

ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ  
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

**КЛИМЮК Валентина Миколаївна**



УДК 581.526.325.3 (477.62)

**ФІТОПЛАНКТОН СЛОВ'ЯНСЬКИХ СОЛОНИХ ОЗЕР**

03.00.17    гідробіологія

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата біологічних наук

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Донецькому національному університеті

**Науковий керівник:**

кандидат біологічних наук, доцент  
**Лялюк Наталя Михайлівна**,  
Донецький національний університет,  
в.о. завідуючого кафедрою ботаніки та екології.

**Офіційні опоненти:**

доктор біологічних наук, професор  
**Щербак Володимир Іванович**,  
Інститут гідробіології НАН України  
провідний науковий співробітник

кандидат біологічних наук, доцент  
**Шелюк Юлія Святославівна**,  
Житомирський державний університет  
імені Івана Франка  
доцент кафедри ботаніки, біоресурсів та  
збереження біорізноманіття

Захист відбудеться «\_17\_» лютого \_\_\_\_\_ 2016\_\_ р. о 14.00\_\_ годині  
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.213.01 Інституту гідробіології НАН  
України за адресою: 01210, м. Київ, пр. Героїв Сталінграду, 12.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту гідробіології НАН  
України за адресою: 01210, м. Київ, пр. Героїв Сталінграду, 12.

Автореферат розісланий «\_\_\_» \_\_\_\_\_ р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради,



Ліщук А.В.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Фітопланктон є важливою складовою екосистем, яка визначає первісну продукцію водойм, якість води, швидко реагує на зміни в оточуючому середовищі та бере участь у самоочищенні. Найбільш вивченим є фітопланктон прісноводних водойм, у той час як фітопланктону солоних карстових озер надається недостатньо уваги. Окремо слід зазначити, що дослідження водоростей територій заповідного фонду особливо актуальні. Дослідження особливостей фітопланктону солоних Слов'янських озер поєднує в собі усі зазначені вище тези, враховуючи охоронний статус даних озер, що входять до складу Регіонального ландшафтного парку (РЛП) «Слов'янський курорт». РЛП «Слов'янський курорт» було створено на основі унікальних мінералізованих карстових озер, що є найвіддаленішими від моря по Україні. У зв'язку з уповільненим водообміном у них формуються унікальні угруповання водоростей, вивчення яких залишається недостатнім, хоча водорості беруть участь у формуванні унікального сапропелю озер (за складом гязі мулові, сульфідні, середньо мінералізовані, сульфатно-хлоридні натрієві озерно-ключові). Наявність лікувальних грязей історично обумовило створення 3 санаторіїв найстарішого в Україні бальнеологічного Слов'янського курорту. Виявлення видового складу водоростей озер РЛП та їхнє всебічне вивчення є актуальним не тільки з точки зору інвентаризації біологічного різноманіття, але й з метою найбільш ефективного їх використання та охорони.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота була виконана у період 2007–2014 рр. у відповідності з науковими напрямами роботи кафедри ботаніки та екології Донецького національного університету в рамках державних комплексних науково-дослідних робіт «Розробка системи нормованих параметрів біоіндикаторів для екологічного моніторингу» (шифр: 12-1ВВ/17), «Визначення параметрів біоіндикаторів щодо їх подальшого нормування» (№ ДР 0110U003462); «Розробка комплексу автоматизованого біомоніторингу довкілля з використанням в якості біосенсорної системи нижчих рослин та базидіоміцетів (№ ДР 0111U008852).

**Мета і завдання дослідження.** Метою даної роботи було встановлення особливостей видового складу та кількісного розвитку фітопланктону Слов'янських солоних озер, а також біоіндикація їхнього екологічного стану. Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

1. Встановити видовий склад та провести порівняльно-флористичну оцінку водоростей планктону озер регіонального ландшафтного парку «Слов'янський курорт».
2. Дати характеристику екологічного стану Слов'янських солоних озер за індикаторними видами водоростей.
3. Дослідити кількісні характеристики фітопланктону та сезонну динаміку його розвитку в озерах РЛП «Слов'янський курорт».
4. З'ясувати особливості розмірних характеристик водоростей планктону досліджуваних солоних озер.

5. Встановити зв'язок між якісними та кількісними параметрами фітопланктону та хімічним складом води Слов'янських солоних озер.

*Об'єкт дослідження:* фітопланктон озер регіонального ландшафтного парку «Слов'янський курорт».

*Предмет дослідження:* якісні та кількісні характеристики фітопланктону Слов'янських солоних озер.

*Методи дослідження:* загальноприйняті методи відбору, визначення та камерального опрацювання проб фітопланктону; метод світлової мікроскопії; еколого-біологічний та біоіндикаційний метод; методи гідрохімічного аналізу; порівняльно-флористичний та статистичний аналіз.

У процесі роботи над дисертацією не були порушені біоетичні норми.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Складено повний сучасний список видів водоростей планктону озер Ріпне, Вейсове, Гаряче, Сліпне, Левадне, Червоне та озера без назви (далі – Озеро), який нараховує 336 видів (350 в. в. т.) з 9 відділів (*Cyanoprokaryota*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Dinophyta*, *Xanthophyta*, *Cryptophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*), 15 класів, 38 порядків, 72 родин та 141 роду. Вперше для альгофлори досліджуваних озер наводиться 238 видів та внутрішньовидових таксонів. Вперше здійснено аналіз сезонної динаміки чисельності та біомаси фітопланктону Слов'янських озер. За допомогою методу біоіндикації дана характеристика екологічного стану досліджуваних водойм та встановлено напрями його модуляцій. Вперше наведено розмірні характеристики водоростей планктону Слов'янських солоних озер (довжина, ширина, діаметр та об'єм) та здійснено спробу пов'язати їх з гідрохімічними параметрами водного середовища. Виявлено специфіку впливу хімічного складу води на розвиток альгоугруповань солоних озер, зокрема, вперше встановлено, що такий фактор як пересихання досліджуваних озер впливає на їх фітопланктон значніше, ніж солоність води. Статистично підтверджено особливості гідрологічного режиму Слов'янських солоних озер, серед яких виявлені непересихаючі та частково пересихаючі водойми.

**Практичне значення одержаних результатів.** Результати досліджень розширили інформацію щодо альгофлори солоних водойм України та можуть бути використані при інвентаризації видового складу флори РЛП Слов'янський курорт». Отримані дані можуть бути використані в якості основи для подальшого моніторингу стану досліджуваних водойм та при розробці заходів по їх охороні та раціональному використанню. Доповнено відомості щодо біоіндикаційних можливостей окремих видів водоростей.

Результати роботи включено в навчальний (лекційні та практичні курси «Загальна екологія», «Екологія рослин», «Альгологічна індикація», «Гідробіологія», «Біоіндикація», «Новітні технології біоіндикації забруднень Донбасу») і наукові звіти кафедри ботаніки та екології біологічного факультету Донецького національного університету (тематики науково-дослідної роботи, виконання студентами курсових, дипломних та магістерських робіт).

**Особистий внесок здобувача.** Представлена робота є самостійним оригінальним дослідженням, проведеним здобувачем особисто. Протягом 2007-2013

років проведено 29 експедиційних виїзди та зібрано 195 альгологічних та 48 гідрохімічних проб. Проведені гідрохімічні дослідження, опрацювання альгологічного матеріалу, отриманих результатів та критичний аналіз даних літератури. Складено сучасний список видів фітопланктону Слов'янських солоних озер, проведено дослідження кількісних, розмірних та екологічних особливостей угруповань водоростей планктону озер та визначено взаємозв'язки між біологічною та хімічною складовими у даних угрупованнях.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення та результати дисертаційної роботи було представлено на 10 наукових конференціях Міжнародного та Всеукраїнського рівнів: «Молодь і поступ біології» (Львів, 2008), «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (Донецьк, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013), «Фундаментальні та прикладні дослідження в біології» (Донецьк, 2009), «Pontus Euxinus – 2009» (Севастополь, 2009), Науковій конференції Донецького національного університету за підсумками науково-дослідної роботи за період 2011-2012 рр. (Донецьк, 2013), «Від заповідання за збалансованого природокористування» (Донецьк, 2013). Також результати роботи було оприлюднено на конкурсах наукових робіт: II турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з природничих, технічних і гуманітарних наук «Біологічні науки» (Мелітополь, 2009), II турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з напрямку «Екологія та охорона навколишнього середовища» (Одеса, 2010).

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 30 наукових праць, у тому числі 7 статей у наукових фахових виданнях (з них 6 у співавторстві): у журналах «Гідробіологічний журнал», «Альгологія», «Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону», «Известия Самарского научного центра РАН», «Research and Reviews: Journal of Botanical Sciences», «Applied Ecology and Environmental Research», «Journal of Wetlands Biodiversity», 2 статті в інших виданнях та 20 робіт в матеріалах і тезах конференцій (15 у співавторстві).

**Структура роботи.** Дисертація викладена на 241 сторінці, включає вступ, 5 розділів, що ілюстровані 63 рисунками та 8 таблицями, висновки, список літератури (173 джерела, в т. ч. 56 – іншомовних) та 15 додатків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

### 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

**1.1. Короткий нарис історії вивчення та основні підсумки вивчення солоних озер м. Слов'янська.** Подано аналіз джерел літератури щодо рівня вивченості Слов'янських солоних озер. Дослідження флори Слов'янських озер епізодично проводилося з другої половини XVII сторіччя. Роботи дослідників, що були проаналізовані можна поділити на 2 групи: спрямовані на виявлення видового складу водоростей (Ейхвальд, 1860; Леваковський, 1870; Степанов, 1885, 1889; Висоцький, 1888; Анісімова, 1930; Прошкіна-Лавренко, 1930, 1937, 1941, 1945; Еленкін, 1949; Кондратьєва, 1968; Кисельов, 1950, 1954; Матвієнко, Литвиненко,

1977; Крахмальний, 1994, 2000; Догадіна, Матвієнко, 1983, 1985; Петльований, Царенко, 2001, 2005, 2006) та спрямовані на з'ясування ролі мікроорганізмів та їхньої участі у формуванні лікувальних грязей та кругообігу речовин (Рубенчик, Гейхерман, 1939, 1940, 1948; Горленко та ін., 1973). Особливу роль у вивченні флори водоростей озер Ріпне, Вейсове та Сліпне зіграла Слов'янська гідрогеологічна режимно-експлуатаційна станція (СГГРЕС), що займалася дослідження видового складу та чисельності планктону та перифітону даних озер у 1973-2002 рр. У літературі відсутні будь-які дані щодо річної помісячної динаміки чисельності та біомаси досліджуваних озер, розмірних характеристик водоростей та сезонної динаміки даного показника, та аналізу впливу хімічного складу води на водорості планктону. Також відсутні дані щодо біоіндикаційного аналізу стану озер за водоростями-індикаторами.

**1.2. Природні умови району досліджень та загальна характеристика солоних озер.** Представлено опис природних умов Регіонального ландшафтного парку «Слов'янський курорт», на території якого розташовані досліджувані озера. Кількість річних опадів у даному районі коливається від 400,6 мм до 1206 мм. Поповнення ресурсів ґрунтових і підземних вод відбувається в осінньо-зимовий період року. Територія Слов'янського курорту відноситься до морфогенетичного типу рельєфу акумулятивної рівнини. Верхній шар складений переважно супісками і суглинками, рідше пісками. У підшві повсюдно залягають алювіальні піски. У районі мінеральних озер курорту згідно з гідрогеологічним районуванням розташований карстовий район, тому тут присутні 2 типи підземних вод: алювіальні (з мінералізацією від  $<1 \text{ г/дм}^3$  до  $>150 \text{ г/дм}^3$ ) та розсолні (з вмістом сухого залишку понад  $100 \text{ г/дм}^3$  і підвищеною агресивністю).

## 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Подано опис методів відбору та обробки 195 проб мікрководоростей планктону і 48 гідрохімічних проб води, що були відібрані протягом 2007-2013 рр. в солоних Слов'янських озерах. Концентрування альгологічних проб було проведено за допомогою мембранних фільтрів «Владипор» №7 (для кількісних аналізів та частково для аналізу видового різноманіття) та планктонної сітки № 77 (для доповнення видового різноманіття). Для аналізу таксономічного складу використовували класифікаційну систему *Algae of Ukraine* (2006, 2009) з доповненням за *Cyanoprokaryota* (Komárek, 2005) та міжнародній альгобазі (<http://www.algaebase.org>). Видову приналежність мікрководоростей визначали за вітчизняними та світовими визначниками (Криштофович, 1950; Голлербах и др., 1953; Матвієнко, 1954; Прошкина-Лавренко, 1955; Дедусенко-Щеголева и др., 1959; Топачевський та ін., 1960; Кондратьєва, 1968; Матвієнко, 1977, 1978; Мошкова, 1979; Царенко, 1990; Ветрова, 1993; Krammer & Lange-Bertalot, 1991, 1997 та ін.). Біоіндикаційна оцінка подана з використанням монографії (Барінова, 2006). При кількісному оцінюванні угруповань водоростей використовували методи кількісної обробки проб (Вассер, 1989), при визначенні розмірних характеристик – формули Хіллебранда (Hillebrand, 1999), при аналізі структури угруповань – індекси видового

різноманіття Шеннона (Макрушин, 1974), активність видів за Юрцевим (1986), флористичної спільності – індексу Сьоренсена-Чекановського (Макрушин, 1974) та при побудові на їх основі дендрограми за методом Варда у програмі GRAPHS (Novakovsky, 2004), рівня забруднення – індексу сапробності за Пантле-Буком у модифікації Сладечека (Sládeček, 1986, 1973). Отримані результати було оброблено статистичними методами. Для усіх середніх кількісних показників знаходили середньоквадратичне відхилення. Визначення зв'язків між хімічним складом води та якісними і кількісними характеристиками угруповань водоростей було проведено статистичними методами оцінки: багатовимірним регресійним аналізом та графічними методами (програма Statistica 7.1), багатовимірним аналізом відповідностей (програма CANOCO для Windows 4.5) та коефіцієнтами кореляції Пірсона (<http://wessa.net>). Визначення хімічного складу вод було виконано за стандартними методиками (Глобан, 1987), елементного складу води – за ДСТУ ISO 11885:2005.

### РОЗДІЛ 3. ТАКСОНОМІЧНИЙ СКЛАД ТА ЕКОЛОГО-ФЛОРИСТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІТОПЛАНКТОНУ

**3.1. Таксономічний склад та порівняльно-флористична характеристика фітопланктону солоних озер м. Слов'янська.** Викладено результати аналізу видового складу озер та порівняльна характеристика їх флор. На підставі оригінальних даних (238 видів та внутрішньовидових таксонів), даних робочих журналів СГГРЕС (134 види та ввт) та даних літератури (47 видів та ввт, серед яких 40 видів та ввт були відзначені тільки в літературі минулих років) (Algae of Ukraine, 2006, 2009) у фітопланктоні озер було виявлено 336 видів водоростей (350 видів та внутрішньовидових таксонів) дев'яти відділів (*Cyanoprokaryota*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Dinophyta*, *Xanthophyta*, *Cryptophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*) 38 порядків, 72 родин і 141 роду (табл. 1).

Таблиця 1

#### Систематична структура фітопланктону Слов'янських озер на рівні відділів

Відділи	Класи	Порядки	Родини	Роди	Види (ввт)
<i>Cyanoprokaryota</i>	2	3	10	24	63 (65)
<i>Euglenophyta</i>	1	1	1	5	18 (22)
<i>Chrysophyta</i>	1	2	5	7	7 (7)
<i>Dinophyta</i>	1	2	3	6	9 (9)
<i>Xanthophyta</i>	1	2	3	5	6 (6)
<i>Cryptophyta</i>	1	1	1	1	3 (3)
<i>Bacillariophyta</i>	2	14	29	58	165 (172)
<i>Chlorophyta</i>	5	11	18	33	62 (63)
<i>Charophyta</i>	1	2	2	2	3 (3)
Всього	15	38	72	141	336 (350)

Перше місце у спектрі родин займала родина *Bacillariaceae* (34 види та ввт (9,7%) 5 родів), друге – родина *Naviculaceae* (24 види та ввт (6,9%)). Далі провідні

родини були розташовані за зменшенням кількості таксонів: *Euglenaceae* (22 види та ввт (6,3%)), *Fragilariaceae* (21 вид та ввт (6%)), *Cymbellaceae* та *Scenedesmaceae* (по 17 видів та ввт (4,9%)). Найбільш багатими видами родами були *Nitzschia* – 21 вид та ввт (6% від загальної кількості видів флори) та *Navicula* – 19 видів та ввт (5,4%), *Euglena* – 14 видів та ввт і *Oscillatoria* – 9 видів та ввт, які в сумі включали 6,6% усіх виявлених видів. Другу половину головної частини спектру завершували роди *Synedra*, *Phormidium*, *Cymbella* та *Desmodesmus*, що містили по 7 видів та ввт водоростей та загалом об'єднували 8% видового різноманіття.

В озері Ріпне загалом було визначено 179 видів та ввт, що відносились до дев'яти відділів (рис. 1 А).

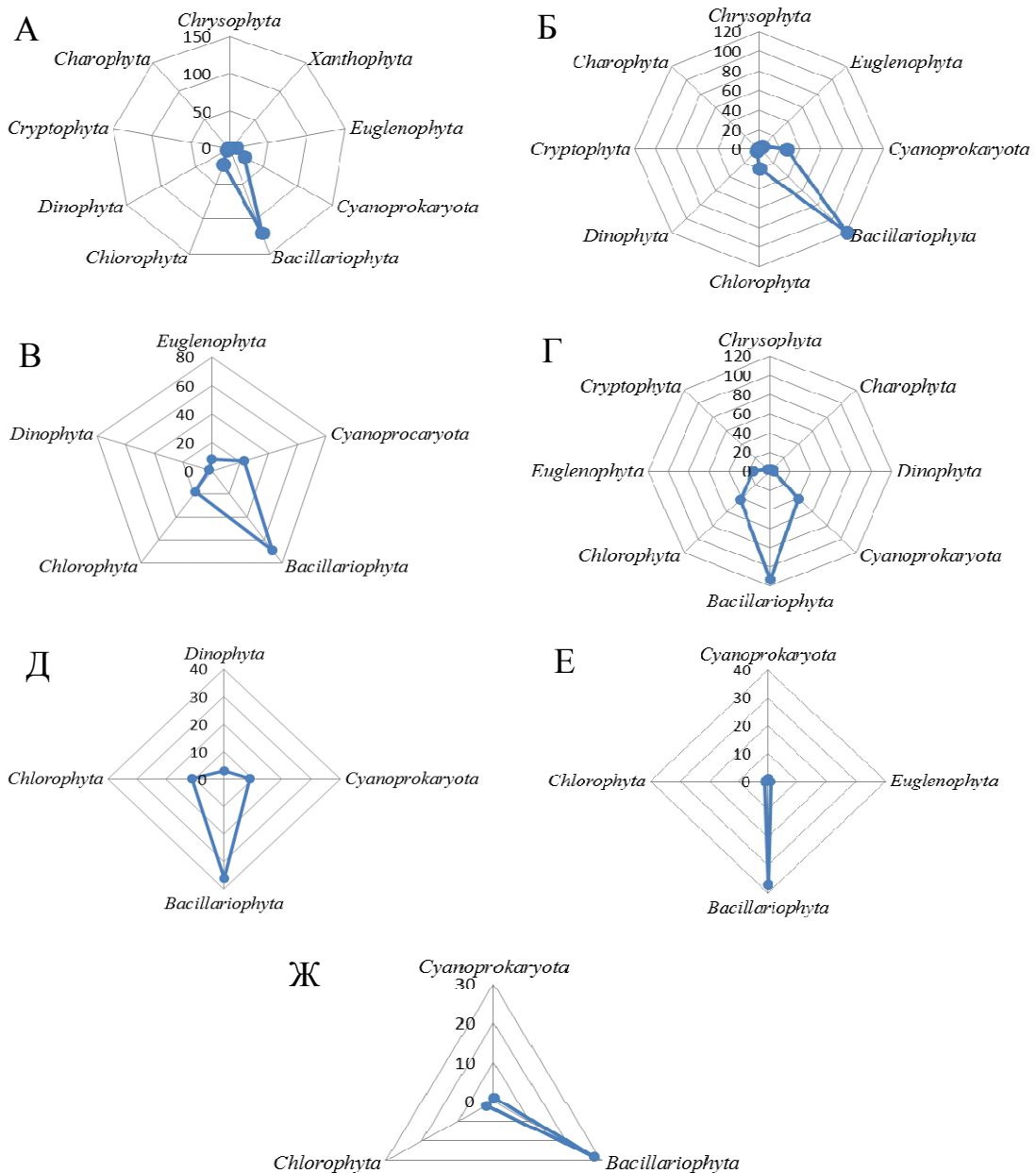


Рис. 1. Розподіл видового складу водоростей Слов'янських солоних озер за відділами (А – Ріпне, Б – Вейсове, В – Гаряче, Г – Сліпне, Д – Левадне, Е – Червоне, Ж – Озеро).



Серед них домінували *Bacillariophyta* (66,3% від загальної кількості видів та ввт), хоча слід відзначити значну представленість у фітопланктоні озера видів *Chlorophyta* та *Cyanoprokaryota*.

В озері Вейсове загалом було визначено 176 видів та ввт, які відносились до семи відділів водоростей (рис. 1 Б). Домінували водорості відділу *Bacillariophyta*, також досить представленими були відділи *Cyanoprokaryota* та *Chlorophyta*. Для озера Гаряче було визначено 121 вид та ввт з 5 відділів (рис. 1 В). Серед них найбільшою кількістю видів вирізнялися *Bacillariophyta*, *Cyanoprokaryota* та *Chlorophyta*, хоча домінували тільки діатомові водорості (56,2% від загальної кількості визначених видів та ввт). У фітопланктоні озера Сліпне було визначено 226 видів та ввт водоростей восьми відділів (рис. 1 Г). За кількістю значно переважали представники *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* та *Cyanoprokaryota*. Діатомові водорості в озері Сліпне склали 50,4% від загальної кількості визначених видів та ввт, зелені – 18,6%, синьозелені – 18,1%. Озеро Левадне за період дослідження характеризувалось наявністю 59 видів та ввт, які відносились до чотирьох відділів (рис. 1 Д). За кількістю значно переважали представники відділу *Bacillariophyta* (58,4 % від загальної кількості видів озера). *Chlorophyta* склали 20,8 % від загальної кількості видів фітопланктону озера, *Cyanoprokaryota* – 17 %. В озері Червоне було визначено 40 видів та ввт з 4 відділів (рис. 1 Е). Тут було відзначено повне домінування діатомових водоростей, які склали 92,5 % від загальної кількості визначених для озера видів. Для Озера було визначено 31 вид та ввт з трьох відділів (рис. 1 Ж). Як і в озері Червоне, переважну частину фітопланктону (90,3 % від загальної кількості видів) тут склали водорості відділу *Bacillariophyta*.

Дендрограма спільності видового складу виявила, що на рівні більше 40% спільності флори досліджуваних озер розділяються на два головних кластери. В перший входять озера Ріпне, Вейсове, Гаряче та Сліпне, що знаходяться у північній частині Регіонального ландшафтного парку. Другий об'єднує Левадне, Червоне та Озеро – озера південної частини парку.

Побудова дендриту перекриття списків видів водоростей досліджуваних озер виявила, що відсоток перетину флор достатньо високий, проте угруповання водоростей досліджуваних озер можна розділити на два флористичних ядра: перше ядро у своїй основі мало флору озера Вейсове (північна група озер), а друге – озеро Червоне (південна група озер). В першу групу об'єднуються озера Вейсове, Гаряче, Ріпне та Сліпне – більш глибокі, непересихаючі, відносно наближені одне до одного з озером Вейсове в центрі, в другу – озера Червоне, Левадне та Озеро – більш мілководні, частково пересихаючі протягом року, також розташовані поряд одне з одним та з озером Червоне посередині. В озерах другої групи внаслідок часткового пересихання протягом року спостерігається значне коливання вмісту солі, що відображається на видовому складі.

При порівнянні числа видів у флорі з електропровідністю вод було виявлено певну залежність: число видів закономірно зменшується зі збільшенням електропровідності.

### **3.2. Біоіндикаційний аналіз солоних озер за фітопланктоном.**

3.2.1. Біоіндикаційний аналіз непересихаючих озер Вейсове, Сліпне, Ріпне та Гаряче. Подано результати біоіндикаційного екологічного аналізу для непересихаючих озер, згідно з якими для даних озер, характерним було переважання планктон-бентосних та бентосних форм водоростей; велика кількість індикаторів помірного температурного режиму, а також евритермів; переважання індикаторів достатнього насичення води киснем; висока частка індикаторів солонуватих вод, особливо влітку (виключення складало найбільш прісне згідно з хімічним аналізом води озеро Сліпне, де найбільш представленою групою були олігогалобі-індиференти, а доля солелюбних видів збільшувалася не влітку, а навпаки взимку); домінування алкаліфілів з деяким збільшенням вкладу ацидофілів у теплу пору року; велика частка еврисапробів – індикаторів помірного забруднення (в озері Сліпне також і сапроксенів – індикаторів незначного забруднення); води задовільного класу якості (2-3 клас), процеси самоочищення мали місце в різні пори року – в озері Ріпне влітку, в озерах Вейсове та Гаряче – восени, в озері Сліпне – на початку весни; перевага фотосинтезуючих водоростей, що, що свідчило про не токсичність антропогенного впливу на екосистеми озер; протягом року найбільший вклад робили індикатори евтрофного рівня забруднення, хоча періодично формувалися більш чисті оліго-мезотрофні умови (виключення складало озеро Ріпне з незмінним евтрофним статусом).

3.2.2. Біоіндикаційний аналіз частково пересихаючих озер Червоне, Левадне та Озеро. Подано результати біоіндикаційного аналізу для частково пересихаючих озер південної групи Левадне, Червоне та Озеро згідно з якими для даної групи характерним було переважання групи індикаторів – мешканців бентосу; переважання індикаторів помірного температурного режиму та помірного насичення води киснем (в озері Червоне також було зареєстровано велику кількість індикаторів значного насичення вод киснем); найбільшу частку мали солелюбні види водоростей; переважання алкаліфілів – індикаторів слабколужного середовища; домінування еврисапробів; наявність вод задовільної якості 2-3 класу; переважання автотрофів, проте наявність гетеротрофів, що свідчить про деяке антропогенне навантаження без значних наслідків для екосистем озер; евтрофні умови помірного забруднення (а в озерах Левадне та Озеро навіть інколи оліготрофні).

3.2.3. Загальний біоіндикаційний аналіз Слов'янських озер за фітопланктоном. Представлено порівняння даних для різних озер РЛП «Слов'янський курорт». За місцем існування виявилися наступні тенденції: в угрупованнях водоростей озер північної групи (Ріпне, Вейсове, Гаряче та Сліпне) переважали бентосні та планктон-бентосні види водоростей, а в угрупованнях водоростей озер південної групи (Левадне, Червоне та Озеро) – лише бентосні. Методами біоіндикації було підтверджено присутність значної кількості хлоридів у воді. Для озер південної групи (Левадне, Червоне та Озеро) характерним було збільшення внеску солелюбних видів та навпаки зменшення типових прісноводних відносно озер північної групи, що пояснюється значними змінами у солоності води у відносно короткий проміжок часу через часткове пересихання. Для озер Ріпне, Вейсове та

Гаряче виявлено збільшення солелюбних видів влітку, що пояснюються процесами випаровування води та відповідним збільшення її солоності. Протилежні тенденції озера Сліпне можна пояснити наступним чином: тут також йдуть процеси випаровування, проте їм протидіють процеси надходження майже прісних алювіальних вод, що живлять озеро переважно в теплий період року. Вплив прісних алювіальних вод на інші озера ймовірно компенсується розсолними водами або до цих озер надходять більш осолоненні алювіальні води. Це можливо завдяки неоднорідності алювію, що призводить до коливання мінералізації алювіальних вод від 1 г/дм<sup>3</sup> до більш ніж 150 г/дм<sup>3</sup>. Вода усіх досліджених озер переважно слабколужна протягом року. Усі озера характеризувалися помірним рівнем забруднення, лише в озері Сліпне в певні періоди спостерігалось деяке очищення. Воду всіх озер РЛП «Слов'янський курорт» було віднесено до 2-3 класу якості, тобто якість води цілком задовільна. Аналіз типу живлення водоростей озер виявив, що для всіх озер спостерігався антропогенний вплив у теплі пори року, проте він не був критичним, оскільки кількість автотрофів завжди переважала кількість факультативних гетеротрофів, то ж фізіологічний стан водоростей дозволяв здійснюватися процесам фотосинтезу. Усі досліджені озера мали переважно евтрофний статус протягом року, хоча періодично він змінювався до мезотрофного (більш чисті умови). Таким чином, існуюче антропогенне навантаження не порушувало умов існування для водоростей озер.

#### **РОЗДІЛ 4. ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФІТОПЛАНКТОНУ СЛОВ'ЯНСЬКИХ ОЗЕР**

**4.1. Кількісні характеристики планктонних водоростей Слов'янських озер.** Представлено результати кількісного аналізу угруповань фітопланктону. В середньому по озерах чисельність складала 3,569 млн. кл/дм<sup>3</sup>, біомаса – 1,794 мг/дм<sup>3</sup>. Найбільша чисельність за багаторічними середніми даним була зареєстрована для озера Гаряче (11,797 млн. кл/дм<sup>3</sup>). В озері Левадне чисельність була нижче у 1,9 рази (5,977 млн. кл/дм<sup>3</sup>), в озерах Сліпне та Вейсовое – у 3-6 разів нижче і складала 3,666 млн. кл/дм<sup>3</sup> та 2,021 млн. кл/дм<sup>3</sup> відповідно. Найменша середня чисельність була зареєстрована для озера Ріпне – 0,412 млн. кл/дм<sup>3</sup>. Найбільша середня біомаса відзначена для озера Сліпне (3,859 мг/дм<sup>3</sup>). Для інших озер середньосезонна біомаса була у 1,7-4,2 рази менше.

Найбільшу чисельність фітопланктону в озері Ріпне спостерігали наприкінці зими – на початку весни, а також протягом літа (рис. 2 А). Біомаса мала аналогічні піки, однак спостерігався ще один пік у вересні, що обумовлено наявністю у планктоні частин таломів водорості *Ulva intestinalis* L. var. *crispa* (Roth) C. Agardh. Аналіз зміни вкладу видів водоростей різних відділів у загальну чисельність та біомасу фітопланктону показав, що взимку та навесні найбільший внесок у кількісні показники давали представники відділу *Dinophyta*. Влітку найбільш чисельними були зелені водорості, проте найбільшу біомасу мали діатомові. Восени ж спостерігалася зворотна тенденція: на загальну чисельність фітопланктону

найбільше впливали діатомові водорості, проте 86,12% від загальної біомаси мали зелені водорості.

В озері Вейсове динаміка чисельності мала двопіковий характер з максимумами в травні та жовтні-листопаді (рис. 2 Б). Біомаса в цілому стрімко збільшувалася у квітні і поступово спадала до вересня, однак у жовтні спостерігалось значне збільшення цього показника, що навіть перевищувало літні дані. Таке стрімке підвищення біомаси було пов'язане зі збільшенням чисельності водоростей. Значне підвищення чисельності фітопланктону в озері Вейсове у травні на фоні відносно малого підвищення біомаси було пов'язано з масовим розвитком дрібноклітинних видів водоростей. При аналізі внеску відділів водоростей у кількісні показники протягом року було виявлено, що за чисельністю постійно домінують діатомові водорості. За біомасою спостерігаються дещо інші тенденції: незважаючи на значний вклад діатомових, домінують вони тільки навесні та взимку. Взимку значну біомасу мають зелені водорості, а навесні – синьозелені. Влітку найбільшу біомасу мають представники відділу *Cyanoprokaryota*, а восени – *Dinophyta*.

Найбільша чисельність в озері Гаряче зареєстрована у вересні (рис. 2 В), найменша – у грудні. Коливання біомаси менш значні; дещо виділяється на загальному фоні своїм підвищенням біомаса у травні. Підвищення чисельності у серпені-жовтні пов'язано з масовим розвитком досить дрібноклітинних видів зелених водоростей *Pseudoschroederia robusta* у 2007-2008 роках і *Ankyra ocellata* у 2012 році. Підвищення біомаси фітопланктону в травні було наслідком розвитку крупноклітинних *Achnanthes brevipes* var. *Brevipes* та *Lyngbya aestuarii* f. *aestuarii*. Сезонні зміни вкладу представників різних відділів у кількісні показники були наступними: навесні найбільшу чисельність мали діатомові, а в інші сезони – зелені водорості. Навесні за біомасою окрім переважаючих діатомових значний внесок давали синьозелені. Влітку незважаючи на повне домінування зелених водоростей, біомасу значно поповнювали діатомові, а взимку навіть незначна чисельність крупноклітинного *Gymnodinium paradoxum* A.J. Schill. з дінофітових водоростей (7,75% від загальної чисельності) призводила до його домінування за біомасою (50,4% від загальної біомаси).

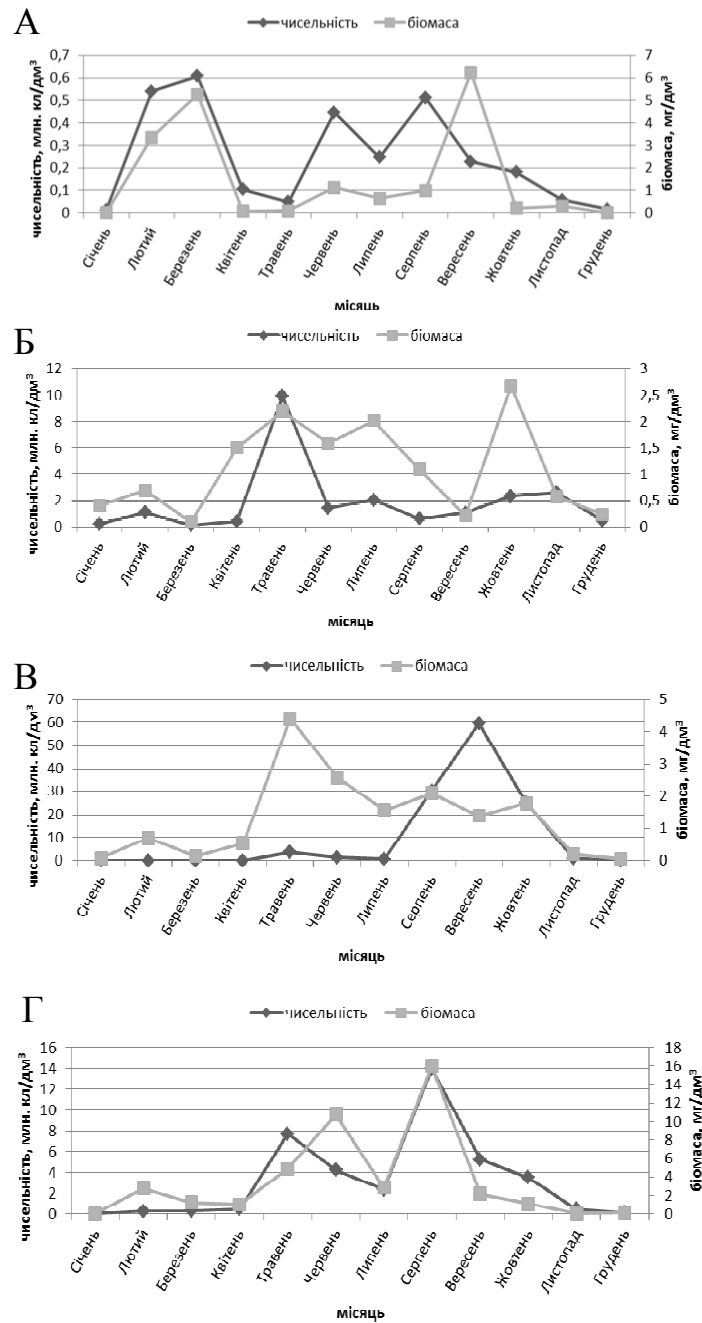


Рис. 2. Діаграма зміни чисельності (млн. кл/дм<sup>3</sup>) та біомаси (мг/дм<sup>3</sup>) по місяцях в озерах А – Ріпне, Б – Вейсове, В – Гаряче, Г – Сліпне

В озері Сліпне динаміка чисельності мала двопіковий характер з максимумами у травні та серпні (рис. 2 Г). Біомаса мала три піки: у лютому, червні та серпні. Підвищення чисельності фітопланктону в озері Сліпне у серпні щорічно було пов'язано з масовим розвитком синьозелених водоростей роду *Jaaginema* зі значною участю діатомової водорості *Nitzschia paleacea* і зелених водоростей роду *Monoraphidium*. Стрімке підвищення біомаси у лютому, непогоджене з підвищенням чисельності, було пов'язано з розвитком крупноклітинного *Peridiniopsis oculatum*. Аналіз сезонного співвідношення внесків водоростей різних відділів у загальну чисельність фітопланктону виявив наступні тенденції: навесні переважають синьозелені та діатомові водорості, влітку – синьозелені, восени більш масово

розвиваються діатомові та зелені водорості, а взимку найбільш представлені дінофітові та зелені. Для біомаси спостерігаються протилежні тенденції, оскільки вирішальну роль відіграє великий розмір клітин видів відділів *Dinopyta* та *Euglenopyta*, що значно тіснять досить дрібноклітинні зелені та синьозелені водорості та займають лідируючі позиції.

Для екологічної оцінки стану озер було використано поділ на 4 ступені активності видів (міра успішності виду у даних ландшафтно-кліматичних умовах (Юрцев, 1968)): особливо активні, високо активні, мало активні та неактивні. Найбільша кількість особливо активних видів була виявлена в озері Гаряче – вони склали 4,96% від загальної кількості видів.

Особливо активні види мали найбільший розвиток при найменшій солоності, тож у досліджуваних солоних озерах активні види свідчать про низьку мінералізацію. Таким чином, активність екосистем озер була найбільшою у періоди опріснення, що узгоджується з динамікою кількісних показників. Аналіз кореляції Пірсона між числом видів та кількістю особливо активних видів виявив пряму залежність між цими змінними (0,67\*). Тож особливо активних видів більше там, де більше число видів, а саме у більш глибоких гідрологічно стабільних озерах північної групи.

#### 4.2. Особливості розмірних характеристик водоростей Слов'янських озер.

Наведено аналіз порівняння об'ємів водоростей, що існують у Слов'янських озерах, з середніми об'ємами, визначеними на основі даних розмірних характеристик з визначників водоростей. Було виявлено, що більшість екземплярів видів досліджуваних озер мали дрібніші розміри, хоча для деяких видів тенденція була протилежна (*Navicula rotaeana* (Rabenhorst) Grunow, Lange-Bertalot & Ector, *Adlafia bryophila* (J.V.Petersen) Gerd Moser, Lange-Bertalot & D.Metzeltin, *Ankyra ocellata*, *Caloneis molaris*, *Amphora holsatica*, *Hyaloraphidium contortum* var. *tenuissimum*, *Luticola mutica* (Kützing) D.G.Mann).

При дослідженні впливу солоності на об'єм клітини було виявлено зворотну кореляцію між електропровідністю вод та об'ємами клітин п'яти видів водоростей: *Cocconeis pediculus* (-0,95\*), *Cymbella pusilla* (-0,88\*), *Entomoneis paludosa* var. *subsalina* (-0,95\*\*), *Navicula veneta* (-0,91\*\*), *Nitzschia reversa* (-0,93\*). Аналіз кореляції між вмістом хлоридів у воді та об'ємом клітин виявив статистично достовірні залежності для *Amphora holsatica* (0,92\*\*), *Entomoneis paludosa* var. *subsalina* (-0,87\*), та *Navicula veneta* (-0,79\*). Таким чином хлориди мають негативний вплив на загальний об'єм клітин *Entomoneis paludosa* var. *subsalina* та *Navicula veneta*. Об'єми клітин *Amphora holsatica* позитивно корелюють з вмістом хлоридів незалежно від сумарної мінералізації.

При дослідженні сезонної динаміки розмірних характеристик водоростей Слов'янських солоних озер було виявлено, що для досліджених видів спостерігалася тенденція зменшення об'єму клітини в літний період, коли йшло активне нарощування біомаси. Виключення склали *Tabularia fasciculata* та *Navicula subtilissima*, які навпаки збільшували об'єм клітин влітку.

## РОЗДІЛ 5. ЗВ'ЯЗОК ДЕЯКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФІТОПЛАНКТОНУ ТА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ СОЛОНИХ ОЗЕР

Багатомірний регресійний аналіз показав, що факторами, які негативно впливають на чисельність фітопланктону в озерах північної групи, були кондуктивність та лужність; середній об'єм клітин зазнавав впливу органічного забруднення і вмісту натрію. Концентрація карбонатів негативно впливала на видове багатство зелених водоростей, а органічне забруднення було нижче у той час, коли концентрація заліза була високою. Примітно, що у північній групі озер з органічним забрудненням корелював стронцій. У південній групі озер негативними факторами, що впливали на біологічні змінні були концентрації марганцю, калію, бору, кремнію, і розчиненої органічної речовини; в той час як позитивні фактори – кальцій і сульфіді, ніколи не були високими в цій групі озер.

Результати розрахунку коефіцієнтів Пірсона свідчать про те, що найбільш залежними змінними у вивчених озерах були видове багатство фітопланктону, чисельність і біомаса, що позитивно корелюють. У свою чергу, фактором, який негативно вплинув на угруповання водоростей, було органічне забруднення.

За допомогою програми CANOCO, в озері Ріпне було виявлено лише один індикаторний вид *Nitzschia paleacea*, який віддавав перевагу підвищеній концентрації літію та воді зі зниженим рН. В озерах Вейсове та Гаряче було знайдено вид-індикатор *Dunaliella salina*, який позитивно корелював з солоністю. В озері Гаряче також було виявлено групу індикаторів (*Chaetoceros muelleri*, *Cyclotella meneghiniana* та *Gymnodinium uberrimum*), кількість яких стимулювалася кремнієм, але негативно корелювала з концентрацією барію та бору. *Peridiniopsis oculatum* в озері Сліпне виступав в якості біоіндикатора води з підвищеним рН, а також негативно реагував на кондуктивність, концентрацію натрію, магнію і сульфіді. Індикаторами загального вмісту солей в озері Левадне були *Dunaliella salina*, *Diatoma elongatum* та *Hyaloraphidium contortum* var. *tenuissimum*. БАВ (багатовимірний аналіз відповідностей) озера Червоне показав чотири групи параметрів, при яких *Adlafia minuscula* та *Chaetoceros muelleri* виступали біоіндикаторами високої солоності та лужності. У тому ж угрупованні, *Cyclotella stelligera* та *Navicula gregaria* були оцінені як показники кремнезему та відсутності карбонатів. В Озері виявлено, що *Chaetoceros muelleri* та *Gomphonema angustatum* виступали індикаторами високої солоності та відносно низького рН.

Найбільш важливі відносини, розраховані між параметрами озер, показали, що в північній групі озер чисельність і біомаса збільшувалися синхронно за відношенням до видового багатства. В озерах даної групи органічне навантаження відіграло важливу роль у формуванні двох типів угруповань: одна – дрібноклітинних водоростей у водах, що збагачені органічними речовинами і друга – з більш крупними клітинами у водах, що слабо насичені органічними речовинами. Кондуктивність води та рН, тісно пов'язані з органічними речовинами, можуть бути оцінені як регулятори видового багатства, а також видового складу у цій групі озер. На противагу цьому, біологічні змінні південних мілководних озер не залежали від видового складу, але тут також формувалися аналогічні крупно- та

дрібноклітинні угруповання. У цій групі також видове багатство і видовий склад в угрупованнях регулювалися кондуктивністю води та рН, де угруповання з низьким видовим багатством були знайдені у водах з помірною кондуктивністю та низьким органічним навантаженням, а угруповання з високим видовим багатством розвивалися при збільшенні кондуктивності та органічного навантаження.

## ВИСНОВКИ

1. Встановлено особливості видового складу та кількісного розвитку фітопланктону Слов'янських озер різного ступеню солоності, проведено біоіндикацію їх екологічного стану за індикаторними видами водоростей та виявлено специфіку впливу хімічного складу води на розвиток альгоугруповань солоних водойм.
2. У планктоні досліджених озер виявлено 336 видів водоростей (350 в. в. т.) з дев'яти відділів (*Cyanoprokaryota*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Dinophyta*, *Xanthophyta*, *Cryptophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*), 15 класів, 38 порядків, 72 родин і 141 роду. У складі фітопланктону всіх озер переважали діатомові, а у найбільш прісному озері Сліпне, окрім них, важливу роль відігравали також зелені та синьозелені водорості.
3. В результаті аналізу флористичної спільності видового складу фітопланктону досліджених водойм виділено дві групи озер: північну (непересихаючі озера Ріпне, Вейсове, Гаряче, Сліпне) та південну (частково пересихаючі озера Левадне, Червоне та Озеро). Найважливішим фактором формування видового складу планктонних водоростей досліджених озер є коливання вмісту солей у воді протягом року внаслідок випаровування.
4. Частково пересихаючі озера характеризуються більшою часткою солелюбних видів водоростей у порівнянні з непересихаючими. У сезонному аспекті в більш солоних озерах Ріпне, Вейсове та Гаряче в літній період спостерігалось зростання відносної кількості солелюбних видів водоростей, що було пов'язано з випаровуванням. Для озера Сліпне тенденція була протилежною, що ймовірно пов'язано з наявністю компенсуючих алювіальних вод.
5. Біоіндикаційний аналіз показав, що у водній товщі непересихаючих озер переважали бентосні та планктонно-бентосні види, а частково пересихаючих озер – лише бентосні. Досліджені озера характеризувалися достатнім рівнем насичення води киснем, їх води були слабколужними протягом року, характеризувалися помірним рівнем органічного забруднення, мали переважно евтрофний статус та можуть бути віднесені до 2–3 класу якості води (цілком задовільна), а антропогенний вплив на Слов'янські озера наразі не є критичним.
6. Найбільшою середньою чисельністю (11,797 млн. кл/дм<sup>3</sup>) характеризувався фітопланктон озера Гаряче з високим рівнем мінералізації (60,1 г/дм<sup>3</sup>), а найбільшою середньою біомасою (3,859 мг/дм<sup>3</sup>) – фітопланктон озера Сліпне з низькою мінералізацією (5,6 г/дм<sup>3</sup>). Виявлено низку видів, що інтенсивно розвивалися в широкому діапазоні солоності. Для найбільш прісного озера Сліпне це були *Hyaloraphidium contortum* var. *tenuissimum* та *Monoraphidium minutum*, а для найбільш солоного озера Вейсове – *Cylindrotheca closterium* та *Lyngbya major*.



7. Сезонна динаміка кількісних показників розвитку фітопланктону в озерах мала переважно двопіковий характер. В озері Ріпне такі піки відзначено навесні (обумовлений розвитком представників *Dinophyta*) та наприкінці літа–восени (*Chlorophyta*); в озері Вейсове – навесні та восени (*Bacillariophyta*); в озері Сліпне – влітку (*Cyanoprokaryota*) та восени (*Bacillariophyta*); в озері Гаряче за чисельністю восени домінували *Chlorophyta*, а навесні за біомасою переважали представники *Bacillariophyta* та *Cyanoprokaryota*.
8. Динаміка розмірних характеристик діатомових водоростей мала тенденцію до зменшення об'єму клітин в літній період після активного зростання біомаси *Bacillariophyta* навесні.
9. Виявлено біоіндикаторні властивості наступних водоростей Слов'янських озер: *Nitzschia paleacea* (Li); *Dunaliella salina*, *Diatoma elongatum*, *Hyaloraphidium contortum* var. *tenuissimum* (солоність); *Cyclotella meneghiniana*, *Gymnodinium uberrimum* (Si, Ba, B); *Chaetoceros muelleri* (солоність, лужність, Si, Ba, B); *Peridiniopsis oculatum* (солоність, Na, Mg, S); *Adlafia minuscula* (солоність, лужність); *Cyclotella stelligera*, *Navicula gregaria* (Si, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) та *Gomphonema angustatum* (солоність).
10. Отримані дані можуть бути використані при проведенні екологічного моніторингу водойм різного ступеню солоності, при прогнозуванні змін якості води внаслідок різких змін природних умов та антропогенного навантаження, а також для удосконалення системи біоіндикації за водоростями-індикаторами.

*Автор вважає за необхідність та приємний обов'язок висловити щирю вдячність к.б.н., ст. викладачеві Інституту Еволюції Хайфського Університету (Ізраїль) Софії Степанівні Бариновій за всебічну допомогу, цінні поради і підтримку та Андрію Вікторовичу Фатюха за постійну увагу до роботи.*

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*У наукових фахових виданнях:*

1. Лялюк Н.М. Фитопланктон славянских соленых озер (Украина) / Н.М. Лялюк, **В.Н. Климяк** // Альгология. – 2011. – 21, № 3. – С. 321–328 (*проведення натурних досліджень, участь в узагальненні даних та написанні статті*).
2. **Климяк В.Н.** Размерные характеристики фитопланктона Славянских соленых озер. / **В.Н. Климяк** // Проблемы екології та охорони природи техногенного регіону. – 2012. – № 1 (12). – С. 88–96.
3. **Климяк В.Н.** Температурная приуроченность водорослей планктона озер РЛП «Славянский курорт» / **В.Н. Климяк**, Н.М. Лялюк // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – 16, № 1. – С.214–217 (*проведення натурних досліджень, узагальнення даних та участь у написанні статті*).
4. **Климяк В.М.** Кількісні показники фітопланктону Слов'янських солоних озер / **В.М. Климяк**, Н.М. Лялюк // Гідробіологічний журнал. – 2014. – 50 (6) – С. 33-39 (*проведення натурних досліджень, узагальнення даних та участь у написанні статті*).

5. **Klymiuk V.** Diversity and Ecology of Algal Communities from the Regional Landscape Park "Slavyansky Resort", Ukraine [Електронний ресурс] / **V. Klymiuk**, S. Barinova, N. Lyalyuk // Research and Reviews: Journal of Botanical Science. – 2014. – 3(2) – P. 9–26. – Режим доступу до журн. : <http://www.rroj.com/jbs/index.php/jbs/article/view/51/pdf> (*проведення натурних досліджень, участь в узагальненні даних та написанні статті*).
6. Barinova S. Ecology of phytoplankton in the Regional Landscape Park "Slavyansky Resort", Ukraine / S. Barinova, **V. Klymiuk**, N. Lyalyuk // Applied Ecology and Environmental Research. – 2015. – 13(2). – P. 449-464 (*проведення натурних досліджень, участь в узагальненні даних та написанні статті*).
7. **Klymiuk V.** Phytoplankton communities in ecological assessment of lacustrine ecosystems in the wetland "Slavyansky Resort", Ukraine. / **V. Klymiuk**, S. Barinova // Journal of Wetlands Biodiversity. – 2015. – 5. – P. 17-27 (*проведення натурних досліджень, участь в узагальненні даних та написанні статті*).

*В інших виданнях:*

8. **Климюк В.Н.** Альгофлора Славянских соленых озер / **В.Н. Климюк**, Н.М. Лялюк / Вісник студентського наукового товариства Донецького національного університету. – Донецьк: ДонНУ, 2008. – С. 98–103.
9. **Климюк В.М.** Біоіндикаційний аналіз солоних озер РЛП «Слов'янський курорт» за фітопланктоном / **В.М. Климюк**, С.С. Барінова, Н.М. Лялюк // Гідрологія, гідрохімія та гідроекологія. – 2014. – Т. 2(33). – С. 70–80 (*проведення натурних досліджень, участь в узагальненні даних та написанні статті*).

*За матеріалами наукових конференцій:*

10. **Климюк В.М.** Альгофлора Слов'янських солоних озер (Донецька область) / **В.М. Климюк**, Н.М. Лялюк / Матер. IV Міжнародної наукової конференції студентів і аспірантів «Молодь і поступ біології» (7-10 квітня 2008 року, м. Львів). – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2008. – С. 97–98.
11. **Климюк В.Н.** Биоиндикация загрязнений Славянских озёр / **В.Н. Климюк**, Н.М. Лялюк / Збірка доповідей VII Міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (15-17 квітня 2008 року). – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2008. – С. 245–246.
12. **Климюк В.Н.** Вертикальная структура сообществ фитопланктона озёр Славянского курорта / **В.Н. Климюк**, Н.М. Лялюк / Материалы I международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Фундаментальные и прикладные исследования в биологии» (23-26 февраля 2009 г., Донецк). – Донецьк: „Вебер” (Донецкая филия), 2009. – С. 53–54.
13. **Климюк В.Н.** Оценка степени загрязнения Славянских озёр по индикаторным видам водорослей / **В.Н. Климюк**, Н.М. Лялюк / Збірка доповідей VIII Міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (14-16 квітня 2009 року). – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2009. – С. 195–196.
14. **Климюк В.Н.** Сезонные изменения количественных характеристик фитопланктона Славянских озёр / **В.Н. Климюк**, Н.М. Лялюк / Тезиси

- VI Международной научно-практической конференции молодых учёных по проблемам водных экосистем „Pontus Euxinus – 2009” (21-24 сентября 2009 г.) – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – С. 51–52.
15. **Климюк В.М.** Біоіндикація забруднення Слов'янських солоних озер / **В.М. Климюк**, Н.М. Лялюк / Матеріали XII Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрантів і аспірантів «Екологічні проблеми регіонів України», Матеріали III Міжнародної наукової конференції студентів, магістрантів і аспірантів «Регіональні екологічні проблеми». – Одеса: ОДЕКУ, 2010. – С. 37–38.
  16. **Климюк В.Н.** Сравнительная биоиндикация загрязнения соленых озер / **В.Н. Климюк**, Н.М. Лялюк / Збірка доповідей XX Всеукраїнської наукової конференції аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (13-15 квітня 2010 року). – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2010. – С. 198–199.
  17. **Климюк В.Н.** Перспективы использования морфометрических параметров микроводорослей для индикации загрязнения соленых озер / **В.Н. Климюк**, Н.М. Лялюк / Збірка доповідей XXII Всеукраїнської наукової конференції аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (17-19 квітня 2012 р.). – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2012. – С. 16–17.
  18. **Климюк В.Н.** Оценка экологических параметров соленых озер с использованием водорослей-индикаторов. / **В.Н. Климюк** / Материалы XXIII Всеукраїнської наукової конференції аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (16-18 апреля 2013). – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2013. – С. 10–11.
  19. **Климюк В.Н.** Сукцессионные изменения фитопланктона озер РЛП «Славянский курорт» / **В.Н. Климюк** / Матеріали міжнародної наукової конференції “Від заповідання за збалансованого природокористування” (20-22 марта 2013). – Донецьк: ДонНУ, 2013. – С. 131–132.
  20. **Климюк В.Н.** Мониторинг фитопланктона солёных озёр г. Славянска / **В.Н. Климюк**, Н.М. Лялюк / Материалы Всеукраинской научной конференции «Мониторинг природных и техногенных сред» (24-26 апреля 2008 г.). – Симферополь: ДИАЙПИ, 2008. – С. 67–70.
  21. **Климюк В.Н.** Фитопланктон солёных озёр г. Славянска / **В.Н. Климюк**, Н.М. Лялюк / Материалы XV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов» (Москва). – М.: СП «Мысль», 2008. – С. 82–83.
  22. **Климюк В.Н.** Альгофлора солёных континентальных озер г. Славянска / **В.Н. Климюк**, Н.М. Лялюк / Материалы II Международной научно-практической конференции «Молодые исследователи – ботанической науке 2009» (24, 25 сентября 2009 г.). – Гомель (Республика Беларусь): ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – С. 14–18.
  23. **Климюк В.М.** Дослідження кількісних показників фітопланктону Слов'янських озер / **В.М. Климюк**, Н.М. Лялюк / Збірник тез V Міжнародної наукової

- конференції студентів та аспірантів «Молодь і поступ біології» (12-15 травня 2009 року, м. Львів): в 2-х томах. – Т.1. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2009. – С. 15–16.
24. **Климюк В.Н.** Оценка экологических параметров Славянских озер по индикаторным видам водорослей / **В.Н. Климюк**, Н.М. Лялюк / Тези VI Міжнародної наукової конференції студентів, магістрів та аспірантів „Сучасні проблеми екології та геотехнологій” (18-20 березня 2009 року). – Житомир: ЖДТУ, 2009. – С. 106–107.
25. **Климюк В.Н.** Экологические характеристики водорослей фитопланктона солёных озёр / **В.Н. Климюк**, Н.М. Лялюк / Матеріали IV Всеукраїнської студентської наукової конференції „Сучасні проблеми природничих наук” (Ніжин, 22–23 квітня 2009 року). – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2009. – С. 93.
26. **Климюк В.Н.** Показатели фитопланктона соленых озер Славянского курорта / **В.Н. Климюк**, Н.М. Лялюк / Збірка доповідей національного екологічного форуму «Екологія промислового регіону», Т.2. (23-24 травня 2012 р.). – Донецьк, 2012. – С. 188–190.
27. **Климюк В.Н.** Биоразнообразие водорослей планктона озер с различной минерализацией (г. Славянск) / **В.Н. Климюк**, Н. М. Лялюк / Матеріали X Всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрів та аспірантів “Сучасні проблеми екології та геотехнологій” (10-12 апреля 2013). – Житомир: ЖДТУ, 2013. – С. 41.
28. **Климюк В.Н.** Показатели фитопланктона озер Славянского курорта (Украина) [Электронный ресурс] / **В.Н. Климюк** / Материалы Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2013». – Москва. – 2013. – С. 102–103.
29. **Климюк В.Н.** Фитопланктон соленых озер Славянского курорта / **В.Н. Климюк** / Матеріали наукової конференції Донецького національного університету за підсумками науково-дослідної роботи за період 2011-2012 рр. (15-25 марта 2013). – Донецьк: ДонНУ, 2013. – С. 220–221.
30. **Климюк В.Н.** Встречаемость галофильных видов водорослей в условиях различной солености вод озер / **В.Н. Климюк** / Матеріали XXIV Всеукраїнської наукової конференції аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (14-17 апреля 2014). – Донецьк, ДВНЗ «ДонНТУ», 2014. – С. 16–18.

## АНОТАЦІЯ

**Климюк В.М. Фітопланктон Слов’янських солоних озер.** – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.17 – гідробіологія. – Інститут гідробіології НАН України, Київ, 2015.

Дисертація присвячена дослідженню фітопланктону солоних озер м. Слов’янська. Складено список видів озер, що включає 336 видів (350 видів та внутрішньовидових

таксонів) дев'яти відділів (*Cyanoprokaryota*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Dinophyta*, *Xanthophyta*, *Cryptophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*) 38 порядків, 72 родин та 141 роду. Завдяки аналізу спільності видового складу було доведено, що для формування флори водоростей озер фактор пересихання відіграє важливішу роль, ніж мінералізація. Вперше проведено біоіндикаційний аналіз та встановлено, що на даний час антропогенний вплив на озера є нетоксичним. Аналіз сезонної динаміки кількісних характеристик виявив, що піки розвитку водоростей припадали на періоди зменшення солоності вод, тож мінералізація негативно впливає на продуктивність екосистем. Водночас було зареєстровано два типи угруповань водоростей – угруповання із незначним видовим багатством у водах з помірною кондуктивністю та низьким органічним навантаженням та угруповання з високим видовим багатством, що розвиваються при збільшенні кондуктивності та органічного навантаження. Було виявлено статистично підтверджені біоіндикаторні властивості *Nitzschia paleacea*, *Dunaliella salina*, *Diatoma elongatum*, *Hyaloraphidium contortum* var. *tenuissimum*, *Cyclotella meneghiniana*, *Gymnodinium uberrimum*, *Chaetoceros muelleri*, *Peridiniopsis oculatum*, *Adlafia minuscula*, *Cyclotella stelligera*, *Navicula gregaria* та *Gomphonema angustatum* відносно хімічного складу вод.

**Ключові слова:** фітопланктон, видовий склад, чисельність, біомаса, біоіндикація, розмірні характеристики, солоні озера, РЛП «Слов'янський курорт»

## АННОТАЦІЯ

**Климюк В.Н. Фитопланктон Славянских соленых озер.** – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.17 – гидробиология. – Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, 2015.

Диссертация посвящена изучению фитопланктона соленых озер г. Славянска – Репного, Вейсового, Горячего, Слепного, Левадного, Червоного и озера без названия (Озеро). Составлен список видов озер, который включает 336 видов (350 видов и внутривидовых таксонов) водорослей, среди которых 238 видов и ввт представляют из себя оригинальные данные автора, девяти отделов (*Cyanoprokaryota*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Dinophyta*, *Xanthophyta*, *Cryptophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*), 38 порядков, 72 семейств и 141 рода. Благодаря анализу общности видового состава было доказано, что первоочередным фактором формирования флоры водорослей озер является фактор пересыхания, а не минерализация. Впервые был проведен биоиндикационный анализ, который подтвердил значительное содержание хлоридов в воде озер, а анализ сезонной динамики соотношения групп индикаторов позволил выявить вероятное наличие пресных аллювиальных вод, которые питают озеро Слепное в теплое время года. Методами биоиндикации также было установлено, что на данный момент антропогенное влияние на озера является нетоксичным. В среднем по озерам численность составляла 3,569 млн. кл/дм<sup>3</sup>, биомасса – 1,794 мг/дм<sup>3</sup>. В работе

проанализирована сезонная динамика количественных характеристик и установлено, что пики развития водорослей приходились на периоды уменьшения солености вод, таким образом, фактор минерализации вод имеет негативное влияние на продуктивность экосистем озер, поэтому активность экосистем была наибольшей в периоды опреснения. Статистическими методами было доказано обратную корреляцию между электропроводностью вод и объемами клеток *Cocconeis pediculus*, *Cymbella pusilla*, *Entomoneis paludosa* var. *subsalina*, *Navicula veneta* и *Nitzschia reversa*, а также корреляцию между содержанием хлоридов в воде и объемом клеток *Amphora holsatica* (позитивная), *Entomoneis paludosa* var. *subsalina* (негативная) и *Navicula veneta* (негативная). Два типа сообществ было зарегистрировано для соленых озер – сообщества с незначительным видовым богатством в водах с умеренной кондуктивностью и низкой органической нагрузкой и сообщества с высоким видовым богатством, которые развиваются при увеличении кондуктивности и органической нагрузке. Были выявлены статистически подтвержденные биоиндикаторные свойства *Nitzschia paleacea*, *Dunaliella salina*, *Diatoma elongatum*, *Hyaloraphidium contortum* var. *tenuissimum*, *Cyclotella meneghiniana*, *Gymnodinium uberrimum*, *Chaetoceros muelleri*, *Peridiniopsis oculatum*, *Adlafia minuscula*, *Cyclotella stelligera*, *Navicula gregaria* и *Gomphonema angustatum* относительно химического состава вод.

**Ключевые слова:** фитопланктон, видовой состав, численность, биомасса, биоиндикация, размерные характеристики, соленые озера, РЛП «Славянский курорт»

## SUMMARY

**Klymiuk V.N. Phytoplankton of salt lakes of Slovyansk.** – Manuscript.

Thesis of the dissertation for scientific degree of the Candidate of Biological Sciences by speciality 03.00.17 – hydrobiology – Institute of Hydrobiology of National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, 2015.

The dissertation's studies focuses on the phytoplankton of salt lakes of Slavyansk. A list of the species of lakes includes 336 species (350 species and intraspecific taxa) from nine divisions (*Cyanoprokaryota*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Dinophyta*, *Xanthophyta*, *Cryptophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta*, and *Charophyta*). An analysis of the community species composition shown, that factor of drying is more important than mineralization for the formation of the alga flora of those salt lakes. A bio-indication analysis was done for the first time. It was determined the present nontoxic impact of human on the lakes. The analysis of seasonal dynamics of quantitative characteristics showed that the peaks of algae were in the periods of reducing of salinity. Thus, salinity is negatively affected to the performance of ecosystems. It has been statistically confirmed bio-indication properties of some species in relation to chemical composition of water.

**Keywords:** phytoplankton, species composition, abundance, biomass, bio-indication, dimensional characteristics, salt lakes, RLP "Slovyansky resort"