition optimization of the lakes of the National Parks. *Visnyk V.N. Karazin Khark. Nat. Univ. Ser. Geology. Geography. Ecology*. 53: 238–251.
- Malakhov Yu.P. 2014. New data on Rivnensky nature reserve (Ukraine) algae diversity. *Algologia*. 24(3): 399–403. [Малахов Ю.П. 2014. Новые данные о разнообразии водорослей Ривненского природного заповедника. *Альгология*. 24(3): 399–403]. <https://doi.org/10.15407/alg24.03.399>
- Management of Dnieper transboundary basin : Pripyat river sub-basin*. 2012. Eds A.G. Obodovskiy, A.P. Stankevich, S.A. Afanasiev. Kyiv: Chair. 448 p. [Управление трансграничным бассейном Днепра: суббасейн реки Припяти. 2012. Под ред. А.Г. Ободовського, А.П. Станкевича, С.А. Афанасьева. Київ : Кафедра. 448 с.].
- Palamar-Mordvintseva G.M., Shindanovina I.P., Belous E.P. 2009. Species and taxonomic diversity of *Desmidiaceae* from Shatsky National Natural Park (Ukrainian Polissya). *Algologia*. 19(1): 83–91. [Паламарь-Мордвинцева Г.М., Шиндановина И.П., Белоус Е.П. 2009. Видовое и таксономическое разнообразие *Desmidiaceae* Шацкого национального природного парка (Украинское Полесье). *Альгология*. 19(1): 83–91].
- Pugnetti A., Acri F., Alberighi L., Barletta D., Bastianini M., Bernardi-Aubry F., Berton A., Bianchi F., Socal G., Totti C. 2004. Phytoplankton photosynthetic activity and growth rates in the NW Adriatic Sea. *Chem. Ecol.* 20(6): 399–409.
- Shcherbak V.I. 2002. Methods of phytoplankton research. In: *Methodological bases of hydrobiological studies of aquatic ecosystems*. Kyiv. Pp. 41–48. [Щербак В.И. 2002. Методи досліджень фітопланктону. У кн.: *Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем*. Київ. С. 41–48].
- Shelyuk Y., Zhytova O., Kuryn N. 2019. The formation of lakes phytoplankton under the influence of environmental factors. *Sci. Bull. Eastern Eur. Nat. Univ. Ser. Biol. Sci.* 4(388): 17–23. [Шелюк Ю., Житова О., Курин Н. 2019. Особливості формування озерного фітопланктону. *Наук. вісн. Східноєвроп. нац. ун-ту*. Сер. Біол. науки. 4(388): 17–23].
- Šovran S., Jovanović V., Krizmanić J., Cvijan M. 2013. Desmid flora from four peat bogs in Serbia. *Arch. Biol. Sci. Belgrade*. 65(2): 721–732.
- Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Neth. J. Aquat. Ecol.* 28: 117–133.

Sukhodolska I.L. (<https://orcid.org/0000-0001-7502-3061>)

Basaraba I.V. (<https://orcid.org/0000-0001-6720-0419>)

Rivne State University Humanities,
12, Stepana Bandery Str., Rivne 33028, Ukraine

SEASONAL DYNAMICS OF ALGAL FLORA OF LAKE ZASVITSKE (RIVNE REGION,
UKRAINE)

The study deals with the algal flora of Lake Zasvitske (Rivne region, Ukraine). They belong to 8 divisions, 13 classes, 24 orders, 34 families and 51 genera. Totally 61 species of algae (62 intraspecies taxa) were identified. It was shown that *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Cyanobacteria* and *Streptophyta* play the significant role in lake phytoplankton development. According to the population Shannon diversity index varies from 2.13 bit/spec. (October) to 3.89 bit/spec. (July), and according to biomass this index varies from 1.63 bit/spec. (June) to 4.10 bit/spec. (July). In the lake phytoplankton poly-dominant structure prevails. In Lake Zasvitske the phytoplankton core is developed with planktonic-benthic and planktonic species, slow-flowing species according to water saturation with oxygen and rheophilicity, indifferent species in relation to the density, pH level of the environment and water temperature, mesoeutrophic ones and species with wide amplitude according to the trophic level. Euryprobes (according to the Watanabe system) and beta-mesosaprobionts (according to the Pantle-Buk system as modified by Sladeczek are predominant among indicator species of organic water pollution.

Key words: biomass, bioindication, number, spatial distribution, species richness, Shannon index

Citation. Sukhodolska I.L., Basaraba I.V. 2023. Seasonal dynamics of algal flora of Lake Zasvitske (Rivne region, Ukraine). *Algologia*. 33(2): 83–97. <https://doi.org/10.15407/alg33.02.083>