Міністерство освіти та науки України
Донецький національний університет

На правах рукопису

КЛИМЮК ВАЛЕНТИНА МИКОЛАЇВНА

УДК 581.526.325.3 (477.62)

ФІТОПЛАНКТОН СЛОВ'ЯНСЬКИХ СОЛОНИХ ОЗЕР

03.00.17 (гідробіологія)

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Науковий керівник
Лялюк Наталя Михайлівна
кандидат біологічних наук,
доцент

Київ – 2015

ЗМІСТ

ВСТУП

Актуальність теми. Фітопланктон являє собою важливу складову екосистеми, яка швидко реагує на зміни в оточуючому середовищі, тож є зручним об’єктом дослідження. Найбільш вивченим є фітопланктон прісноводних водойм, у той час як фітопланктону солоних карстових озер надається недостатньо уваги. Окремо слід відзначити значення вивчення угруповань водоростей планктону охоронних водних об’єктів. 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 грязі 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 їх 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 їх екологічного стану. Для досягнення мети потрібно було вирішити 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. Проаналізувати 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, ідентифікації та камерального опрацювання проб фітопланктону; 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 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 данні 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 оприлюднено на 10 наукових конференціях: IV Міжнародній науковій конференції студентів і аспірантів «Молодь і поступ біології» (Львів, 2008), VII Міжнародній науковій конференції аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (Донецьк, 2008), I Міжнародній науковій конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Фундаментальні та прикладні дослідження в біології» (Донецьк, 2009), VIII Міжнародній науковій конференції аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (Донецьк, 2009), VI Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених по проблемам водних екосистем „Pontus Euxinus – 2009" (Севастополь, 2009), XX-XXIII Всеукраїнських наукових конференціях аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (Донецьк, 2010, 2012, 2013), Науковій конференції Донецького національного університету за підсумками науково-дослідної роботи за період 2011-2012 рр. (Донецьк, 2013), Міжнародній науковій

конференції “Від заповідання за збалансованого природокористування” (Донецьк, 2013).

Також результати роботи було оприлюднено на конкурсах наукових робіт: ІІ турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з природничих, технічних і гуманітарних наук «Біологічні науки» (Мелітополь, 2009), ІІ турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з напряму «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», 22 матеріали і тези конференцій (17 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.

Автор вважає за необхідність та приємний обов'язок висловити щиру 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.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Короткий нарис історії вивчення та основні підсумки вивчення солоних озер м. Слов'янська

Дослідження флори Слов'янських озер епізодично проводилося з другої половини XVII сторіччя та було спрямоване на вияв видового складу водоростей. Однією з перших робіт з біології Слов'янських озер була робота Е.І. Ейхвальда [112], в якій він вказував 8 видів діатомових водоростей. Професор Л.С. Ценковський визначив для озера Сліпне 2 види водоростей, а професор Є.А. Полюта відзначив велику кількість панцирів діатомових водоростей у складі мулів [16]. Декілька видів діатомових водоростей були визначені для флори Слов'янських озер І.Ф. Леваковським [69].

У квітні, липні та серпні 1884 р. дослідження флори та фауни озера Вейсове провів П.Т. Степанов. Хоча об'єктами його дослідження були переважно представники тваринного світу, він відзначив в якості керівних форм для озера Вейсове, окрім типово зоологічних об'єктів, також і джгутиковий *Sphaerodinium cinctum* (Ehrenb.) Wołosz. (*Glenodinium cinctum* Ehrenb.), що додавав у весняний період воді жовтуватий відтінок. Крім джгутикових, він вважав головними представниками альгофлори даного озера діатомові водорості і нитчасті синьозелені [101, 102].

А.І. Висоцький у 1888 р. вивчав видовий склад *Mastigophora* та *Rhizopoda* – мешканців солоних озер Слов'янська, серед яких ним були виявлені 4 види водоростей відділу *Crysophyta* [18].

Визначенням видового складу водоростей озер займалася також у 1930 р. Н.В. Анісімова [2], яка вказувала на існування в Слов'янських озерах 2 видів та 2 родів (без конкретизації видової приналежності) водоростей з відділу *Chlorophyta*.

Окремо слід відзначити роботи А.І. Прошкіної-Лавренко 1930-1945 рр., що були спрямовані на визначення видового складу водоростей, переважно

Вейсового озера та охоплювали найрізноманітніші відділи водоростей: *Bacillariophyta* [87], *Cyanoprokaryota* [86], *Euglenophyta* [88], *Chlorophyta* [86, 89-91] та *Dinophyta* [91].

Значно поповнив дані щодо синьозелених водоростей альгофлори Слов'янських озер А.А. Еленкін, у монографії якого (1949 р.) місцем існування 13 видів синьозелених водоростей вказано саме мінеральні озера Слов'янська [28]. Результати його досліджень підтвердила та дещо розширила у 60-х роках XX сторіччя Н.В. Кондратьєва [62].

Видовий склад дінофітових водоростей озер був предметом дослідження І.А. Кисельова [33, 34], О.М. Матвієнко, Р.М. Литвиненко [75] та А.Ф. Крахмального [64, 65].

У 80-х рр. XX сторіччя Т.В. Догадіна та А.М. Матвієнко сконцентрували свою увагу на вивченні складу водоростей озер з відділу *Xanthophyta* [27, 77].

У 2000-х рр. видовий склад зелених водоростей солоних озер Слов'янська вивчали О.А. Петльований та П.М. Царенко [82-84, 109]. Вони дещо уточнили дані А.І. Прошкіної-Лавренко та відзначили 14 видів зелених водоростей для альгофлор озер. О.А. Петльований акцентував увагу на тому, що особливості сольового режиму озер, їхні гідрологічні та біологічні фактори обумовлюють формування низького та специфічного багатства зелених водоростей, значна частина яких є рідкісними для флор Європи [84].

Окремо слід відзначити роботи з біології Слов'янських озер 40-х рр. XX сторіччя Л.І. Рубенчика, Д.Г. Гейхермана [94-96] та 70-х років XX сторіччя В.М. Горленко зі співавторами [23], що були спрямовані на визначення ролі мікроорганізмів та їхню участь у формуванні лікувальних грязей та кругообігу речовин в озерах Вейсове та Ріпне.

Визначення кількісних характеристик фауни і флори озер Ріпне та Сліпне вперше було проведено у 1972 р. співробітниками Слов'янської гідрогеологічної режимно-експлуатаційної станції СГГРЕС [16]. Для озера Сліпне було відзначено, що фітопланктон практично повністю складається з синьозелених водоростей родів *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont (з квітня по

липень) та *Synechococcus* Nägeli (з липня по жовтень). На підставі даних про проріст біомаси планктону з квітня по липень зроблено висновок про високі темпи утворення органічної речовини в озері Сліпне. Для озера Ріпне було визначено наявність окислювальної та відновлювальної зон зі специфічним гідрохімічним режимом, межа між якими навесні проходила на глибині 5-6 метрів, а в інші пори року – на глибині 2-3 метри [16]. Було висунуто припущення, що саме це є фактором розподілу планктону та бентосу в озері. Для озера Ріпне з квітня по жовтень відзначено переважання у планктоні синьозелених водоростей родів *Synechocystis* Sauvageau та *Gloeocapsa* Kützing [16]. В озері Ріпне водорості були поширені переважно до глибини 2-3 метри (тобто до зовнішньої межі відновлювальної сірководневої зони), на відміну від Сліпного, де водорості розподілялися в товщі води більш менш рівномірно. Окремо було зазначено, що керівними формами гідробіонтів озера Сліпне були прісноводні, а озера Ріпне – солоноватоводні евригалінні.

Фахівцями СГГРЕС у період 1985-2002 рр. активно проводилися дослідження видового складу та підрахунок чисельності планктону (зоо- та фітопланктону сумарно) та перифітону озер Ріпне, Вейсове і Сліпне з різною періодичністю. Список видів водоростей планктону та перифітону за цей період дослідження включав 134 види та ввт водоростей з 8 відділів: *Cyanoprokaryota*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Dinophyta*, *Cryptophyta*, *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* та *Charophyta*.

У літературі відсутні будь-які дані щодо річної помісячної динаміки чисельності та біомаси досліджуваних озер, розмірних характеристик водоростей та сезонної динаміки даного показника, а також аналізу впливу хімічного складу води на водорості планктону. Також відсутні дані щодо біоіндикаційного аналізу стану озер за водоростями-індикаторами. У зв’язку з охоронним статусом Слов’янських озер, дослідження перерахованих характеристик фітопланктону, як і для інших об’єктів природньо-заповідного фонду України [61], набуває не тільки теоретичного, але й прикладного значення.

1.2. Природні умови району досліджень та загальна характеристика солоних озер

Слов’янські солоні озера розташовані на території Регіонального ландшафтного парку (РЛП) «Слов’янський курорт», що знаходиться у Східній Європі на території України у північно-східній частині міста Слов’янськ Донецької області (додаток А). РЛП був заснований у грудні 2005 р. рішенням Донецької обласної ради. Загальна його площа складає 431 га. До складу РЛП «Слов’янський курорт» увійшли 3 санаторії, парк, сезонний орнітологічний заказник «Приозерний» та пам’ятники природи державного значення озера Ріпне та Сліпне (Розпорядження Ради Міністрів УРСР № 780-р від 14.10.1975 р.) [29, 70], що віднесені до категорії лікувальних (постановою КМУ № 1499 від 11.12.1996) і є джерелами унікальних лікувальних грязей та рапи (відзначених у 1907 р. премією Гран-Прі у Бельгії) [68]. За складом грязі відносяться до типу мулових, сульфідних середньомінералізованих, сульфатно-хлоридних, натрієвих озерно-ключових грязей згідно класифікації Центрального науково-дослідного інституту курортології та фізіотерапії [29, 99].

Територія Слов'янського курорту відноситься до морфогенетичного типу рельєфу акумулятивної рівнини. Верхній шар складений переважно супісками і суглинками, рідше пісками, з середньою потужністю 2,5 м. У підошві залягають алювіальні піски потужністю від 3-5 до 10-15 м, а в центральній частині колишнього розсолопромислу – до 37,3-53,2 м, що пов'язано з вилуговуванням пластів кам'яної солі під час інтенсивного розсоловидобутку та зміщенням алювію зі схилів терас [85].

За даними Слов'янської метеостанції кількість річних опадів коливається від 400,6 мм до 1206 мм [85]. Майже 47% опадів випадає в літній період року (березень-вересень), носить зливовий характер і витрачається на випаровування. Поповнення ресурсів ґрунтових і підземних вод відбувається в осінньо-зимовий період року.

У районі мінеральних озер курорту згідно з гідрогеологічним районуванням розташований карстовий район [85]. Режим карстового водоносного горизонту раніше порушувався роботою розсолопромислу. Рівні ґрунтових вод при штучному відборі розсолів були набагато нижче існуючих (спостерігалося пересихання озера Вейсового і обміління Ріпного). Припинення розсоловидобутку у 70-х рр. XX сторіччя призвело до різкого підвищення (відновлення природного) як розсольних, так і алювіальних вод. Розсольні води характеризуються високим вмістом сухого залишку (понад 100 г/дм^3) і підвищеною агресивністю. Мінералізація алювіальних вод коливається від <1 г/дм^3 до >150 г/дм^3 [85].

На території РЛП розташована велика кількість тимчасових водойм та лише 7 мінералізованих озер, що протягом року не пересихають повністю: Ріпне, Вейсове, Гаряче, Сліпне, Левадне, Червоне та озеро без назви (прийнято в роботі як Озеро). Озера Ріпне, Вейсове, Гаряче та Сліпне мають карстове походження, досить велику глибину та протягом року об’єм їхніх вод практично не змінюється. Інші три озера – Левадне, Червоне та Озеро – утворилися внаслідок заповнення незначних знижень місцевості і мають незначну глибину та частково пересихають протягом теплого періоду року, заповнюючись водою лише восени.

Між озерами існує надземне та підземне сполучення, що залежить від перепадів висот місцевості. Виявляються три потоки вод, що врешті решт впадають у річку Калантаївку: правий, середній та лівий. Правий, що відображений на картах місцевості, впадає в озеро Ріпне. Крізь алювіальні шари ці води надходять до озера Вейсове, а потім – до Озера. Середній потік має підземний початок вище озера Сліпне та відкривається у нього безпосередньо (див. розділ 3.2), надалі спостерігається надземне перетікання вод до озера Гаряче і надалі до озера Левадне. Лівий потік також візуалізується та поверхневим стоком потрапляє в озеро Левадне. Також слід відзначити періодичне поверхневе сполучення між озерами Вейсове та Левадне.

Озеро Ріпне (Рапне) має площу близько 19,1 га. Довжина сягає 850 м, а ширина – 320 м. Середня глибина дорівнює 2,9 м, а максимальна сягає 8,4 м. Дно озера вкрите донними відкладеннями грязі потужністю до 2,6 м [68]. Озеро активно використовується як джерело лікувальних грязей [24, 68, 98, 99], має пляж для розташованих поблизу санаторіїв та несанкціонований пляж на плитах греблі (додаток Б, рис. Б.1-Б.3). За класифікацією О.А. Алєкіна [1] формула води: $Cl_{III\,31.7}^{Na\,60}$, тобто вода хлоридно-натрієвого складу, жорстка, високо мінералізована, слабколужна (додаток П). Слід відзначити поступове збільшення солоності вод. При порівнянні даних СГГРЕС виявлено збільшення мінералізації озера Ріпне за період з 1972-1983 рр. по 2007-2012 рр. у 1,46 рази. Подібні тенденції збільшення мінералізації вод континентальних водойм світу раніше було відзначено різними авторами [67, 110]. Обрана для дослідження моніторингова точка озера Ріпне має координати: 48°52'10.1"N 37°38'02.9"E.

Озеро Вейсове (Маяцьке) має площу 19,5 га. Середня глибина складає близько 1,7 м. Дно вкрите значними відкладеннями грязі. Має місце значний антропогенний вплив внаслідок облаштування пляжу (додаток Б, рис. Б.5, Б.6). За класифікацією О.А. Алєкіна [1] формула води виглядає наступним чином: $Cl_{III\,71.8}^{Na\,82}$, тобто вода хлоридно-натрієвого складу, дуже жорстка, розсольна, слабколужна (додаток П). В озері Вейсове також спостерігаються процеси вимивання карстових порід, що призводить до збільшення мінералізації води озера (порівняння даних СГГРЕС за відповідні періоди дослідження виявило, що у період з 1972-1983 рр. по 2007-2012 рр. мінералізація збільшилася у 1,9 рази). Моніторингова точка озера Вейсове має наступні координати: 48°52'04.5"N 37°37'40.6"E.

Озеро Гаряче має площу 7,4 га. Максимальна глибина досягає близько 2,5 м. У часи роботи солевидобувного заводу (сільзавод) саме у це озеро скидали відпрацьовану гарячу рапу, через що озеро і отримало свою назву. Дно озера вкрите значними відкладеннями грязі. На березі також облаштовано пляж (додаток Б, рис. Б.7-Б.9). За класифікацією О.А. Алєкіна [1] формула

води виглядає наступним чином: $Cl_{III\,60.1}^{Na\,52}$, тобто вода хлоридно-натрієва, жорстка, розсольна, слабколужна (додаток П). Моніторингова точка озера Гаряче має наступні координати: 48°52'18.1"N 37°37'02.5"E.

Озеро Сліпне площею 30 га, еліптичної форми з довжиною 925 м та шириною 400 м. Середня глибина близько 1,2 м, максимальна – 2,2 м [68]. Воно найбільш прісне і його береги вкриті водно-болотною рослинністю. Раніше використовувалося як джерело лікувальних грязей, проте на даний час втратило своє практичне значення [99]. Для купання воно використовується мало, оскільки не має сучасних облаштованих місць, проте активно використовується для вилову риби (додаток Б, рис. Б.11, Б.12). За класифікацією О.А. Алєкіна [1] формула води: $Cl_{III\,5.6}^{Na\,20}$, вода хлоридно-натрієва, середньої жорсткості, середньо мінералізована, слабколужна (додаток П). Обрана моніторингова точка озера Сліпне має наступні координати: 48°52'22.2"N 37°37'03.0"E.

Озеро Левадне у період найбільшого заповнення має максимальну площу 6,2 га. Найбільша глибина складає близько 1,5 м. Рельєф дна досить рівномірний, тому при пересиханні спостерігається зниження рівня води та деяке зменшення площі озера (додаток Б, рис. Б.10). За класифікацією О.А. Алєкіна [1] формула води виглядає наступним чином: $Cl_{III\,19.4}^{Na\,26}$, тобто вода хлоридно-натрієвого складу, середньої жорсткості, високо мінералізована, слабко лужна (додаток П). Моніторингова точка озера Левадне має наступні координати: 48°51'51.8"N 37°37'03.9"E.

Озеро Червоне у період найбільшого заповнення має максимальну площу 1,6 га. Воно має специфічний рельєф дна завдяки чому на значній площі, навіть у період найбільшого заповнення, має глибину близько 0,5 м, а максимальна глибина сягає близько 1,5 м. При пересиханні озеро зменшується до розмірів великої, проте досить глибокої калюжі. (додаток Б, рис. Б.4.). За класифікацією О.А. Алєкіна [1] формула води виглядає наступним чином: $Cl_{III\,9.6}^{Na\,16}$, тобто вода хлоридно-натрієвого складу, середньої жорсткості,

середньо мінералізована, слабколужна (додаток П). Моніторингова точка озера Червоне має наступні координати: 48°51'52.5"N 37°37'07.1"E.

Озеро має максимальну площу 6,7 га. Найбільша глибина сягає 1,5-2 м, проте на значній площі у період максимального наповнення вона не перевищує і 0,5 м, що накладає відбиток на загальну незначну площу озера у період посухи. Озеро не має по берегах водної рослинності, розташоване у промисловій зоні, поряд знаходяться несанкціоновані сміттєзвалища (додаток Б, рис. Б.13, Б.14). За класифікацією О.А. Алєкіна [1] формула води виглядає наступним чином: $Cl_{III\ 83.1}^{Na\ 102}$, тобто вода хлоридно-натрієва, дуже жорстка, розсольна, слабколужна (додаток П). Моніторингова точка Озера має наступні координати: 48°51'56.5"N 37°37'46.7"E.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Збір та ідентифікація альгологічного матеріалу. Дослідження були проведені протягом 2007-2013 рр. на озерах Регіонального ландшафтного парку «Слов'янський курорт» (Ріпне, Вейсове, Гаряче, Сліпне, Левадне, Червоне та Озеро) басейну р. Кривий Торець. Проби фітопланктону (195) відбирали у період з 2007 по 2013 роки у літоралі, в теплу пору року профундалі озер (додаток В). Для кількісного та частково альгологічного аналізу фітопланктону об'єм проби становив 1,5-3 дм^3 з подальшим згущенням на мембранних фільтрах «Владипор» №7. Альгологічний аналіз було доповнено пробами, відібраними сітним способом (планктонна сітка № 77) об'ємом 5-21 дм^3. Кожну пробу було вивчено в живому та фіксованому стані. Водні проби фіксували 40%-м формальдегідом (додаючи до проби до появи слабкого запаху). Герметично закупорені фіксовані проби зберігали в темному місці протягом тривалого часу. Одночасно з альгологічними пробами в одному місці були відібрані проби для гідрохімічних аналізів (48) у період з липня 2012 по червень 2013 р. Об'єм гідрохімічних проб становив 1,5-2 дм^3.

Для виявлення складу видів фітопланктону озер водорості досліджували у живому та фіксованому стані за допомогою світлових мікроскопів МБІ-3 та Micros MC 50 (Австрія) при збільшенні у 400 та 900 раз (з імерсією). Розмірні характеристики об'єктів були отримані за допомогою лінійного окуляр-мікрометру. Фотографування водоростей виконано за допомогою фотокамери Carl Zeiss, що була встановлена на мікроскоп Primo Star, Carl Zeiss.

Для дослідження видового складу діатомових водоростей виготовляли постійні препарати (методом прожарювання у кислотах) [11, 113]. Визначення видової приналежності проводили за допомогою визначників водоростей морських та прісних вод [12, 20, 27, 34, 62, 65, 74-77, 79, 92, 103, 108, 156-159]. При складанні систематичних списків спиралися на систему, що прийнята в «Algae of Ukraine» [120, 121] та «Cyanoprokaryota» [155]. Види, що відсутні в «Algae of Ukraine», подані згідно з класифікацією бази www.algaebase.org.

Методи кількісного аналізу. Кількісний аналіз включав визначення чисельності та біомаси водоростей. Чисельність водоростей у пробах визначали мікроскопічним методом за допомогою камери Нажотта, об'ємом 0,01 мм^3. Повторність підрахунків – троєкратна. Для перерахунку чисельності організмів фітопланктону на 1 дм^3 води використовували формулу:

$$N = kn\frac{A}{a}v\frac{1000}{V} \quad (2.1),$$

де: N – кількість організмів у 1 дм^3 води;

k – коефіцієнт, що показує у скільки разів об'єм лічильної камери менше 1 см^3;

n – кількість організмів, що виявлені на переглянутих квадратах;

A – кількість квадратів лічильної камери;

a – кількість квадратів, на яких проводився підрахунок водоростей;

V – первинний об'єм відібраної проби (см^3);

v – об'єм згущеної проби (см^3).

Для визначення біомаси водоростей використовували лічильно-об'ємний метод. Сумарну біомасу фітопланктону в 1 дм^3 води розраховували сумуванням біомас усіх видів, що представлені в даній пробі фітопланктону. Об'єм клітин водоростей визначали стереометричним методом, для отримання достовірних результатів розмірні характеристики водоростей визначали не менш ніж у 20 організмів та обчислювали середнє значення показника (програма Excel). Для розрахунку об'єму клітин різної форми були використані наступні формули, запропоновані Хіллебрандом [148]:

Форма сфери:

$$V = \frac{\pi}{6} \cdot d^3 \quad (2.2),$$

де: V – об'єм клітини;

d – діаметр клітини.

Форма витягнутого сфероїду:

$$V = \frac{\pi}{6} \cdot d^2 \cdot h \quad (2.3),$$

де: V – об'єм клітини;

d – діаметр клітини;

h – висота клітини (більша за діаметр).

Форма еліпсоїду:

$$V = \frac{\pi}{6} \cdot a \cdot b \cdot h \qquad (2.4),$$

де: V – об’єм клітини;

a – довжина клітини;

b – ширина клітини;

h – висота клітини.

Форма циліндру:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot h \qquad (2.5),$$

де: V – об’єм клітини;

d – діаметр клітини;

h – висота клітини.

Форма циліндру з двома півсферами:

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot (\frac{h}{4} + \frac{d}{6}) \qquad (2.6),$$

де: V – об’єм клітини;

d – діаметр клітини;

h – висота клітини.

Форма циліндру з двома конусами:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot (h + \frac{z}{2}) \qquad (2.7),$$

де: V – об’єм клітини;

d – діаметр клітини;

h – висота клітини на рівні циліндричної форми тіла;

z – висота клітини на рівні конусної форми тіла.

Форма параллеліпіпеду:

$$V = a \cdot b \cdot c \qquad (2.8),$$

де: V – об’єм клітини;

a – довжина клітини;

b – ширина клітини;

c – висота клітини.

Форма призми на основі еліпсу:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot a \cdot b \cdot c \qquad (2.9),$$

де: V – об’єм клітини;

a – довжина клітини;

b – ширина клітини;

c – висота клітини.

Для перерахунку біомаси певного виду водоростей планктону на 1 дм^3 води використовували наступну формулу:

$$B = V \cdot N \qquad (2.10),$$

де: B – біомаса організмів певного виду водоростей у 1 дм^3 води;

V – об’єм клітини певного виду водоростей;

N – кількість організмів певного виду водоростей у 1 дм^3 води.

Для порівняння отриманих результатів були розраховані об’єми клітин на основі даних про видові розміри зі світових визначників [156-159]. З даних, що надані у визначниках, було розраховано середню довжину, ширину чи діаметр клітини, а далі на основі цих даних за аналогічною для виду формулою, такою ж як і для визначення авторських об’ємів, було розраховано середній об’єм клітини за визначником.

Для розрахунку кількісних характеристик водоростей певного відділу окремо для кожної з трьох повторностей підрахунку проби були підсумовані кількісні характеристики усіх представників даного відділу. Для визначення середньої чисельності або біомаси ($x_{ср}$) за певній сезон були використані по три підрахунки проб відповідної сезонності за усі роки дослідження. Мінімальні (Min) та максимальні (Max) значення подано для випадків безпосередньої присутності водоростей певного відділу у лічильній камері. Визначення сезонних загальних кількісних показників (Σ) було розраховано як суму середніх кількісних показників усіх представників відділів водоростей за певний період року. Визначення середніх за весь період дослідження кількісних характеристик фітопланктону та відповідного стандартного

відхилення для кожного озера проведено на основі середніх сезонних кількісних показників.

Методи біоіндикації. Для аналізу екологічних характеристик (місця існування, температурного режиму, швидкості течії вод та насиченості їх киснем, солоності та pH середовища, органічного забруднення за системою Ватанабе та системою Пантле-Буку, типу живлення та відношення до кількості азотовмісних органічних сполук та рівня трофності) була використана система, розроблена С.С. Бариновою [8].

За місцем існування виділяли P – планктонні, P-B – планктон-бентосні, B – бентосні види та Ep – епіфіти. Індикаторами температурних умов були cool – холодолюбні, temp – помірного діапазону температури, eterm – евритермні, warm – теплолюбні. За приуроченістю до умов реофільності виділені наступні групи індикаторів: st – стоячих вод слабконасичених киснем, st-str – повільнотекучих вод з середнім рівнем кисню, str – швидкотекучих вод з високим вмістом кисню, ae – аерофіли. По відношенню до умов солоності в якості індикаторів виступали головним чином діатомові водорості та деякі інші [8, 151]; їх поділяли на олігогалоби (солоність 0-5 ‰), мезогалоби – mh (5-20 ‰), еугалоби – e (20-40 ‰) та полігалоби – ph (40-300 ‰). Групу олігогалобів поділяли на галофобів – hb (прісноводні, гинуть при збільшенні вмісту NaCl), індиферентів – i (прісноводні, проте можуть інколи зустрічатись у солонуватих водах) та галофілів – hl (прісноводні, проте витримують деяке збільшення концентрації NaCl). Індикація умов pH середовища основана на властивостях діатомових водоростей [150]; серед даних індикаторів вирізняють ацидобіонти (acb) – pH 5 і менше, ацидофіли (acf) – pH 5-6, індиференти (ind) – pH 6-7, алкаліфіли (alf) – pH 7-8, алкалібіонти (alb) – pH 8 і більше. При індикації органічного забруднення за Т. Ватанабе [172, 173] діатомові водорості-індикатори поділяють на такі групи: sx – сапроксени (чисті води), es – еврисапроби (помірно забруднені води), sp – сапрофіли (забруднені води). В основі системи Пантле-Буку у модифікації Сладечека є поняття зон самоочищення (ксеносапробна – індекс сапробності S = 0-0,5,

олігосапробна – S = 0,5-1,5, бета-мезосапробна – S = 1,5-2,5, альфа-мезосапробна – S = 2,5-3,5, полісапробна – S = 3,5-4). Надалі отримані величини індексів можна зіставити з класами якості води. За типом живлення та відношенням до кількості азотовмісних органічних сполук [171] існують такі групи діатомових водоростей-індикаторів: ats – автотрофи, що розвиваються за низької концентрації азотовмісних органічних сполук, ate – автотрофи, що витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук, hne – факультативні гетеротрофи, які розвиваються за умов періодичних підвищень концентрації азотовмісних органічних сполук та hce – облігатні гетеротрофи, що розвиваються в умовах підвищених концентрацій азотовмісних органічних сполук. Рівень трофності [171] визначають такі індикатори: оліготрофні види (ot), олігомезотрофні (o-m), мезотрофні (m), мезо-евтрофні (me), евтрофні (e), гіпертрофні (he) та широкої амплітуди трофності (o-e).

Отримані результати було оформлено за допомогою графіків Excel, де групи індикаторів розташовано у порядку збільшення їх індикаторного значення, що відповідно вказано на графіках за допомогою стрілок. Таке нормування показника індикаторного значення дозволило побудувати лінії тренду, які вказують на оптимум розподілу видів-індикаторів і характерні для них умови існування. Оскільки даний розподіл за своєю формою наближується до кривої Гауса, використання поліноміальних трендів було найбільш доцільним. Також було побудовано лінію стандартного відхилення, що відсікає більше половини множини індикаторних видів і є статистично значимою більшістю для висновків.

Аналіз біорізноманіття було виконано з використанням індексу Шеннона (H'), який відображає те, як ступінь численної рівності між видами в угрупованні корелює з ентропією екосистеми [145]. Розрахунок проводився з використанням кількості екземплярів кожного виду в угрупованні, представлених в кожному озері, через наступне рівняння:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} \frac{n_i}{N} ln \frac{n_i}{N} \qquad (2.11),$$

де: n_i – кількість екземплярів кожного виду;

S – число видів (видове багатство);

N – загальна чисельність екземплярів;

$\frac{n_i}{N}$ – відносна чисельність кожного виду.

Індекс сапробності було розраховано за системою Пантле-Буку у модифікації Сладечека [166, 167] для угруповань водоростей на основі індивідуального індексу сапробності відповідних видів-індикаторів [8] та відносної чисельності кожного виду в угрупованні за наступною формулою:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{n}(s_i \cdot a_i)}{\sum_{i=1}^{n}(a_i)} \quad (2.12),$$

де: S – індекс сапробності угруповань водоростей;

s_i – індивідуальний індекс сапробності;

a_i – чисельність видів.

Активність видів визначали за Б.А. Юрцевим [114] з деякими змінами. При виділенні груп активності в якості основи була використана чисельність кожного виду та загальна чисельність водоростей у пробі. Види, чисельність яких складала 75-100% від загальної чисельності проби, були виділені у групу особливо активних, 50-75% – високо активних, 15-50% – мало активних, 0-15% – неактивних. Таке визначення активності видів було виконано за всім масивом проб з подальшим об’єднанням отриманих даних.

Статистичні методи дослідження. Багатомірний регресійний аналіз біологічних даних та даних оточуючого середовища було здійснено за допомогою програмного забезпечення Statistica 7.1 для визначення змінних, що найбільше впливають на угруповання водоростей у кожному досліджуваному озері. Покроковий аналіз дозволяє виявити приховану кореляцію між факторами після виключення зв’язку з іншим фактором. Таким чином на кроці 1 виявляються найбільш важливі зв’язки між факторами, на кроці 2 програмою нівелюється вплив цих факторів і стають помітними інші зв’язки між факторами. Покроковий аналіз було виконано максимум до

кроку 6, проте найбільш важливими є безумовно зв’язки, що були висвітлені на перших двох кроках.

Для розрахунку коефіцієнтів кореляції Пірсона був використаний сайт wessa.net. Для аналізу було обрано наступні характеристики угруповань: чисельність, біомаса, індекс біорізноманіття Шеннона, середній об’єм клітин, індекс сапробності та число видів однієї проби. Аналіз виявляв лінійну залежність (позитивну або негативну) між зміною двох характеристик від проби до проби. Статистична достовірність виявленої кореляції була оцінена за *p*-коєфіцієнтом.

Статистичний аналіз взаємин видового різноманіття угруповань водоростей та їхніх екологічних змінних був розрахований з використанням багатовимірного аналізу відповідностей (БАВ) з CANOCO для Windows 4.5 [168]. Для аналізу використані дані гідрохімічного та гідробіологічного дослідження, а також найбільш масові види. За результатами аналізу були побудовані графічні зображення, які ілюструють залежності між факторами середовища та видами, що розвиваються: чим далі від центру графіку розташовані точки факторів середовища, тим більший вплив вони мають на розташовані ближче до периферії види (як прямий, так і зворотній). Розташовані близько центра графіку фактори мають незначний вплив, а види – є індиферентами.

Програма Statistica 7.1 була використана для з'ясування найбільш важливих відносин між параметрами озер графічними методами (поверхні). Аналіз, що базується на методі зважених найменших квадратів, дозволяє виявити залежності між трьома змінними (як хімічними, так і біологічними). В даному випадку мінімізується зважена сума квадратів залишків моделі, тобто кожне спостереження отримує «вагу», що зворотно пропорційна дисперсії випадкової помилки в даному спостереженні.

Методи порівняльної флористики. Для розрахунку схожості угруповань водоростей у вивчених озерах при роботі у програмі GRAPHS [161] був використаний порівняльний флористичний підхід. Дендрограма спільності

флор водоростей була побудована за методом Варда на основі індексів Сьоренсена-Чекановського. Також був побудований дендрит, що виявляє історичні зв'язки флор озер РЛП. Індекс спільності видового складу Сьоренсена-Чекановського було розраховано за наступною формулою:

$$I_S = \frac{2a}{(a+b)+(a+c)} \quad (2.13),$$

де: I_s – індекс спільності видового складу Сьоренсена-Чекановського;

a – число спільних видів для двох списків;

b – число видів, наявних лише у другому списку;

c – число видів, наявних лише у першому списку;

$a+b$ – загальне число видів у другому списку;

$a+c$ – загальне число видів у першому списку.

Методи гідрохімічного аналізу. Визначення жорсткості води проводили за ГОСТ 4151-72 [13]. В конічну колбу вносили 100 см^3 відфільтрованої досліджуваної води або менший об'єм, що був розведений до 100 см^3 дистильованою водою. Сумарна кількість речовини еквіваленту кальцію та магнію у даному об'ємі не мала перевищувати 0,5 моль. Додавали 5 см^3 буферного розчину, 5-7 крапель індикатору хрому темно-синього і титрували при значному перемішуванні 0,05 н. розчином трілону Б до зміни забарвлення у еквівалентній точці на синє з зеленуватим віддтінком. Загальну жорсткість води (X), моль/м^3, визначали за формулою:

$$\mathrm{X} = \frac{v \times 0.05 \times K \times 1000}{V} \quad (2.14),$$

де: v – кількість розчину трілону Б, що було витрачено на титрування, см^3;

K – поправний коефіцієнт до нормальності розчину трилону Б;

V – об'єм води, що було взято для визначення, см^3.

Визначення вмісту хлоридів (Cl^-) проводили за ГОСТ 4245-72 [14]. У конічну колбу вносили 100 см^3 досліждуваної води або менший об'єм, розведений до 100 см^3 дистильованою водою. Без розведення визначали хлориди у концентрації до 100 мг/дм^3. Додавали 1 см^3 5% розчину хромовокислого калію та титрували пробу розчином азотнокислого срібла до

появи слабкого помаранчевого відтінку. Вміст хлор-іону (X), мг/дм^3, визначали за наступною формулою:

$$X = \frac{v \times K \times g \times 1000}{V} \quad (2.15),$$

де: v – кількість азотнокислого срібла, що була витрачена на титрування, см^3;

K – поправний коефіцієнт до титру розчину нітрату срібла;

g – кількість хлор-іону, що відповідає 1 см^3 розчину азотнокислого срібла, мг;

V – об'єм води, що було взято для визначення, см^3.

Визначення вмісту гідрокарбонатів (HCO_3^-) проводили за ГОСТ 23268.3-78 [17]. У конічну колбу відбирали від 25 до 50 см^3 досліджуваної води та доводили об'єм до 100 см^3 дистильованою водою. Додавали 2-3 краплі розчину метилового помаранчевого та титрували 0,1 н розчином соляної кислоти до зміни кольору розчину з жовтого в рожевий. Масову концентрацію гідрокарбонат-іонів (X), мг/дм^3, визначали за наступною формулою:

$$X = \frac{V \times н \times 61 \times 1000}{V_1} \quad (2.16),$$

де: V – об'єм розчину соляної кислоти, що було витрачено на титрування, см^3;

н – нормальність розчину соляної кислоти;

61 – грам-еквівалент гідрокарбонат-іонів;

V_1 – об'єм води, що було взято для визначення, см^3.

Визначення pH та кондуктивності (електропровідності) проводили з використанням потенціометричного приладу Hanna Instruments за ДСТУ 4077-2001 та ISO 7888:1985 [32, 115]. Після калібрування електрод занурювали у досліджувану воду та знімали показання.

Визначення лужності вільної та лужності загальної проводили за ДСТУ ISO 9963-1:2007 [117]. У конічну колбу вносили 100 см^3 аналізуємої проби та додавали 0,1 см^3 розчину індикатору фенолфталеїну. Якщо розчин не здобував рожевого забарвлення, то лужність вільну приймали рівною нулю. Пробу, забарвленну у рожевий колір титрували до знебарвлення розчином соляної кислоти молярної концентрації 0,05 моль/дм^3. Реєстрували

відповідний об'єм кислоти, що було використано на титрування (V_2). У цю ж колбу додавали 0,1 см^3 суміші індикаторів бромкрезолового зеленого та метилового червоного. Продовжували титрувати відповідним розчином соляної кислоти до зміни синьозеленого забарвлення на сіре. Реєстрували об'єм кислоти, що було використано сумарно на обидва титрування (V_3). Лужність вільну (X), ммоль/дм^3, визначали за наступною формулою:

$$X = \frac{c(HCl) \times V_2 \times 1000}{V_1} \quad (2.17),$$

де: c (HCl) – молярна концентрація розчину соляної кислоти, моль/дм^3;

V_1 – об'єм води, що було взято для визначення, см^3;

V_2 – об'єм розчину соляної кислоти, що було використано для титрування до pH 8,3, см^3.

Лужність загальну (X), ммоль/дм^3, розраховували за формулою:

$$X = \frac{c(HCl) \times V_3 \times 1000}{V_1} \quad (2.18),$$

де: c (HCl) – молярна концентрація розчину соляної кислоти, моль/дм^3;

V_1 – об'єм води, що було взято для визначення, см^3;

V_3 – об'єм розчину соляної кислоти, що було використано для титрування до pH 4,5, см^3.

Визначення сухого залишку було виконано за ГОСТ 18164 [15, 19]. Пробу фільтрували крізь фільтр біла стрічка. Потім 100 см^3 проби випаровували у фарфоровій чашці, що заздалегідь була висушена до постійної маси при 150°C та зважена. Випаровування проводили на водяній бані з дистильованою водою. Далі чашку з сухим залишком сушили до постійної маси при 110°C у термостаті. Розрахунок сухого залишку (X), мг/дм^3, проводили за наступною формулою:

$$X = \frac{(m - m_1) \times 1000}{V} \quad (2.19),$$

де: m – маса чашки із сухим залишком, мг;

m_1 – маса пустої чашки, мг;

V – об'єм води, що було взято для визначення, см^3.

Визначення елементного складу води (33 елементи) проводили за ДСТУ ISO 11885:2005 [116]. Для визначення використовували атомно-емісійний спектрометр з індуктивно зв'язаною плазмою Shimadzu. Після калібрування приладу проводили вимірування вмісту елементів у розведеній у 100 разів досліджуваній воді. За необхідності проби спочатку фільтрували крізь фільтри синя стрічка. Повторність вимірювання була троєкратною. Вирахування результатів та їх статистичну обробку проводили у відповідній компьютерній програмі ICPEsolution.

При визначенні ступеню мінералізації вод озер за основу була прийнята наступна класифікація: слабко мінералізовані (1-2 г/дм^3), мало мінералізовані (2-5 г/дм^3), середньо мінералізовані (5-15 г/дм^3), високо мінералізовані (15-30 г/дм^3), розсольні мінеральні води (35-150 г/дм^3) та сильно розсольні (150 г/дм^3 та вище).

Формула води подана за класифікацією Алєкіна [1], згідно з якою усі природні води за домінуючим аніоном поділяють на три класи: гідрокарбонатних та карбонатних (C), сульфатних (S) та хлоридних (Cl) вод. Кожен клас за переважаючим катіоном поділяють на 3 групи: кальцієву (Ca), магнієву (Mg) та натрієву (Na). Кожна група в свою чергу поділяється на наступні типи вод: I – характеризується співвідношенням $HCO_3^- > Ca^{2+} + Mg^{2+}$, II – $HCO_3^- < Ca^{2+} + Mg^{2+} < HCO_3^- + SO_4^{2-}$, III – $HCO_3^- + SO_4^{2-} < Ca^{2+} + Mg^{2+}$ або $Cl^- > Na^+$, IV – $HCO_3^- = 0$. При написанні формули клас позначається символом (C, S або Cl), група у вигляді символу (Ca, Mg або Na) у ступені та приналежність до типу вказується римською цифрою внизу біля символу класу. Крім того до індексу додаються величина мінералізації (внизу, з точністю до 0,1 г/дм^3) та загальна жорсткість (зверху, з точністю до цілих одиниць мг-екв/дм^3).

Аналіз місця розташування об’єктів дослідження. Площа і довжина берегової лінії були підраховані за допомогою сайту «Кадастрова карта України» (http://www.map.land.gov.ua/kadastrova-karta), координати моніторингових точок – з використанням карт Google (https://www.google.com.ua/ maps).

РОЗДІЛ 3. ТАКСОНОМІЧНИЙ СКЛАД ТА ЕКОЛОГО-ФЛОРИСТИЧНА ХАРАКТЕРСТИКА ФІТОПЛАНКТОНУ

3.1. Таксономічний склад та порівняльно-флористична характеристика фітопланктону солоних озер м. Слов'янська

На підставі оригінальних даних (238 видів та внутрішньовидових таксонів (ввт)), 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) [120, 121] 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. 3.1, додаток Г, Д).

Таблиця 3.1

Систематична структура фітопланктону Слов'янських озер на рівні відділів

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

У фітопланктоні домінували представники відділу *Bacillariophyta* (49,1% від загальної кількості видів та ввт). Різноманіття видів відділів *Cyanoprokaryota* і *Chlorophyta* було нижче – 18,6% і 18% видів і ввт відповідно. Також досить представлені були водорості відділу *Euglenophyta* (6,3% від загальної кількості видів та ввт). Для інших відділів було зареєстровано значено меншу кількістю видів та ввт, і сумарно вони складали 7,7% видового складу фітопланктону озер РЛП «Слов'янський курорт».

У табл. 3.2 подано систематичну структуру фітопланктону Слов'янських озер за Фотом [142].

Таблиця 3.2

Систематична структура фітопланктону Слов'янських озер

Родина	Роди		Види та ввт	
	кількість	% участі	кількість	% участі
1	2	3	4	5
Cyanoprokaryota				
Synechococcaceae Komárek et Anagn.	3	2,13	4	1,14
Merismopediaceae Elenkin	5	3,55	9	2,57
Microcystaceae Elenkin	1	0,71	3	0,85
Chroococcaceae Nägeli	1	0,71	3	0,85
Pseudanabaenaceae Anagnostidis & Komarek	6	4,26	16	4,57
Phormidiaceae Anagnostidis et Komarek	3	2,13	11	3,14
Oscillatoriaceae [S.F. Gray] Harvey ex Kirchner	2	1,42	13	3,71
Plectonemataceae Elenkin	1	0,71	1	0,28
Anabaenaceae Elenkin	1	0,71	4	1,14
Aphanizomenonaceae Elenkin	1	0,71	1	0,28
Euglenophyta				
Euglenaceae G.A. Klebs	5	3,55	22	6,30
Chrysophyta				
Chromulinaceae Engl.	1	0,71	1	0,28
Chrysococcaceae Lemmerm.	1	0,71	1	0,28
Pedinellaceae Pascher	1	0,71	1	0,28
Dinobryonaceae Ehrenb.	2	1,42	2	0,57
Ochromonadaceae Senn	2	1,42	2	0,57
Dinophyta				
Gymnodiniaceae (Bergh) Lankester	3	2,13	6	1,71

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5
Glenodiniaceae Willey et Hickson	1	0,71	1	0,28
Peridiniaceae Ehrenb.	2	1,42	2	0,57
Xanthophyta				
Characiopsidaceae Pascher sensu Matv. et Dogadina	1	0,71	2	0,57
Pleurochloridaceae Pascher sensu Matv. et Dogadina	3	2,13	3	0,86
Ophiocytiaceae Bourr. sensu Dogadina	1	0,71	1	0,28
Cryptophyta				
Cryptomonadaceae Ehrenb.	1	0,71	3	0,86
Bacillariophyta				
Rhizosoleniaceae De Toni	1	0,71	1	0,28
Chaetocerotaceae Ralfs in A. Pritch.	1	0,71	1	0,28
Stephanodiscaceae I.V. Makarova in Glezer et Makarova	1	0,71	2	0,57
Fragilariaceae Grev.	9	6,38	21	6,01
Eunotiaceae Kütz.	1	0,71	3	0,86
Lyrellaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann	1	0,71	1	0,28
Mastogloiaceae Mereschk.	1	0,71	1	0,28
Rhoicospheniaceae Chen et Zhu	1	0,71	1	0,28
Anomoeoneidaceae D.G. Mann	2	1,42	2	0,57
Cymbellaceae Grev.	4	2,84	17	4,86
Gomphonemataceae (Kütz.) Grunow	2	1,42	7	2,00
Achnanthidiaceae D.G.Mann	1	0,71	1	0,28
Achnanthaceae Kütz.	3	2,13	7	2,00
Cocconeidaceae Kütz.	1	0,71	2	0,57
Cavinulaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann	1	0,71	1	0,28
Cosmioneidaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann	1	0,71	1	0,28
Diadesmidaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann	1	0,71	2	0,57
Sellaphoraceae Mereschk.	2	1,42	3	0,86
Pinnulariaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann	2	1,42	8	2,29
Diploneidaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann	1	0,71	2	0,57
Naviculaceae Kütz.	5	3,55	24	6,86
Pleurosigmataceae Mereschk.	1	0,71	3	0,86

Закінчення табл. 3.2

1	2	3	4	5
Stauroneidaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann	2	1,42	3	0,86
Amphipleuraceae Grunow	1	0,71	1	0,28
Catenulaceae Mereschk.	2	1,42	7	2,00
Bacillariaceae Ehrenb.	5	3,55	34	9,72
Rhopalodiaceae (Karsten) Topach. et Oksiyuk	2	1,42	7	2,00
Entomoneidaceae Reimer in Patrick et Reimer	1	0,71	2	0,57
Surirellaceae Kütz.	2	1,42	7	2,00
Chlorophyta				
Pedinomonadaceae Korschikov	1	0,71	1	0,28
Chlorodendraceae Oltm.	1	0,71	2	0,57
Ulotrichaceae Kütz. emend. Borzi	1	0,71	4	1,14
Ulvaceae Lamouroux ex Dumort.	1	0,71	2	0,57
Cladophoraceae Wille in Warm.	1	0,71	1	0,28
Chlorellaceae Brunnth. sensu Krienitz et al.	3	2,13	5	1,43
Oocystaceae Bohlin	2	1,42	5	1,43
Botryococcaceae Wille	1	0,71	1	0,28
Dunaliellaceae T.A. Chr.	1	0,71	2	0,57
Chlamydomonadaceae G.M. Sm.	2	1,42	3	0,86
Phacotaceae (Bütsch.) Oltm.	1	0,71	1	0,28
Chlorangiellaceae Bourr. et Fott	2	1,42	3	0,86
Neochloridaceae H. Ettl et Komárek	2	1,42	2	0,57
Radiococcaceae Fott ex Komárek	2	1,42	2	0,57
Characiaceae (Nägeli) Wille in Warming	2	1,42	3	0,86
Hydrodictyaceae (S.W. Gray) Dumort.	1	0,71	1	0,28
Selenastraceae (F.F. Blackman et Tansley) F.E. Fritsch in West et Fritsch	3	2,13	8	2,29
Scenedesmaceae Oltm.	6	4,25	17	4,86
Charophyta				
Desmidiaceae Ralfs	1	0,71	2	0,57
Zygnemataceae Kützing	1	0,71	1	0,28
Всього	141	100	350	100

Серед 72 родин водоростей статистично значимими виявилися 17 родин (за кількістю видів та ввт вони перевищували значення стандартного відхилення (6,52)), що представлені на рис. 3.1.

Для виявлення особливостей таксономічної структури флори водоростей озер РЛП були виділені групи провідних родин (9) та родів (8), які включали відповідно 50,3% та 26,3% від загального складу видів.

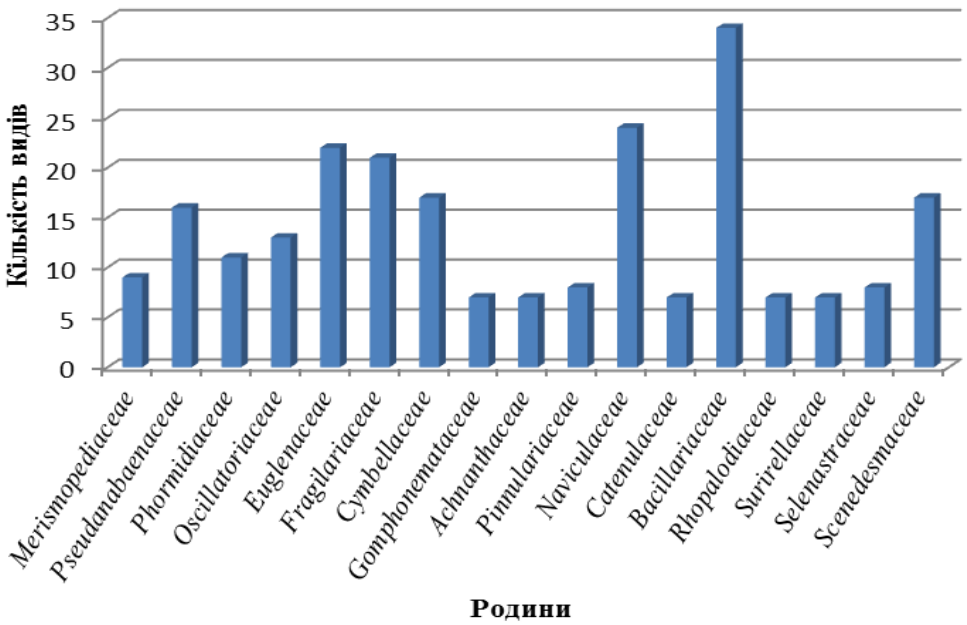

Рис. 3.1. Статистично значимі родини водоростей планктону озер РЛП «Слов'янський курорт»

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%)), що є характерною рисою флор солоних озер України, зокрема Криму [81] та Артемівських озер [21]. Третє місце посіла родина *Euglenaceae* (22 види та ввт (6,3%)), четверте – *Fragilariaceae* (21 вид та ввт (6%)). П'яте місце займали родини *Cymbellaceae* та *Scenedesmaceae* (по 17 видів та ввт (4,9%)). Далі йшли родини *Pseudanabaenaceae* (16 видів та ввт (4,6%)), *Oscillatoriaceae* (13 видів та ввт (3,7%)) та *Phormidiaceae* (11 видів та ввт (3,1%)).

Найбільш багатими видами були роди *Nitzschia* – 21 вид та ввт (6% від загальної кількості видів флори) та *Navicula* – 19 видів та ввт (5,4%). Аналогічне переважання даних родів у альгофлорі відзначено також для солоних озер степових ділянок заповідника «Хакаський» [72]. Далі слідували роди *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.

Слід зазначити, що згідно з останніми даними літератури [120, 121] серед визначених нами видів декілька не вказувалися раніше для території України. З відділу *Cryptophyta* це: *Cryptomonas caudata* Massart, *C. marssonii* Skuja; з відділу *Dinophyta – Gymnodinium olivaceum* Skvortzov; з відділу *Bacillariophyta – Planothidium joursacense* (Héribaud-Joseph) Lange-Bertalot, *Campylodiscus hibernicus* Ehrenberg, *Fragilaria radians* (Kützing) D.M.Williams & Round, *Synedra pulchella* Kützing var. *naviculacea* Grunow, *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P.Compère var. *aequalis* (Kützing) M.Aboal, *Ulnaria biceps* (Kützing) P.Compère, *Pinnularia cocconeis* (Ehrenberg) Ehrenberg, *Microcostatus krasskei* (Hustedt) J.R.Johansen & J.C.Sray, *Amphiprora kjellmanii* Cleve var. *striolata* (Grunow) Cleve; з відділу *Chlorophyta – Chlamydomonas ovata* P.A. Dangeard.

Видовий склад водоростей планктону у різних озерах значно відрізнявся. В озері Ріпне загалом було визначено 179 видів та ввт, що відносились до дев'яти відділів (рис. 3.2). Серед них достеменно домінували лише *Bacillariophyta* (66,3% від загальної кількості видів та ввт). Хоча слід відзначити значну представленість у фітопланктоні озера видів *Chlorophyta* та *Cyanoprokaryota*. Водорості інших відділів сумарно складали менше 9% від загальної кількості видів та ввт. У сезонному аспекті (рис. 3.3 А) діатомові водорості були найбільш представлені у період з квітня по вересень. З жовтня у фітопланктоні поступово збільшувалася частка зелених та синьозелених водоростей. Дінофітові істотний вклад мали лише наприкінці зими – початку весни. Аналогічні тенденції переважання у фітопланктоні зелених водоростей взимку, а діатомових – влітку було відзначено також для високомінералізованого Сакського озера [110].

Серед діатомових виділялись своїм різноманіттям роди *Nitzschia* Hassal (18 видів та ввт) та *Navicula* Bory (17 видів та ввт). Найбільш представленим родом *Cyanoprokaryota* був *Phormidium* Kiitzing ex Gomont (6 видів та ввт).

Також 6 видів та ввт було зареєстровано для роду *Euglena* Ehrenb. з *Euglenophyta*. Серед зелених водоростей виділялися роди *Monoraphidium* Komárk.-Legn. та *Ulothrix* Kütz. (по 3 види та ввт кожен).

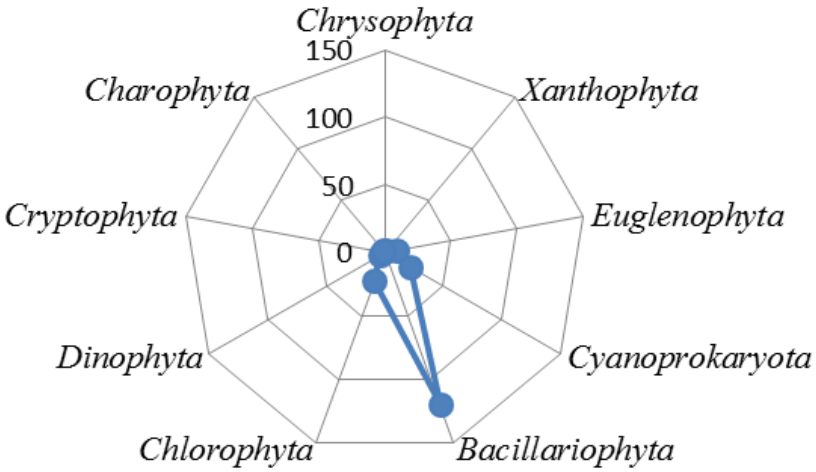

Рис. 3.2. Розподіл складу видів водоростей озера Ріпне за відділами

Найпоширенішими видами водоростей фітопланктону озера Ріпне виявилися *Achnanthes brevipes* C. Agardh var. *brevipes*, *Oocystis lacustris* Chodat, *Tabularia fasciculata* (C. Agardh) D.M. Williams et Round, *Ankyra ocellata* (Korschikov) Fott., *Peridiniopsis oculatum* (F. Stein) Bourr., *Craticula halophila* (Grunow in Van Heurck) D.G. Mann in Round, Crawford, Mann, *Navicula capitatoradiata* H. Germ., *N. gregaria* Donkin, *Monoraphidium minutum* (Nägeli) Komárk.-Legn., *Campylodiscus clypeus* Ehrenb.

В озері Вейсове загалом було визначено 176 видів та ввт, які відносились до семи відділів водоростей (рис. 3.4). Домінували водорості відділу *Bacillariophyta*, також досить представленими були відділи *Cyanoprokaryota* та *Chlorophyta*. Для інших відділів було визначено по 1-4 види.

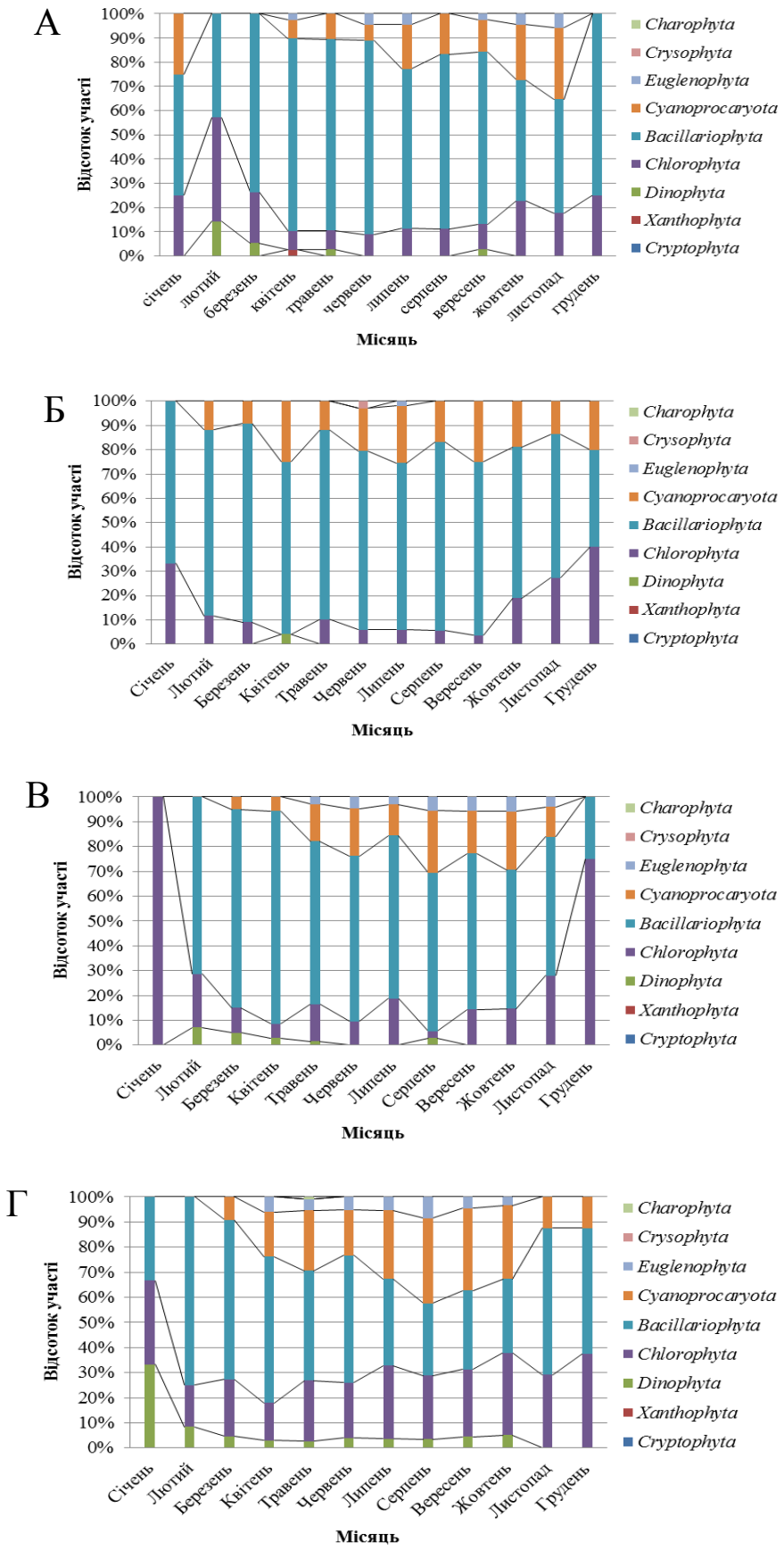

Рис. 3.3. Зміна співвідношення представників різних відділів водоростей протягом року у флорі озер А – Ріпне, Б – Вейсове, В – Гаряче, та Г – Сліпне

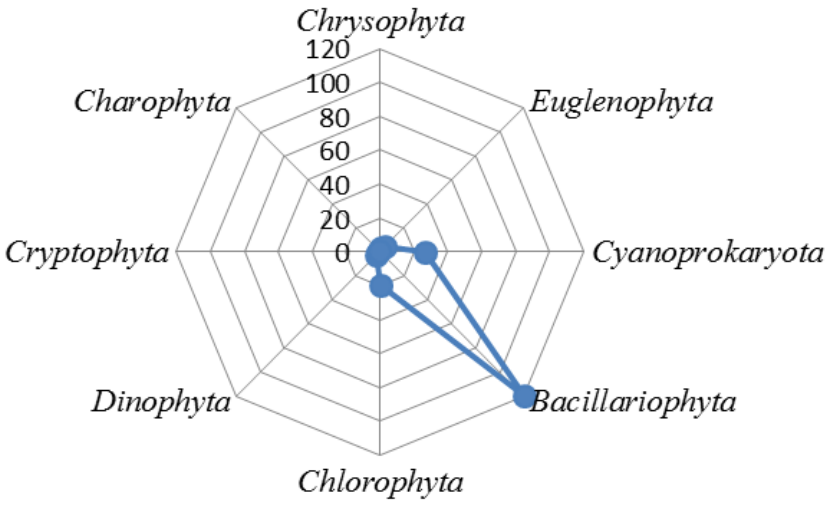

Рис. 3.4. Розподіл складу видів водоростей озера Вейсове за відділами

Слід відзначити, що протягом року реєструвалися усі три найбільш масові відділи, проте їх співвідношення залежало від пори року (рис. 3.3 Б). Так, у теплий період року діатомові значно переважали зелених та синьозелених, але до осені їхній відсоток участі знижувався за рахунок збільшення вкладу представників відділу *Chlorophyta* і таким чином зелені та синьозелені сумарно переважали за кількістю видів над діатомовими.

Серед *Bacillariophyta* найбільшим видовим різноманіттям відзначалися роди *Navicula* (18 видів та ввт) та *Nitzschia* (15 видів та ввт). Серед синьозелених виділялися роди *Jaaginema* Anagnostidis et Komarek та *Phormidium* (по 4 види та ввт кожен). Серед зелених водоростей досить представленими були роди *Monoraphidium* та *Acutodesmus* (E. Hegew.) P. Tsarenko in Tsarenko et Petlovany (по 3 види та ввт кожен).

До найпоширеніших видів водоростей фітопланктону озера Вейсове належали: *Chaetoceros muelleri* Lemmerm., *Lyngbya maior* Meneghini ex Gomont, *Achnanthes brevipes* var. *brevipes*, *Amphora holsatica* Hust., *Craticula halophila*, *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimer et F.W. Lewis, *Nitzschia reversa* W.Sm f. *reversa*, *Cymbella laevis* Nägeli in Kütz., *Entomoneis paludosa* (W. Sm.) Reimer in Patrick et Reimer var. *subsalina* (Cleve) Krammer in Lange-Bert et Krammer, *Navicula gregaria*, *Tabularia fasciculata*, *Ankyra ocellata*.

Для озера Гаряче було визначено 121 вид та ввт з 5 відділів (рис. 3.5). Серед них найбільшою кількістю видів вирізнялися *Bacillariophyta*, *Cyanoprokaryota* та *Chlorophyta*, хоча достеменно домінували тільки діатомові водорості (56,2% від загальної кількості визначених видів та ввт). У сезонному аспекті спостерігали декілька тенденцій (рис. 3.3 В): представники *Chlorophyta* були найбільш рясними у холодні пори року, а *Cyanoprokaryota* – навпаки в теплі; *Euglenophyta* з'являлися у фітопланктоні у травні і повністю зникали з початком зимового періоду, а *Dinophyta* навпаки найбільший відсотковий вклад мали наприкінці зими, а потім до літа він поступово знижувався.

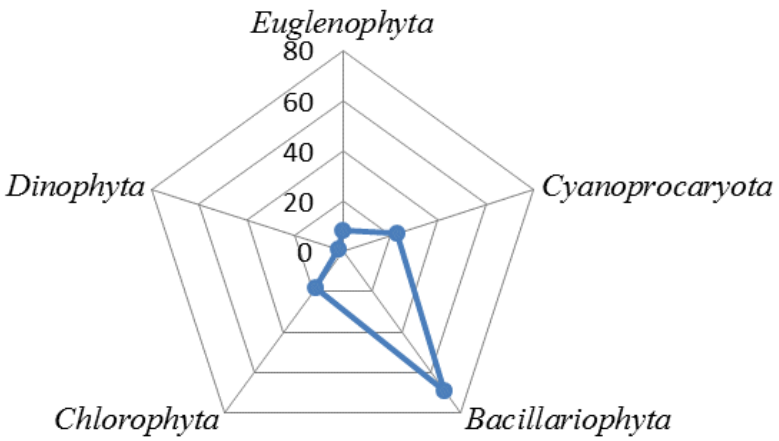

Рис. 3.5. Розподіл складу видів водоростей озера Гаряче за відділами

Серед діатомових водоростей фітопланктону озера Гаряче видовим багатством відзначались роди *Navicula* (12 видів та ввт) та *Nitzschia* (6 видів та ввт). Рід *Euglena* був представлений 8 видами та ввт. Із *Cyanoprokaryota* найбільше видове різноманіття спостерігали у родах *Phormidium* (5 видів та ввт) та *Merismopedia* Meyen (4 види та ввт). Серед зелених водоростей найбільш представленим був рід *Monoraphidium* (3 види та ввт).

Найпоширенішими видами у фітопланктоні цього озера були наступні: *Chroococcus cohaerens* (Bréb.) Nägeli, *Achnanthes brevipes* var. *brevipes*, *A. brevipes* var. *intermedia* (Kütz.) Cleve, *Adlafia minuscula* (Grunow in Van Heurck) Lange-Bert. in Lange-Bert. et Genkal var. *minuscula*, *Amphora holsatica*,

Campylodiscus clypeus, *Cylindrotheca closterium*, *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow in Cleve et Grunow var. *amphioxys*, *Navicula capitatoradiata*, *N. gregaria*, *N. veneta* Kütz., *Tabularia fasciculata*, *Acutodesmus dimorphus* (Turpin) P. Tsarenko in Tsarenko et Petlovany, *Ulothrix tenerrima* (Kütz.) Kütz., *Ulothrix zonata* (Weber et Mohr) Kütz. var. *inaequalis* (Kütz.) Rabenh., *Pseudoschroederia robusta* (Korschikov) E. Hegew. et Schnepf, *Ankyra ocellata*.

У фітопланктоні озера Сліпне було визначено 226 видів та ввт водоростей восьми відділів (рис. 3.6). За числом видів значно переважали представники *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* та *Cyanoprokaryota*. Діатомові водорості в озері Сліпне складали 50,4% від загальної кількості визначених видів та ввт, зелені – 18,6%, синьозелені – 18,1%. Зимовий діатомово-дінофітовий комплекс зі значною участю зелених водоростей навесні замінювався діатомовим зі значною участю зелених та синьозелених (рис. 3.3 Г). Протягом літа він поступово змінювався і наприкінці літа – на початку осені переходив у синьозелено-зелено-діатомовий. Протягом осені вклад синьозелених нівелювався і формувався діатомовий комплекс зі значною участю зелених водоростей.

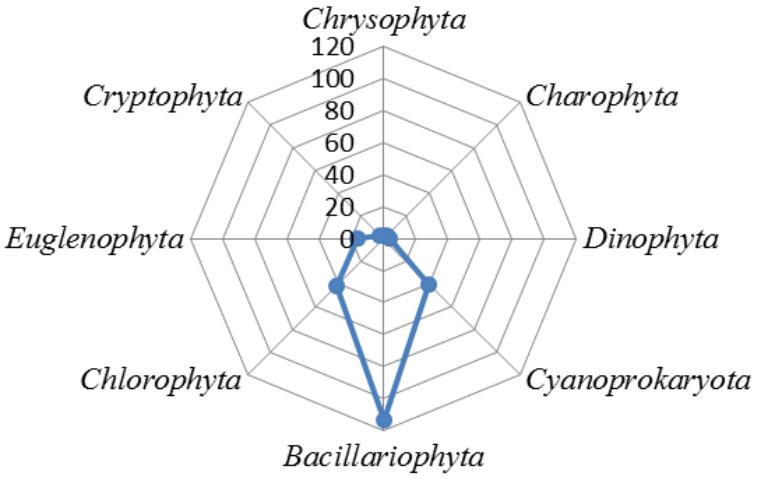

Рис. 3.6. Розподіл складу видів водоростей озера Сліпне за відділами

Серед *Bacillariophyta* виділялись роди *Navicula* та *Nitzschia* (по 13 видів та ввт у кожному). З *Chlorophyta* роди *Acutodesmus*, *Monoraphidium* та *Desmodesmus* (Chodat) An, Friedl et E. Hegew. мали по 5 представників кожен.

Серед *Cyanoprokaryota* за видовим різноманіття переважали роди *Merismopedia* (5 видів та ввт), *Jaaginema* та *Phormidium* (по 4 види та ввт кожен). Слід відзначити значну кількість видів та ввт роду *Euglena* (8 видів та ввт).

До найпоширеніших видів фітопланктону озера Сліпне належали *Acutodesmus dimorphus*, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, *Hyaloraphidium contortum* Pascher et Korschikov ex Korschikov var. *contortum*, *Monoraphidium contortum* (Thur.) Komárk.-Legn., *M. irregulare* (G.M. Sm.) Komárk.-Legn., *M. minutum*, *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansg. var. *minimum* f. *minimum*, *Anabaena bergii* Ostenf. f. *minor* (Kisselev) Kossinsk. in Elenkin, *Merismopedia minima* Beck, *M. punctata* Meyen in Wiegmann, *Jaaginema kisselevii* (Anisimova) Anagnostidis et Komarek, *Snowella lacustris* (Chodat) Komárek et Hindák, *Woronichinia compacta* (Lemmerm.) Komárek et Hindák, *Euglena texta* (Dujard.) Hubner var. *texta*, *E. viridis* Ehrenb., *Peridiniopsis oculatum*, *Gymnodinium uberrimum* (G.J. Allman) Kof. et Swezy, *Caloneis molaris* (Grunow) Krammer in Krammer et Lange-Bert., *Navicula oblonga* (Kütz.) Kütz. var. *oblonga*, *Craticula halophila*, *Entomoneis paludosa* var. *subsalina*, *Nitzschia amphibia* Grunov.

Озеро Левадне за період дослідження характеризувалось наявністю 59 видів та ввт, які відносились до чотирьох відділів (рис. 3.7). За числом видів значно переважали представники відділу *Bacillariophyta* (58,4 % від загальної кількості видів озера). *Chlorophyta* складали 20,8 % від загальної кількості видів озера, *Cyanoprokaryota* – 17 %, *Dinophyta* – 3,8 %.

Серед діатомових слід відзначити рід *Navicula* з 6 видами та ввт; серед зелених водоростей – рід *Desmodesmus* з 3 видами та ввт. Найчастіше у пробах зустрічали *Craticula halophila*, *Navicula protracta* Grunow in Cleve, *Cyclotella stelligera* (Cleve et Grunow) Van Heurck, *Woloszynskia pascheri* (Süchl.) Stosch, *Chaetoceros muelleri*, *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Cylindrotheca closterium*.

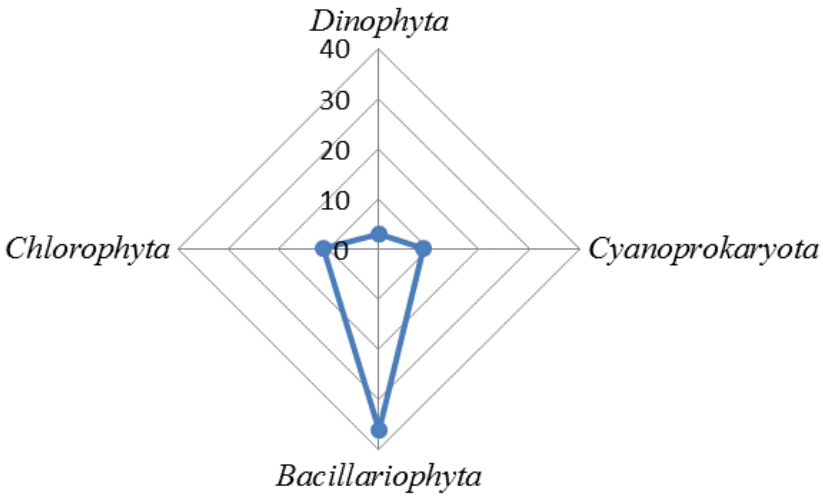

Рис. 3.7. Розподіл складу видів водоростей озера Левадне за відділами

В озері Червоне було визначено 40 видів та ввт з 4 відділів (рис. 3.8). Тут було відзначено повне домінування діатомових водоростей, які складали 92,5 % від загальної кількості визначених для озера видів. Інші відділи були представлені лише по одному виду кожен: *Chlorophyta*: *Dunaliella salina* (Dunal) Teodor., *Cyanoprokaryota*: *Spirulina major* Kütz. ex Gomont, *Euglenophyta*: *Euglena clara* Skuja.

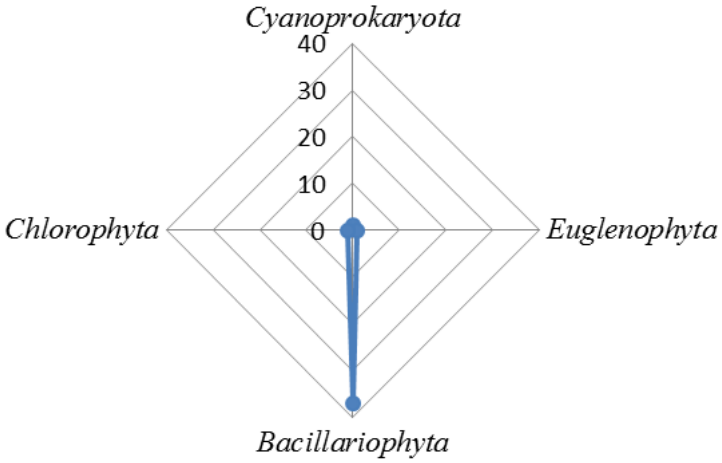

Рис. 3.8. Розподіл складу видів водоростей озера Червоне за відділами

Найбільшу кількість видів включав рід *Navicula* – 7 видів та ввт. До найпоширеніших видів можна було віднести *Adlafia minuscula* var. *minuscula*, *Navicula protracta*, *Craticula halophila*, *Tabularia fasciculata*, *Cyclotella stelligera*.

Для Озера було визначено 31 вид та ввт з трьох відділів (рис. 3.9.). Як і в озері Червоне, переважну частину фітопланктону (90,3 % від загальної кількості видів) тут складали водорості відділу *Bacillariophyta*. Відділ *Chlorophyta* був представлений двома видами (*Dunaliella salina* та *Ulothrix tenerrima*), відділ *Cyanoprokaryota* – одним видом (*Merismopedia punctata*).

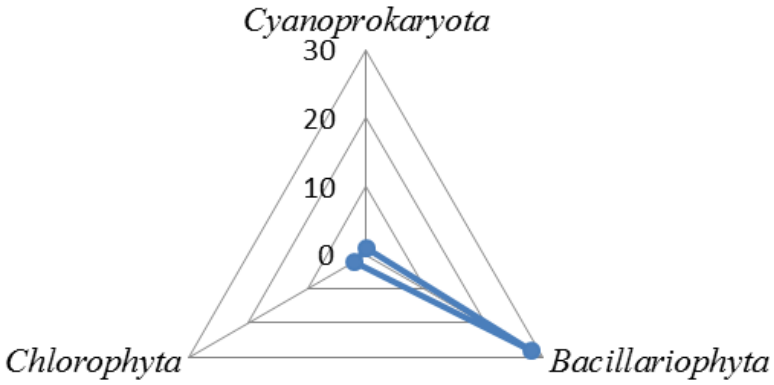

Рис. 3.9. Розподіл складу видів водоростей Озера за відділами

Найбільш представленими були роди *Navicula* та *Nitzschia* (4 і 3 види та ввт відповідно). Найпоширенішими видами водоростей планктону Озера були *Entomoneis paludosa* (W. Sm.) Reimer in Patrick et Reimer var. *paludosa*, *E. paludosa* var. *subsalina*, *Nitzschia amphibia*, *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow in Cleve et Grunow var. *capitata* O. Müll., *Dunaliella salina*, *Adlafia bryophila* (J.B. Petersen) Lange-Bert. in Moser et al., *Cymbella tumidula* Grunow in A.W.F. Schmidt et al.

Для того щоб виявити групи озер, що подібні за різноманітністю водоростевого населення, була побудована дендрограма спільності. На рис. 3.10 видно, 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.

Аналіз отриманих результатів показав, що природна історія формування флори досліджуваних озер накладає свій відбиток на їх флористичний склад. Угруповання водоростей, навіть близько розташованих одне від одного озер, мають свої риси, так зване флористичне обличчя.

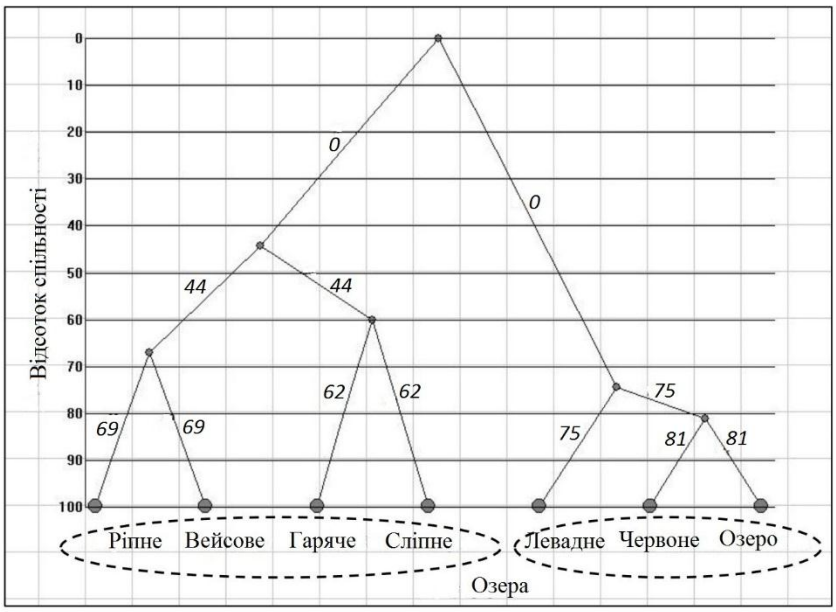

Рис. 3.10. Дендрограма спільності складу видів озер РЛП «Слов’янський курорт»

Видовий склад водоростей формувався під впливом джерела живлення, морфометрії, хімізму та історії використання кожного з озер. Для того, щоб виявити історичні зв’язки флори озер всього Регіонального ландшафтного парку був побудований дендрит, який показує міру включення-перетину флор озер. На рис. 3.11 видно, що відсоток перетину флор достатньо високий. Проте угруповання водоростей досліджуваних озер можна розділити на два флористичних ядра, що відділені на рисунку пунктирною лінією. Товщина ліній зв’язку пропорційна спільності флор.

Перше ядро у своїй основі мало флору озера Вейсове (північна група озер), а друге – озеро Червоне (південна група озер). На карті розташування озер РЛП (додаток А) видно, що у 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.

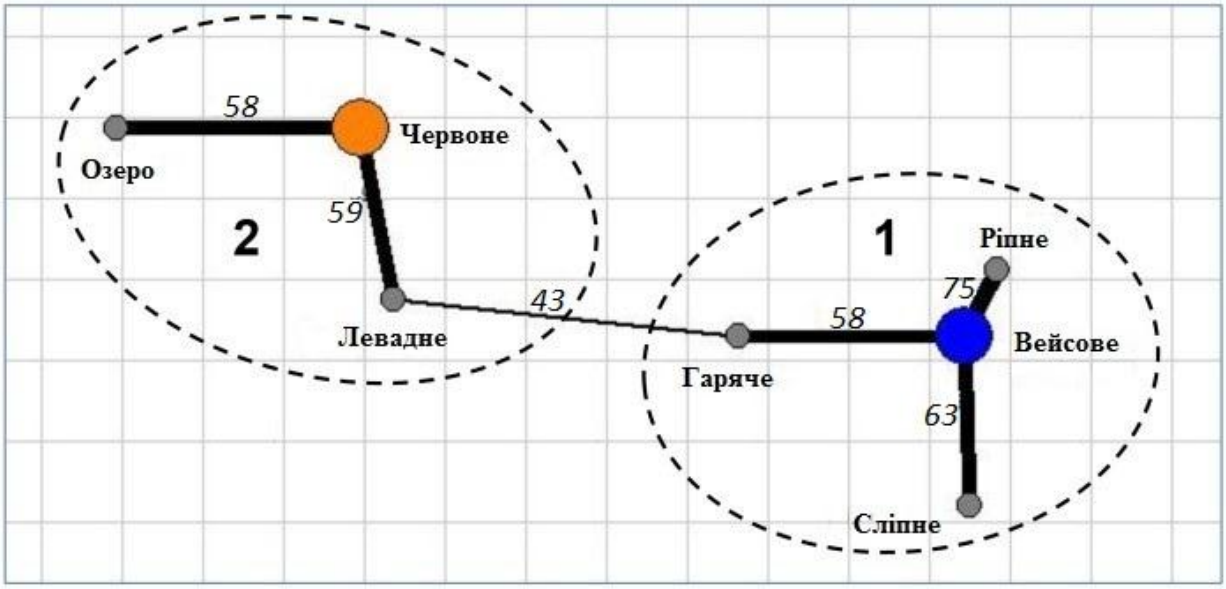

Рис. 3.11. Дендрит перекриття списків видів водоростей солоних озер (числа на лініях являють собою процент перекриття)

При порівнянні числа видів у флорі з електропровідністю вод було виявлено певну залежність: число видів закономірно зменшується зі збільшенням електропровідності. Так за період лютий-липень 2013 року у найбільш прісному озері Сліпне було зареєстровано 75 видів та ввт, а у найбільш солоному Озері – лише 31 вид та ввт (рис. 3.12). Така сама залежність спостерігалася для озер Казахстану, що мають аналогічну електропровідність [126].

Таким чином, серед виявлених у фітопланктоні озер 336 видів водоростей (350 видів та внутрішньовидових таксонів) переважали представники відділу *Bacillariophyta* (49,4% від загальної кількості видів та ввт), а також досить представленими були відділи *Cyanoprokaryota* і *Chlorophyta* (18,6% та 18% видів і ввт відповідно).

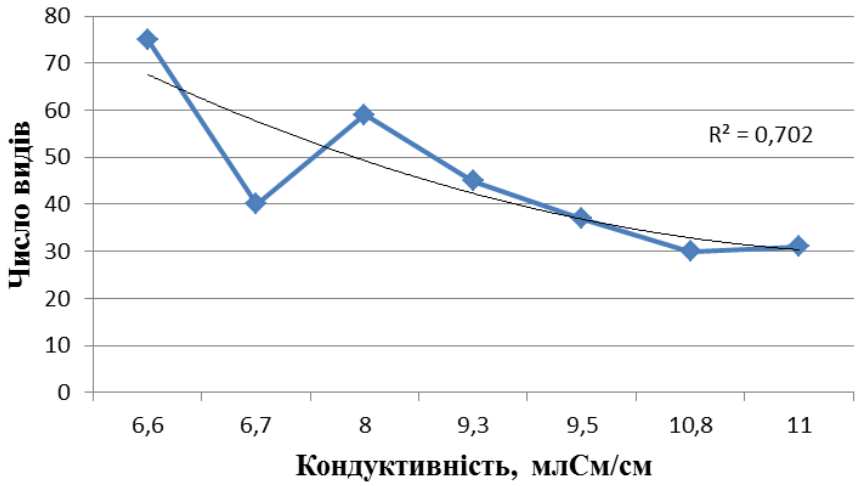

Рис. 3.12. Залежність числа видів від кондуктивності вод в озерах РЛП «Слов'янський курорт» (аналіз даних з період лютий-липень 2013 року)

Провідними родинами були *Bacillariaceae* (34 види та ввт), *Naviculaceae* (24 видів та ввт), *Euglenaceae* (22 види та ввт), *Fragilariaceae* (21 вид та ввт), *Cymbellaceae* (17 видів та ввт), *Scenedesmaceae* (17 видів та ввт), *Pseudanabaenaceae* (16 видів ат ввт), *Oscillatoriaceae* (13 видів та ввт) та *Phormidiaceae* (11 видів та ввт). До провідних родів відносилися роди *Nitzschia*, *Navicula*, *Euglena*, *Oscillatoria*, *Synedra*, *Phormidium*, *Cymbella* та *Desmodesmus*, що загалом об'єднували 26,3% видового різноманіття озер. Порівняльний аналіз флор озер Парку показав, що у фітопланктоні усіх досліджуваних озер, окрім озера Сліпне, переважали діатомові водорості. В озері Сліпне окрім діатомових важливу роль відігравали представники *Chlorophyta* та *Cyanoprokaryota*. Практично в усіх озерах першу половину року найбільшу роль у фітопланктоні грали діатомові водорості, проте ближче до зими починали частіше траплятися зелені та синьозелені водорості, нерідко значно зміщуючи діатомові (наприклад в озерах Вейсове та Сліпне). В усіх озерах провідними виявилися родини *Navicula* та *Nitzschia*. Аналіз спільності видового складу водоростей озер РЛП виявив дві групи озер: північну групу непересихаючих озер (Ріпне, Вейсове, Гаряче та Сліпне) з флорою озера Вейсове в якості ядра та південну групу частково пересихаючих озер (Левадне, Червоне та Озеро) з флорою озера Червоне в центрі. Першочерговим фактором

формування флори водоростей виступав не стільки загальний вміст солей у воді, скільки швидкість коливання вмісту солі протягом року (зокрема внаслідок випаровування). Проте загальний вміст солей має значний вплив на число видів. Між цими факторами виявлений зворотно пропорційний зв'язок.

3.2. Біоіндикаційний аналіз солоних озер за фітопланктоном

3.2.1. Біоіндикаційний аналіз непересихаючих озер Вейсове, Сліпне, Ріпне та Гаряче

Озеро Вейсове, що є центром північної групи озер, характеризується середніми розмірами та найбільшою солоністю серед озер даної групи. В даному озері за місцем існування переважали бентосні та планктон-бентосні форми, саме на них припадала верхівка лінії тренду та вони відсікалися лінією стандартного відхилення (додаток Е, рис. Е.1 Б). Планктонні форми складали лише 11,5 % від загальної кількості видів-індикаторів місця існування. *Ankyra ocellata* – єдиний вид-епіфіт, зареєстрований для озера Вейсове. Слід відзначити, що співвідношення цих чотирьох груп індикаторів дещо відрізнялося у різні пори року. Так у прохолодний період збільшувалася участь планктонних видів, і водночас зникав вид-аерофіл, що реєструвався тільки протягом теплого періоду року (додаток Е, рис. Е.9 В). Вірогідно при зниженні температури оточуючого середовища формуються більш сприятливі умови у планктоні.

Аналіз температурних умов озера Вейсове показав, що статистично підтверджено домінували індикатори помірного температурного режиму (вони відсікалися лінією стандартного відхилення та на них припадала верхівка лінії тренду) (додаток Е, рис. Е.2 В). Теплолюбні, холодолюбні та евритермні види сумарно складали лише 34,4% від загальної кількості індикаторів температурного режиму. Теплолюбні види зустрічалися протягом року, проте в літні місяці замінювалися евритермами, а холодолюбні види

спорадично реєструвалися протягом цілого року (додаток Е, рис. Е.10 В). Отримані деякі невідповідності щодо сезонності видів-індикаторів теплих та холодних вод пояснюються недосконалістю системи екологічного аналізу по відношенню до температурних умов. Хоча даний аналіз все ж дає головну характеристику щодо загальних умов існування в озері і вказує на помірний температурний режим води.

При індикації умов насиченості вод озера Вейсове киснем було виявлено переважання видів, що характерні для вод із середнім рівнем кисню. Ця група відсікалася лінією стандартного відхилення та припадала на верхівку лінії тренду (рис. 3.13).

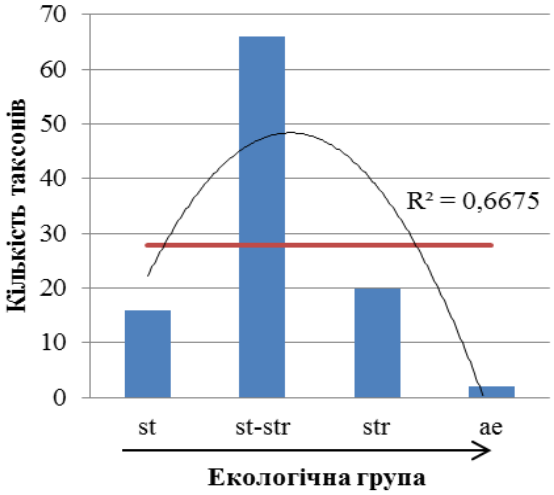

Рис. 3.13. Співвідношення індикаторів насиченості вод киснем та реофільності в озері Вейсове (st – стоячі; str – швидкотекучі; st-str – повільнотекучі та/або індиференти; стрілка позначає напрям посилення текучості вод, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Види, притаманні для вод з нестачею або великою кількістю кисню, сумарно склали майже 35% від загальної кількості видів-індикаторів. У сезонному аспекті спостерігалося збільшення вкладу видів, що існують за умов великої кількості кисню в літній період за рахунок зменшення вкладу видів-індикаторів незначного вмісту кисню (додаток Е, рис. Е.11 В).

Серед індикаторів солоності вод у Вейсовому значно переважали олігогалоби-індиференти. Вони відсікалися лінією стандартного відхилення. Незважаючи на подібну кількість видів олігогалобів-галофілів та мезогалобів (27 та 23 види відповідно), статистично підтвердився вплив лише першої групи (на них та олігогалобів-індиферентів вказувала верхівка лінії тренду) (рис. 3.14).

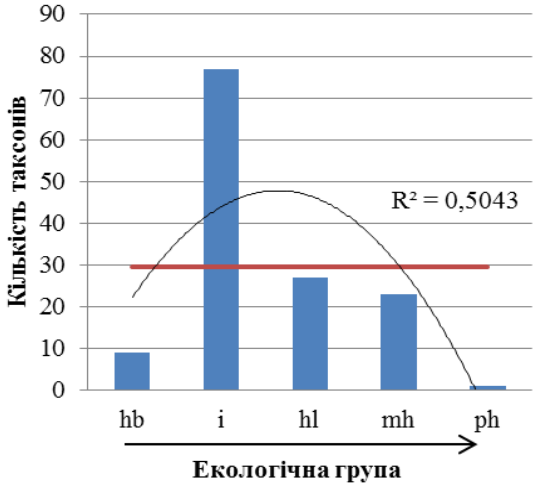

Рис. 3.14. Співвідношення індикаторів солоності в озері Вейсове (ph – полігалоби; mh – мезогалоби; i – олігогалоби-індиференти; hl – олігогалоби-галофіли; hb – олігогалоби-галофоби; стрілка позначає напрям збільшення вмісту солей, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Протягом року відсоток участі олігогалобів-галофілів в угрупованнях водоростей залишався практично незмінним. Незначні коливання кількості олігогалобів-індиферентів відбувалися переважно за рахунок мезогалобів. Слід відзначити, що олігогалоби-галофоби реєструвалися лише наприкінці весни – на початку літа (додаток Е, рис. Е.12 Б). Збільшення вкладу солелюбних видів (олігогалобів-галофілів та мезогалобів) влітку свідчить про деяке збільшення солоності води через випаровування.

Домінування алкаліфілів та індиферентів, які відсікалися лінією стандартного відхилення та припадали на верхівку лінії тренду, в озері Вейсове свідчить про дещо лужну реакцію води озер (додаток Е, рис. Е.4 Б).

Алкалібіонти представлені в незначній кількості спорадично протягом цілого року, у той час як ацидофіли мали у деякі місяці вклад подібний до вкладу індиферентів, проте зовсім зникали у зимовий період (додаток Е, рис. Е.13 В). Ймовірно у зимовий період йдуть інтенсивні відновлювальні процеси самоочищення озера.

Аналіз органічного забруднення озера Вейсове дав наступні результати: лінією стандартного відхилення відсікалися групи еврисапробів та сапроксенів, хоча верхівка лінії тренду чітко вказувала тільки на еврисапробів (додаток Е, рис. Е.6 Б). Сапрофіли складали лише 10% від загальної кількості видів-індикаторів. У сезонному аспекті цікавим було зменшення кількості сапрофілів восени та повна відсутність їх взимку, що свідчить про досить інтенсивні процеси самоочищення озера (додаток Е, рис. Е.14 В).

При визначені класу якості вод Вейсового озера було виявлено достеменне домінування груп індикаторів 3 та 2 класу. Це підтверджувалося лініями стандартного відхилення та тренду (рис. 3.15 А). Кількість індикаторів інших трьох класів якості вод була незначною – сумарно вони складали лише близько 17% від загальної кількості індикаторів.

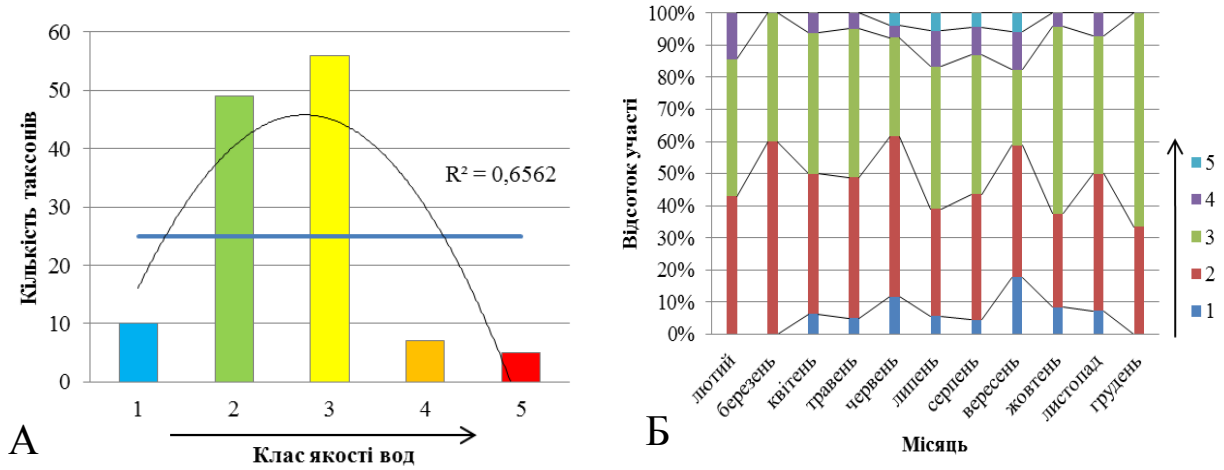

Рис. 3.15. Співвідношення кількості індикаторів класів якості води в озері Вейсове (стрілка позначає напрям погіршення якості вод, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації) – А – сумарно, Б – по місяцях

Протягом року спостерігалася тенденція збільшення представленості у планктоні різних груп індикаторів ближче до літа, а потім тенденція ставала протилежною. Таким чином влітку у фітопланктоні були представлені усі п’ять груп, а взимку – лише індикатори 2 та 3 класу якості вод (рис. 3.15 Б). Цікаво відзначити, що індикатори 5 класу (який вказує на найбільше забруднення) були представлені лише протягом періоду червень-вересень, їхнє подальше зникнення, вірогідно, свідчить про інтенсифікацію процесів самоочищення озера.

За типом живлення в озері Вейсове переважали дві групи автотрофів. Обидві групи відсікалися лінією стандартного відхилення (додаток Е, рис. Е.8 В). Інші дві групи гетеротрофів були представлені лише по 3 види-індикатори кожна. Серед автотрофів на початку року в угрупованнях водоростей більше траплялися автотрофи, що розвиваються за низької концентрації азотовмісних органічних сполук (додаток Е, рис. Е.16 В). Згодом вони дещо поступалися автотрофам, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук. На початку літа друга група автотрофів починала переважати першу за кількістю. Слід зазначити, що факультативні гетеротрофи, які розвиваються у воді за періодичних підвищень концентрації азотовмісних органічних сполук, на початку року складали близько третини від загальної кількості індикаторів. Потім їх кількість поступово знижувалась і вони повністю зникали у вересні.

Аналіз рівня трофності виявив чітке домінування евтрофів, які відсікалися лінією стандартного відхилення та на які вказувала верхівка лінії тренду (рис. 3.16). Менша верхівка лінії тренду вказувала на періодичне (з квітня по липень) формування ще одного ядра домінантів – комплексу оліготрофів та оліго-мезотрофів, хоча ці групи і не перетинали лінію стандартного відхилення. Інші групи індикаторів представлені по 4-7 видів кожна. У сезонному аспекті цікавим є збільшення кількості груп індикаторів в теплий період року з незмінним переважанням групи евтрофів (додаток Е.

рис. Е.17. Б). Ближче до зими угруповання водоростей складалися майже виключно з представників цієї групи.

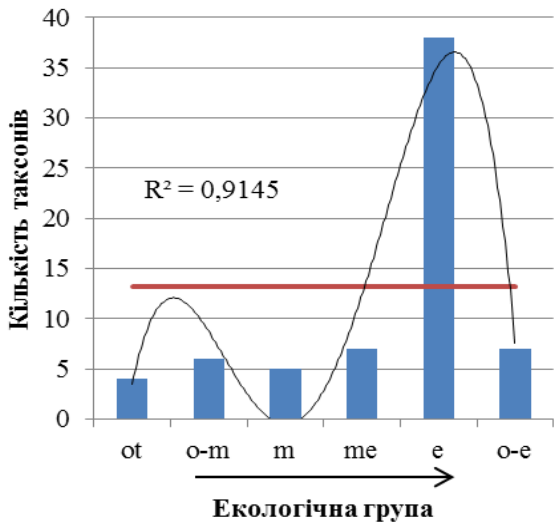

Рис. 3.16. Співвідношення кількості індикаторів рівня трофності в озері Вейсове (ot – оліготрофні; o-m – оліго-мезотрофні; m – мезотрофні; me – мезо-евтрофні; e – евтрофні; he – гіпертрофні; o-e – широкої амплітуди трофності; стрілка позначає напрям збільшення органічного забруднення, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Таким чином, у планктоні озера Вейсове переважали діатомові водорості, особливо влітку; восени збільшувалася кількість зелених та синьозелених водоростей, причому настільки, що ближче до зими вони сумарно навіть починали переважають за кількістю діатомові. В угрупованнях водоростей були представлені переважно бентосні та планктон-бентосні види, доля планктонних видів збільшувалася взимку. В озерних угрупованнях домінували індикатори помірного температурного режиму та індикатори достатньої насиченості вод киснем. Значний відсоток солелюбних водоростей-індикаторів, особливо в літку, свідчить про значну кількість хлоридів у воді озера. Велика кількість алкаліфілів вказує на деяку лужність води озер, хоча в теплі періоди року pH води трохи знижувалася. Значне переважання еврисапробів свідчить про помірне забруднення вод озера органічними речовинами. Індикація класу якості вод вказує на процеси самоочищення озера

восени. В цілому якість води протягом року була 2-3 класу, тобто задовільна. Сезонна зміна груп індикаторів за типом живлення вказувала на деяке антропогенне навантаження, проте переважання автотрофів свідчило про ефективні процеси самоочищення в озері. Значне переважання евтрофів протягом року дозволяє присудити водам озера евтрофний рівень вмісту речовин протягом року, хоча наприкінці весні – на початку літа в озері формувалися більш чисті оліго-мезотрофні умови.

Озеро Сліпне є найбільшим за площею серед непересихаючих озер північної групи. Воно найпрісніше в цій групі, тому по його берегах значно представлена вища водна рослинність. При аналізі загальної кількості видів, визначених для даного озера було виявлено, що за місцем існування достеменно переважали бентосні види, вони відсікалися лінією стандартного відхилення та на них вказувала лінія тренду (рис. 3.17). Види, що приурочені до існування у планктоні були також досить представлені, проте їхня кількість була нижча за значення стандартного відхилення, тому вони не увійшли до достовірної множини.

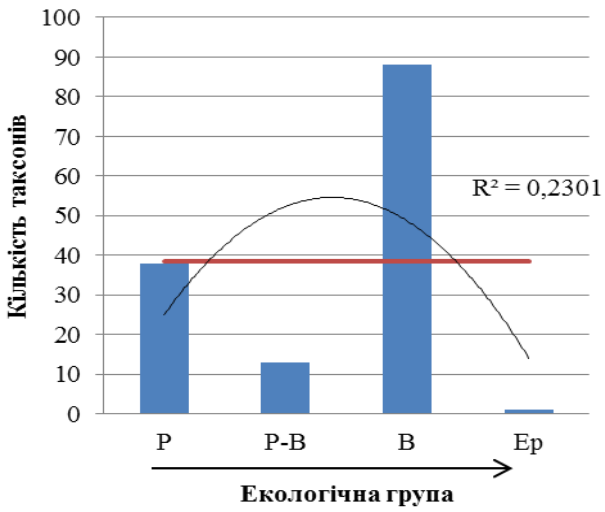

Рис. 3.17. Співвідношення індикаторів місця існування в озері Сліпне (В – бентосні; Р-В – планктонно-бентосні; Р – планктонні; Ер – епіфітні; стрілка позначає напрям посилення зв’язку із субстратом, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Аналіз приуроченості до місця існування в сезонному аспекті показав, що протягом року в угрупованнях водоростей домінували переважно планктон-бентосні форми зі значною представленістю бентосних видів (додаток Е, рис. Е.9 Д). Така різниця отриманих результатів обумовлена тим, що при аналізі місця існування на основі загальної кількості видів було враховано усі данні, включно з літературними за великий проміжок часу, а у випадку аналізу в сезонному аспекті – дані за відносно невеликий проміжок часу з 2007 по 2013 рр. Слід зазначити, що протягом років дослідження озера видовий склад водоростей значно змінився, що відбилося на співвідношенні груп водоростей-індикаторів місця існування.

За температурними вподобаннями в озері Сліпне переважали водорості помірного температурного режиму та евритермні. Їх відсікала лінія стандартного відхилення та на них вказувала верхівка лінії тренду (додаток Е, рис. Е.2 Д). Теплолюбні та холодолюбні види сумарно складали лише близько 16% від загальної кількості індикаторів температурного режиму. В теплий період року в угрупованнях водоростей реєструвалися види-індикатори усіх груп, а в холодний – тільки водорості, що приурочені до помірного температурного режиму (додаток Е, рис. Е.10 Д).

На рис. Е.3 В (див. додаток Е) можна бачити чітке переважання в Сліпному групи індикаторів вод, що помірно насичені киснем. Цю групу відсікала лінія стандартного відхилення та на неї припадала верхівка лінії тренду. Важливість для угруповань водоростей індикаторів великої кількості розчиненого кисню не підтвердилась статистично, незважаючи на їхню значну представленість. Види, що приурочені до низького рівню кисню складали лише 15% від загальної кількості видів індикаторів. У сезонному аспекті спостерігали дві тенденції – збільшення вкладу індикаторів низького рівню кисню в зимовий період та зникнення з угруповань водоростей-індикаторів великої кількості розчиненого кисню у той самий період (додаток Е, рис. Е.11 Д). Така тенденція пояснюється льодоставом озера взимку, через що рівень розчиненого у воді кисню падає.

Серед індикаторів солоності озера Слепне достеменно домінували олігогалоби-індиференти, які відсікала лінія стандартного відхилення (рис. 3.18 А). Кількість олігогалобів-галофілів була дещо меншою за значення стандартного відхилення, проте на важливість цієї групи (разом з групою олігогалобів-індиферентів) вказувала верхівка лінії тренду. Протягом більшої частини року (переважно в теплий період) у фітопланктоні переважали олігогалоби-індиференти (рис. 3.18 Б). Ближче до зими їх відсотковий внесок зменшувався за рахунок збільшення вкладу мезогалобів. Спостерігалася тенденція збільшення кількості солелюбних видів ближче до зими, що свідчить про деяке осолонення вод у цей період та навпаки опріснення води у теплий період року. Враховуючи значне випаровування з площі озера у літній період, що мало б призвести до осолонення води, протилежна тенденція опріснення може бути пояснена підживленням озера у теплий період року прісними алювіальними водами та ймовірною відсутністю живлення розсольними водами, які б компенсували алювіальні.

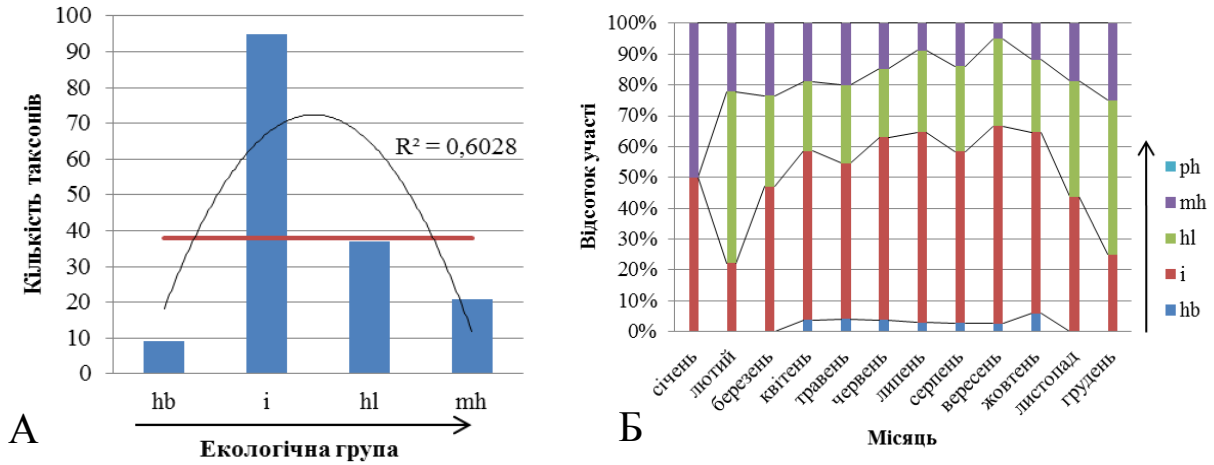

Рис. 3.18. Співвідношення індикаторів солоності в озері Сліпне (ph – полігалоби; mh – мезогалоби; i – олігогалоби-індиференти; hl – олігогалоби-галофіли; hb – олігогалоби-галофоби; стрілка позначає напрям збільшення вмісту солей, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації) – А – загальна, Б – по місяцях

Алкаліфіли та індиференти домінували в якості індикаторів pH середовища в озері Сліпне. Їх відсікала лінія стандартного відхилення та на них припадала верхівка лінії тренду (рис. 3.19). У сезонному аспекті з зими до літа відбувалася поступова зміна угруповань алкаліфілів на угруповання алкаліфілів та індиферентів з незначною участю ацидофілів та алкалібіонтів (додаток Е, рис. Е.13 Д). Потім тенденція ставала протилежною.

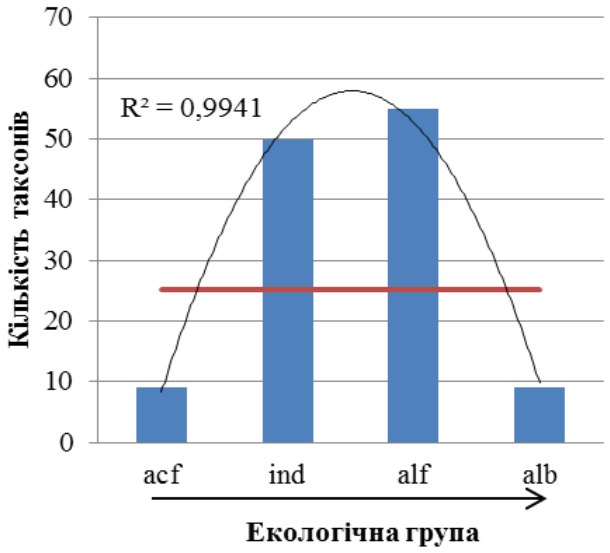

Рис. 3.19. Співвідношення індикаторів pH середовища в озері Сліпне (ind – індиференти; alf – алкаліфіли; alb – алкалібіонти; acf – ацидофіли; стрілка позначає напрям посилення лужності вод, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

При визначенні органічного забруднення озера Сліпне було виявлено переважання еврисапробів та сапроксенів. Вони формували достовірну множину, яку відсікала лінія стандартного відхилення (додаток Е, рис. Е.6 Г). Хоча слід відзначити, що верхівка лінії тренду вказувала на важливість виключно групи еврисапробів. Протягом року цікавим було коливання сапрофітів у фітопланктоні: влітку їх вклад значно зменшувався, а ближче до зими збільшувався, що може свідчити про інтенсифікацію процесів самоочищення озера в період найбільшого розвитку фітопланктону (додаток Е, рис. Е.14 Д).

Аналіз класу якості вод Сліпного показав переважання видів, що характерні для 3 та 2 класів. Саме на ці групи вказувала верхівка лінії тренду і вони відсікалися лінією стандартного відхилення (додаток Е, рис. Е.7 В). Інші класи представлені значно меншою кількістю видів і складали 3,6-7,9% від загальної кількості індикаторів класу якості вод кожен. В сезонному аспекті слід зазначити, що протягом року спостерігали загальне зменшення вкладу індикаторів відносно чистих вод (1 та 2 класів) та збільшення вкладу інших класів (додаток Е, рис. Е.15 Г). Це свідчить про деяке накопичення забруднюючих речовин, які нейтралізуються лише на початку весни, що узгоджується з тенденціями зміни кількості органічного забруднення.

За типом живлення в озері Сліпне домінували обидві автотрофні групи видів: ті, що розвиваються за низької концентрації азотовмісних органічних сполук, і ті, які витримують їх підвищені концентрації (рис. 3.20 А). Групи гетеротрофів були представлені по 3-4 види кожна. У сезонному відношенні цікава поява у флорі автотрофів, що приурочені до низької концентрації азотовмісних органічних сполук, тільки в середині весни (рис. 3.20 Б).

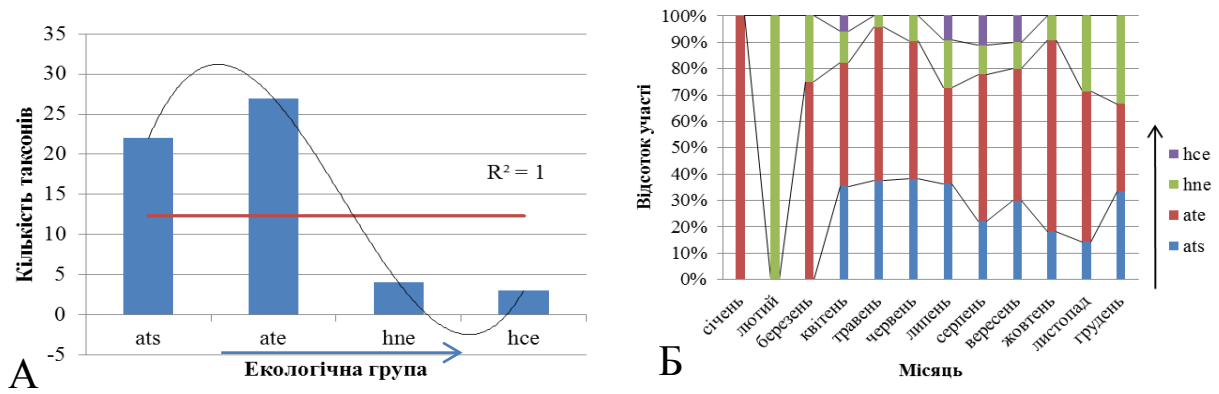

Рис. 3.20. Співвідношення кількості індикаторів типу живлення в озері Сліпне (ats – автотрофи, що розвиваються за низької концентрації азотовмісних органічних сполук; ate – автотрофи, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук; hne – факультативні гетеротрофи, які розвиваються у воді за періодичних підвищень концентрації азотовмісних органічних сполук; hce – облігатні гетеротрофи, які розвиваються у воді за підвищених концентрацій азотовмісних органічних сполук; стрілка позначає напрям посилення антропогенного навантаження, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації) – А – загальне, Б – по місяцях

Така тенденція погоджується з виявленою при індикації класу якості вод і трофності (що буде розглянуто нижче) і свідчить про закінчення до цього часу процесів самоочищення озера. Розвиток облігатних гетеротрофів, які розвиваються у воді за підвищених концентрацій азотовмісних органічних сполук, у літній період свідчить навпаки про найбільше забруднення води у цей період.

Індикація рівня трофності Сліпного показала чітке домінування евтрофів. Вони за кількістю перетинали лінію стандартного відхилення та на них припадала верхівка лінії тренду (рис. 3.21). Слід відзначити й другий пік лінії тренду, що вказував на комплекс оліготрофів та оліго-мезотрофів. Інші п’ять груп були представлені 4-8 видами кожна.

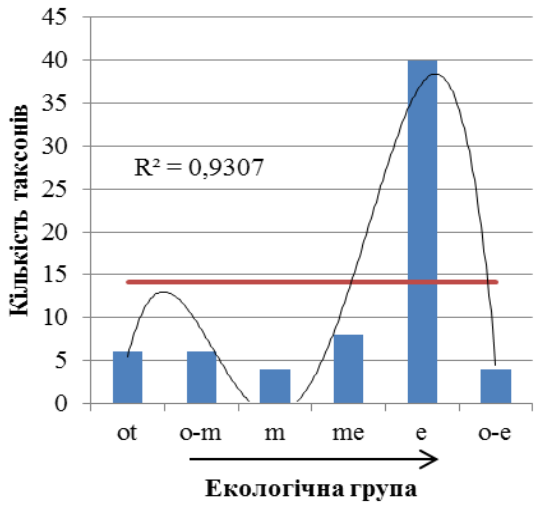

Рис. 3.21. Співвідношення кількості індикаторів рівня трофності в озері Сліпне (ot – оліготрофні; o-m – оліго-мезотрофні; m – мезотрофні; me – мезо-евтрофні; e – евтрофні; he – гіпертрофні; o-e – широкої амплітуди трофності; стрілка позначає напрям збільшення органічного забруднення, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

У сезонному аспекті взимку та на початку весни у фітопланктоні були представлені майже виключно евтрофи (додаток Е, рис. Е.17 В). Лише з квітня з’являлися представники інших груп індикаторів, у тому числі оліготрофні – індикатори найчистіших вод. Протягом теплого періоду співвідношення груп індикаторів та їх кількість значно змінювалися. Лише у травні та червні в

угрупованнях водоростей були представлені усі 6 груп, проте евтрофи продовжували переважати цілий рік.

Таким чином, методами біоіндикації було виявлено, що серед усіх визначених водоростей озера Сліпне більшу частину складали види, що приурочені до існування у бентосі, проте аналіз сезонного розподілу за останні роки дослідження показав переважання планктон-бентосних та бентосних форм. За температурними вподобаннями переважали водорості помірного температурного режиму та евритермні. В угрупованнях водоростей переважали індикатори достатнього насичення вод киснем. В цілому в озері були найбільш представлені олігогалоби-індиференти, проте ближче до зими значно збільшувалася кількість солелюбних видів. Це свідчить про осолонення води озера, ймовірно внаслідок зменшення кількості прісних алювіальних вод, що його підживлюють. В угрупованнях водоростей переважали алкаліфіли та індиференти, що свідчить про лужність середовища, проте поява в теплий період року ацидофілів вказувала на деяке підкислення вод. Переважання еврисапробів та сапроксенів свідчить про помірне або навіть незначне забруднення озера органічними речовинами. Якість води озера задовільна (3-2 клас); зміна співвідношення класів якості води свідчила про деяке накопичення забруднюючих речовин протягом року, яке нейтралізувалося лише на початку весни. За типом живлення переважали автотрофні групи, що свідчить про стабільність екосистеми, проте зміна співвідношення груп індикаторів даного екологічного параметру вказує на найбільше забруднення влітку, яке поступово нейтралізується протягом року аж до початку весни. Переважання евтрофів свідчить про високий рівень трофності вод – евтрофний, хоча періодично формувалися оліго-мезотрофні умови більш чистих вод.

Озеро Ріпне серед непересихаючих озер північної групи має найбільший об’єм водних мас та є найглибшим серед досліджуваних озер (максимальна глибина сягає 8,4 м). Характерною особливістю є також наявність двох зон: окиснювальної та відновлювальної (остання насичена сірководнем, тож

характеризується незначним видовим різноманіттям населення). В озері Ріпне за місцем існування переважна частина водоростей належала до бентосних та планктон-бентосних груп, на які вказує лінія тренда та які відсікає лінія стандартного відхилення (рис. 3.22). Типово планктонні види склали 10,6% від загальної кількості видів-індикаторів місця існування. Також було зареєстровано два види-епіфіти: *Collacium sideropus* Skuja та *Ankyra ocellata*. Зимові угруповання з майже однаковою представленістю планктонних, бентосних та планктон-бентосних груп водоростей вже навесні змінювалися угрупованнями з переважанням бентосних та планктон-бентосних груп (додаток Е, рис. Е.9 Б). Епіфітів реєстрували лише влітку та восени.

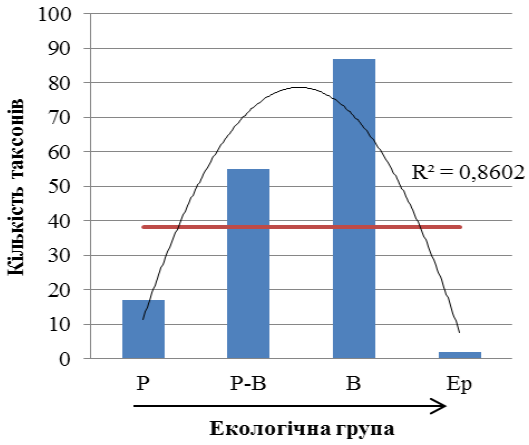

Рис. 3.22. Співвідношення індикаторів місця існування в озері Ріпне (В – бентосні; Р-В – планктонно-бентосні; Р – планктонні; Ер – епіфітні; стрілка позначає напрям посилення зв'язку із субстратом, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Серед індикаторів температурного режиму озера Ріпне були представники всіх чотирьох груп. Домінували водорості, які характерні для вод помірного температурного режиму, на що вказує верхівка лінії тренда та лінія стандартного відхилення (додаток Е, рис. Е.2 Б). Кількість представників холодолюбних, теплолюбних видів та еврітермів коливалась від 3 до 5. Теплолюбні види зустрічалися переважно влітку, холодолюбні – навесні та влітку (додаток Е, рис. Е.10 Б). Присутність холодолюбивих видів влітку вірогідно була пов'язана з недосконалістю системи індикації за даним

фактором середовища, що на даний час знаходиться у процесі розробки. На початку та наприкінці року в угрупованнях водоростей були представлені лише індикатори помірного температурного режиму.

Екологічна індикація умов текучості вод та насиченості їх киснем у випадку озер більш висвітлює насиченість киснем ніж текучість, тож було виявлено, що води озера Ріпне характеризуються середнім рівнем кисню. Саме ця група індикаторів відсікалася лінією стандартного відхилення (рис. 3.23.). Також на неї припадала верхівка лінії тренда. Представники, що існують у водах з великою та навпаки малою кількістю кисню сумарно склали 36,3% від загальної кількості індикаторів умов насиченості вод киснем. Слід відзначити і присутність видів-аерофілів: *Achnanthes coarctata* (Bréb. in W. Sm.) Grunow in Cleve et Grunow та *Luticola cohnii* (Hilse in Rabenh.) D.G. Mann in Round, Crawford et Mann.

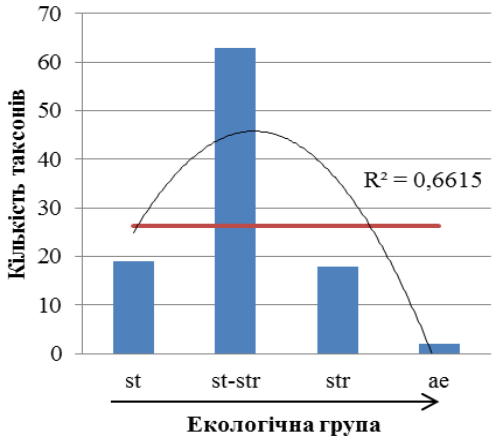

Рис. 3.23. Співвідношення індикаторів насиченості вод киснем та реофільності в озері Ріпне (st – стоячі; str – швидкотекучі; st-str – повільнотекучі та/або індиференти; стрілка позначає напрям посилення текучості вод, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Зимові угруповання, що представлені або індикаторами значної насиченості киснем або індикаторами малої кількості кисню у воді навесні змінювалися складними угрупованнями з переважанням групи індикаторів

середнього рівня насиченості вод киснем та значною представленістю груп малої та великої кількості розчиненого кисню (додаток Е, рис. Е.11 Б).

Відносно солоності в озері Ріпне на рис. 3.24 А можна бачити, що лінією стандартного відхилення відсікається група олігогалобів-індиферентів, які складали більше половини (60%) видів-індикаторів. Проте верхівка лінії тренда свідчить про представленість групи олігогалобів-галофілів. Також був зареєстрований полігалоб *Spirulina major*. Протягом року більш менш зберігалися співвідношення олігогалобів-індиферентів, олігогалобів-галофілів та мезогалобів – груп індикаторів, що переважали у флорі. Олігогалоби-галофоби та полігалоби реєструвалися переважно влітку. Як видно з графіку сезонного розподілу груп індикаторів (рис. 3.24 Б), влітку солоність озера дещо збільшувалася і групи галофілів та мезогалобів зростали замінюючи індиферентів, а у період весняного танення снігу та осінніх дощів індиференти збільшувалися у своїй кількості.

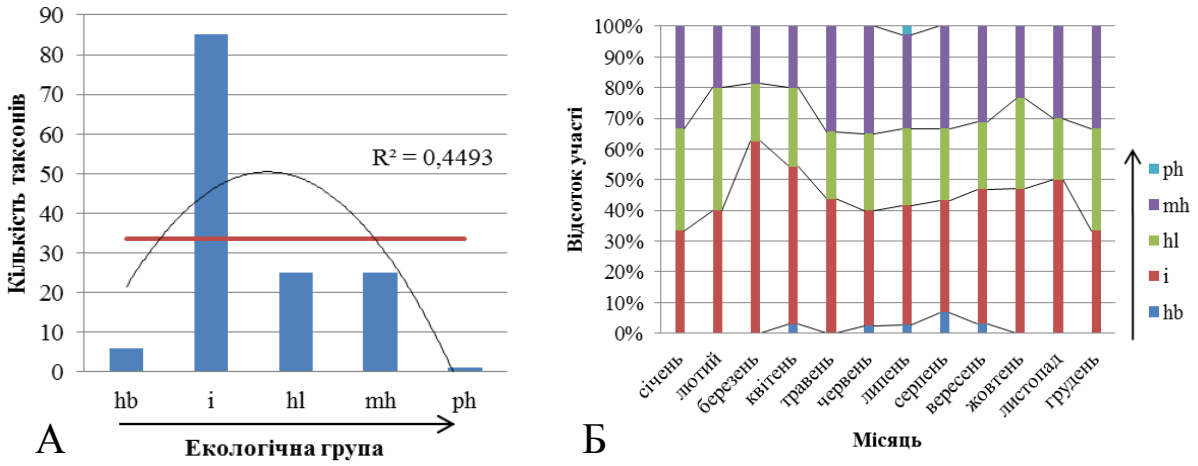

Рис. 3.24. Співвідношення індикаторів солоності в озері Ріпне (ph – полігалоби; mh – мезогалоби; i – олігогалоби-індиференти; hl – олігогалоби-галофіли; hb – олігогалоби-галофоби; стрілка позначає напрям збільшення вмісту солей, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації) – А – загальне, Б – по місяцях

Серед індикаторів pH середовища в Ріпному домінували алкаліфіли та індиференти. Це підтверджується обома статистичними лініями (додаток Е, рис. Е.4 А). Ацидофіли склали лише 6,1% від загальної кількості індикаторів

pH середовища. У сезонному аспекті слід відзначити, що взимку планктон представлений переважно моно групами або індиферентів, або алкаліфілів (додаток Е, рис. Е.13 Б). Проте в інші періоди року у пробах реєстрували представників всіх чотирьох груп індикаторів одночасно зі значним переважанням індиферентів та алкаліфілів.

Індикація рівня органічного забруднення озера Ріпне за Ватанабе виявила чітке переважання групи еврисапробів, яку відсікає лінія стандартного відхилення та на яку припадає верхівка лінії тренду (рис. 3.25). В осінніх та зимових угрупованнях представлена лише ця група індикаторів, проте навесні та влітку до неї додаються сапроксени та сапрофіти, хоча еврисапроби, безумовно, продовжували переважати (додаток Е, рис. Е.14 Б).

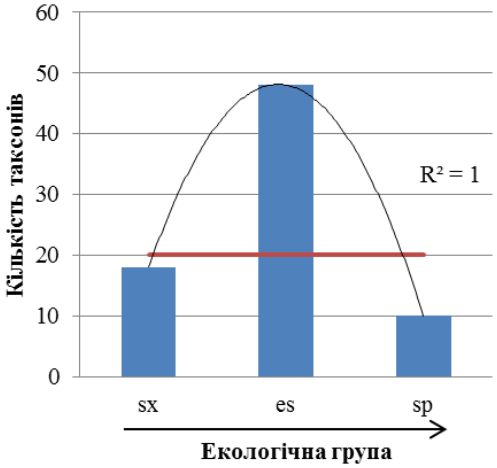

Рис. 3.25. Співвідношення індикаторів органічного забруднення за Ватанабе в озері Ріпне (sx – сапроксени; sp – сапрофіли; es – еврисапроби; стрілка позначає напрям посилення органічного забруднення, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Аналіз класу якості вод озера Ріпне виявив наявність індикаторів усіх п’яти класів, проте найбільш представленими були індикатори 2 та 3 класу, на які вказувала верхівка лінії тренду та які відсікала лінія стандартного відхилення (додаток Е, рис. Е.7 Б). У зимовий період реєстрували представників 3 класу, ближче до літа угруповання поповнювалися представниками інших чотирьох класів, а восени спостерігали протилежну

тенденцію (додаток Е, рис. Е.15 Б). Тобто протягом літа формуються досить різні умови існування, що дозволяють співіснувати видам з різними екологічними вподобаннями, хоча переважання індикаторів середнього рівня забруднення залишається незмінним у всі сезони.

За типом живлення та відношенню до кількості азотовмісних органічних сполук в Ріпному істотно переважали дві групи автотрофів: такі, що існують за низьких концентрацій азотовмісних органічних сполук та такі, що витримують підвищення концентрацій азотовмісних органічних сполук. Ці групи відсікаються лінією стандартного відхилення (додаток Е, рис. Е.8 Б). У прохолодний період року у планктоні представлені лише групи автотрофів, а у теплий період року також з'являються групи факультативних та облігатних гетеротрофів, хоча автотрофи продовжували переважати за кількістю (додаток Е, рис. Е.16 Б). Види-часткові міксотрофи розвивалися більше в осінній період, що свідчить про невеликий, проте стабільний рівень пресу на фотосинтез.

Щодо аналізу рівня трофності озера Ріпне, то наявне чітке переважання групи евтрофів, яка відсікається лінією стандартного відхилення та на яку припадає верхівка лінії тренду (рис. 3.26).

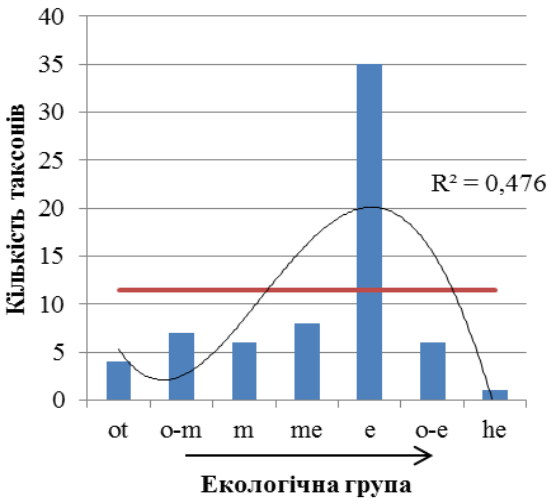

Рис. 3.26. Співвідношення кількості індикаторів рівня трофності в озері Ріпне (ot – оліготрофні; o-m – оліго-мезотрофні; m – мезотрофні; me – мезо-евтрофні; e – евтрофні; he – гіпертрофні; o-e – широкої амплітуди трофності; стрілка позначає напрям збільшення органічного забруднення, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Слід відзначити також наявність індикаторів інших шести груп трофності, серед яких найменш представлені гіпертрофи – лише один вид *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Sm. var. *palea*. У сезонному аспекті наявна динаміка збільшення кількості різних груп індикаторів ближче до літа з незмінним переважанням групи евтрофів (додаток Е. рис. Е.17. А).

Таким чином, водорості озера Ріпне воліють розвиватися в бентосі та планктон-бентосі, особливо в літній період, взимку ж збільшується частка планктонних мешканців. В озерних угрупованнях переважають індикатори помірного температурного режиму та індикатори достатньої насиченості води киснем. Висока частка індикаторів солонуватих вод в озерних угрупованнях в цілому та особливо в літній період, показує значну присутність хлоридів у воді озера. Значна представленість алкаліфілів в угрупованнях водоростей в цілому показує, що води протягом року залишаються лужними, але в літній період трохи знижують свій pH. Висока частка еврісапробів в озерних угрупованнях протягом року дозволяє віднести води озера до помірно забруднених органікою. В цілому індикація показує кращий клас якості вод влітку, ніж в інші періоди, що може бути пов'язано з активним розвитком водоростей, інтенсифікацією процесів самоочищення. Антропогенне навантаження присутнє, проте має нетоксичний характер, тому водорості мають змогу живитися шляхом прямого фотосинтезу. Висока частка індикаторів високого ступеня трофности в озерних угрупованнях в цілому і в літній період особливо вказує на евтрофний статус озера протягом усього року.

Озеро Гаряче найменше серед озер північної групи, проте загальний об’єм води даного озера незначно коливається протягом року. Серед індикаторів місця існування в Гарячому значну перевагу мали бентосні та планктон-бентосні форми. Вони відсікалися лінією стандартного відхилення та співпадали з верхівкою лінії тренду (рис. 3.27). Типово планктонні види складали лише 9% від загальної кількості видів. Слід зазначити, що відсоток участі у фітопланктоні планктон-бентосних видів залишався майже незмінним протягом року у той час як внесок бентосних видів у холодну пору року дещо

знижувався за рахунок збільшення вкладу планктонних (додаток Е, рис. Е.9 Г). Вид-епіфіт *Ankyra ocellata* реєструвався тільки влітку та восени.

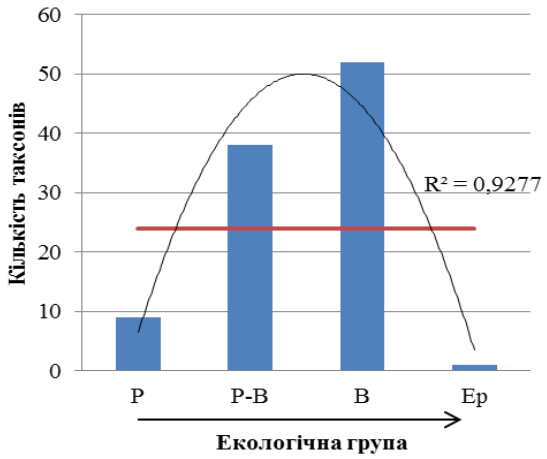

Рис. 3.27. Співвідношення індикаторів місця існування в озері Гаряче (В – бентосні; Р-В – планктонно-бентосні; Р – планктонні; Ер – епіфітні; стрілка позначає напрям посилення зв'язку із субстратом, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

На помірний температурний режим озера Гаряче вказувало переважання у фітопланктоні індикаторів помірного температурного режиму та еврітермів. Саме ці дві групи відсікалися лінією стандартного відхилення та на них припадала верхівка лінії тренду (додаток Е, рис. Е.2 Г). Холодолюбні та теплолюбні види сумарно складали менше 16% від загальної кількості індикаторів температурного режиму. У сезонному аспекті спостерігали поступове збільшення кількості груп індикаторів з однієї групи (індикаторів помірного режиму) у лютому до усіх чотирьох груп у липні з наступним поступовим зникненням холодолюбних та теплолюбних видів наприкінці осені (додаток Е, рис. Е.10 Г).

При аналізі умов насиченості вод киснем в Гарячому виявлено значне переважання індикаторів середнього рівня кисню, що також було підтверджено статистично: вони відсікалися лінією стандартного відхилення та серед інших груп індикаторів знаходилися найближче до верхівки лінії тренду (додаток Е, рис. Е.3 Б). Вони складали більше 65% від загальної

кількості індикаторів реофільності. Протягом року їх внесок в угрупованнях водоростей залишався майже незмінним, а інших груп мав цікаву тенденцію: види-індикатори значної кількості кисню взагалі не зустрічалися у зимовий період, а в інші періоди року складали близько 20-25% від загальної кількості індикаторів реофільності; види-індикатори недостатньої кількості кисню зустрічалися протягом всього року, проте їх вклад поступово збільшувався в зимовий період і також поступово зменшувався в літній (додаток Е, рис. Е.11 Г). Отримані дані цілком узгоджуються з відомою тенденцією зниження рівня кисню у період льодоставу, що спостерігається на озері взимку.

Індикація умов солоності озера Гаряче дала наступні результати: найбільш представленими виявилися олігогалоби-індиференти, олігогалоби-галофіли та мезогалоби. Незважаючи на значне переважання першої групи (навіть сумарно олігогалоби-галофіли та мезогалоби складають лише 88,4% від кількості олігогалобів-індиферентів) на їх значущість вказувала верхівка лінії тренду та вони також як і олігогалоби-індиференти перетинали лінію стандартного відхилення (рис. 3.28).

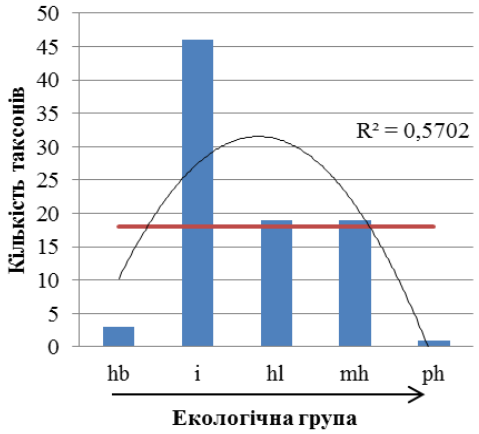

Рис. 3.28. Співвідношення індикаторів солоності в озері Гаряче (ph – полігалоби; mh – мезогалоби; i – олігогалоби-індиференти; hl – олігогалоби-галофіли; hb – олігогалоби-галофоби; стрілка позначає напрям збільшення вмісту солей, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Протягом року у фітопланктоні переважали представники однієї з цих груп індикаторів (додаток Е, рис. Е.12 В). Полігалоб *Lyngbya aestuarii* (Mert.) Liebm. f. *aestuarii* було зареєстровано тільки наприкінці весни та влітку.

Умови pH води озера характеризувалися переважанням алкаліфілів та індиферентів серед інших груп індикаторів – їх відсікала лінія стандартного відхилення та на них вказувала верхівка лінії тренду (рис. 3.29). Протягом року у фітопланктоні озера Гаряче переважно були представлені усі чотири групи індикаторів pH (за виключенням зимового періоду, коли зникали ацидофіли та алкалібіонти) з безумовним переважанням зазначених вище алкаліфілів та індиферентів (додаток Е, рис. Е.13 Г). Серед ацидофілів озера Гаряче слід відзначити *Euglena adhaerens* Matv., *Fragilaria tenera* (W. Sm.) Lange-Bert., *Navicula angusta* Grunow, *N. kotschyi* Grunow var. *kotschyi* та *N. subtilissima* Cleve.

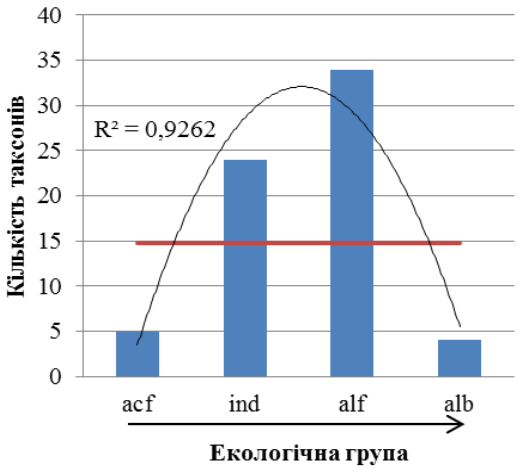

Рис. 3.29. Співвідношення індикаторів pH середовища в озері Гаряче (ind – індиференти; alf – алкаліфіли; alb – алкалібіонти; acf – ацидофіли; стрілка позначає напрям посилення лужності вод, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Статистично підтверджене переважання групи еврисапробів (їх відсікала лінія стандартного відхилення та на них вказувала верхівка лінії тренду) свідчить про незначний рівень органічного забруднення води озера Гаряче (додаток Е, рис. Е.6 В). В усі пори року, окрім зими, в угрупованнях

водоростей були представлені усі три групи індикаторів з домінуванням еврисапробів. Слід зазначити, що сапроксени трохи більше були представлені в теплий період року, а відсоток участі сапрофітів був вище у першій половині року, ніж у другій (додаток Е, рис. Е.14 Г) .

При визначені класу якості вод було відзначено, що незважаючи на те, що у фітопланктоні озера Гаряче були присутні індикатори усіх п'яти класів якості вод, переважали індикатори 3 та 2 класів. Вони перетинали лінію стандартного відхилення та на них вказувала лінія тренду (рис. 3.30). Особливості сезонного розвитку полягали у збільшенні вкладу індикаторів 1 класу вод в угруповання водоростей в зимовий період та представленості індикаторів 5 класу переважно у першій половині року (додаток Е, рис. Е.15 В).

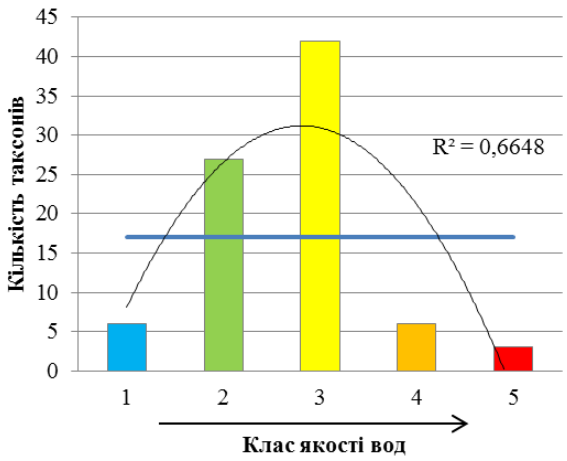

Рис. 3.30. Співвідношення кількості індикаторів класів якості води в озері Гаряче (стрілка позначає напрям погіршення якості вод, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

За типом живлення в Гарячому значно переважали дві групи автотрофів – вони перетинали лінію стандартного відхилення (додаток Е, рис. Е.8 Г). До факультативних гетеротрофів, які розвиваються у воді за періодичних підвищень концентрації азотовмісних органічних сполук, озера належали *Cyclotella meneghiniana* та *Nitzschia amphibia* Grunov; до облігатних гетеротрофів, які розвиваються у воді за підвищених концентрацій

азотовмісних органічних сполук, – *Nitzschia communis* Rabenh. та *N. paleacea* (Grunow in Cleve et Grunow) Grunow in Van Heurck. У сезонному аспекті спостерігали збільшення вкладу автотрофів (ate), які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук, в зимовий період за рахунок зникнення з угруповань водоростей автотрофів (ats), що розвиваються за низької концентрації азотовмісних органічних сполук (додаток Е, рис. Е.16 Г). Збільшення вкладу обох груп гетеротрофів в середині весни – на початку літа свідчило про деяке антропогенне навантаження (вірогідно потрапляння хімічних речовин з сільськогосподарський угідь під час танення снігу), що дещо впливало на процеси фотосинтезу, проте згодом ситуація стабілізувалася.

При визначенні рівня трофності озера Гаряче було виявлено статистично підтверджене домінування евтрофів. Вони відсікалися лінією стандартного відхилення та на них припадала верхівка лінії тренду (рис. 3.31 А). Слід відзначити, що лінія тренду мала другий пік, який свідчив про періодичне формування в озері більш чистих умов, коли воду можна було віднести до оліго-мезотрофної.

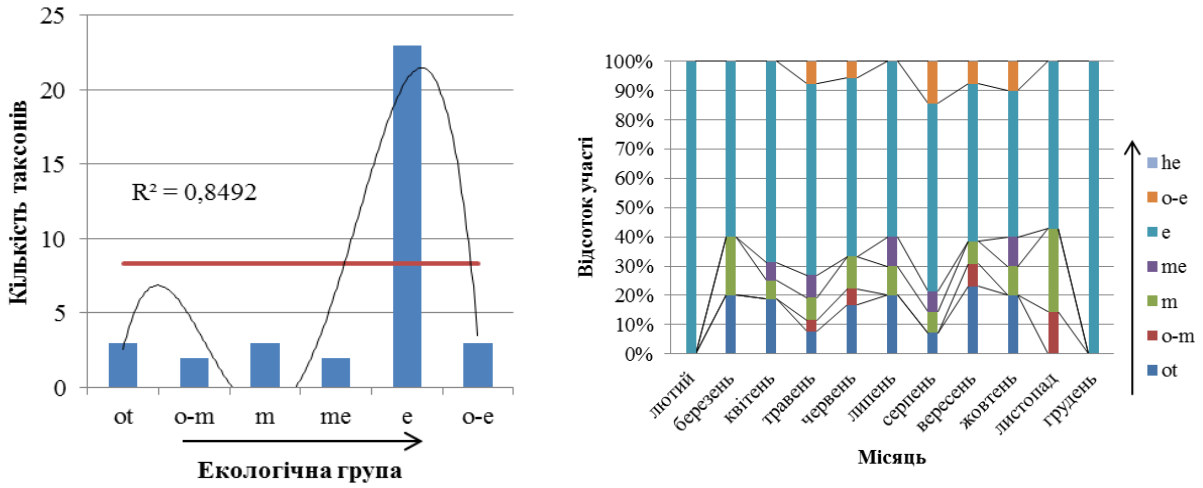

Рис. 3.31. Співвідношення кількості індикаторів рівня трофності в озері Гаряче (ot – оліготрофні; o-m – оліго-мезотрофні; m – мезотрофні; me – мезо-евтрофні; e – евтрофні; he – гіпертрофні; o-e – широкої амплітуди трофності; стрілка позначає напрям збільшення органічного забруднення, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Інші групи індикаторів були представлені по 2-3 види кожна. Річною тенденцією було збільшення кількості груп індикаторів в теплий період року до шести з переважанням евтрофів і відповідне зменшення у холодний лише до домінуючої групи (рис. 3.31 Б).

Таким чином, на основі списку складу видів озера Гаряче методами біоіндикації було визначено, що водорості озера переважно розвивалися у бентосі та планктон-бентосі, лише взимку збільшувалася кількість типово планктонних видів. У фітопланктоні переважали індикатори помірних температур та еврітерми. Протягом року домінували індикатори помірного насичення води киснем, що достатньо для розвитку повноцінних угруповань фітопланктону. Істотний вклад солелюбних олігогалобів-галофілів та мезогалобів протягом року вказував на значну кількість хлоридів у воді, а поява полігалоба влітку свідчила про збільшення солоності вод у цей період через процеси випаровування. Переважання алкаліфілів свідчило про лужність води озера, проте протягом теплого періоду відбувалося деяке підкислення води, особливо восени, що відбивалося на збільшенні вкладу ацидофілів. Домінування групи еврисапробів протягом року вказувало на помірне забруднення озера органічними речовинами. Вода озера відносилася до 2-3 класу якості вод; у сезонному аспекті спостерігали процеси самоочищення у другій половині року. Зміна груп індикаторів за типом живлення свідчила про антропогенне навантаження на екосистему озера навесні, проте значне переважання автотрофів вказувало на нетоксичність цього впливу. Переважання евтрофів було повязано з високим рівнем трофності вод – евтрофним, хоча періодично формувалися оліго-мезотрофні умови більш чистих вод.

Загалом для непересихаючих озер північної групи Вейсове, Сліпне, Ріпне, та Гаряче, згідно з біоіндикаційним екологічним аналізом, характерним було переважання планктон-бентосних та бентосних форм водоростей; велика кількість індикаторів помірного температурного режиму, а також еврітермів; переважання індикаторів достатнього насичення води киснем; висока частка

індикаторів солонуватих вод, особливо в літку (виключення складало найбільш прісне згідно з хімічним аналізом води (додаток П) озеро Сліпне, де найбільш представленою групою були олігогалоби-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 водоростей, що живляться шляхом фотосинтезу, 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 склало озеро Ріпне з незмінним евтрофним статусом).

3.2.2. Біоіндикаційний аналіз частково пересихаючих озер Червоне, Левадне та Озеро

Озеро Червоне являє собою центр південної групи частково пересихаючих озер. Хоча воно найменше за площею та об’ємом водних мас та відповідно найбільше піддається впливу фактору осушення, воно є дуже цікавим. Дане озеро найбільш прісне, а значне періодичне осушення наближає його за гідрологічним режимом до ефімерних водойм, що відомі своїм високим біорізноманіттям [63]. Біоіндикаційний аналіз угруповань даного озера виявив переважання видів, що віддають перевагу існуванню на поверхні ґрунту. Ця група індикаторів відсікалася лінією стандартного відхилення та на неї припадав пік лінії тренду (додаток Е, рис. Е.1 Г). Важливість групи планктон-бентосних видів, що також досить представлені (25,6% від загальної кількості індикаторів місця існування), не підтвердилася статистично.

Серед індикаторів температурних умов в Червоному були представлені тільки евритерми та індикатори помірних температур. Остання група значно переважала, відсікалася лінією стандартного відхилення та співпадала з верхівкою лінії тренду (додаток Е, рис. Е.2 Ж). Евритерми були представлені лише одним видом: *Euglena clara*.

За відношенням до насиченості води розчиненим киснем переважали групи індикаторів вод з середнім та незначним рівнем розчиненого кисню. Ці групи перетинали лінію стандартного відхилення та на їх важливість вказувала верхівка лінії тренду (додаток Е, рис. Е.3 Г). Індикатори значного насичення води киснем та аерофіли сумарно складали лише 13,6% від загальної кількості індикаторів реофільності.

Лінії тренду та стандартного відхилення вказували на важливість для угруповань водоростей озера Червоне мезогалобів, олігогалобів-індиферентів та олігогалобів-галофілів (рис. 3.32). У фітопланктоні було виявлено лише один вид полігалоб: *Spirulina major*.

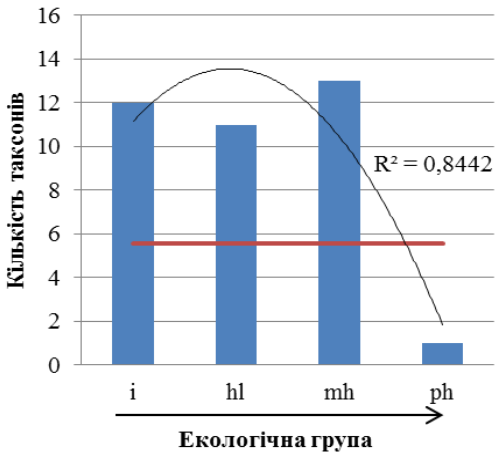

Рис. 3.32. Співвідношення індикаторів солоності в озері Червоне (ph – полігалоби; mh – мезогалоби; i – олігогалоби-індиференти; hl – олігогалоби-галофіли; hb – олігогалоби-галофоби; стрілка позначає напрям збільшення вмісту солей, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

За відношенням до pH середовища домінували алкаліфіли та індиференти. Вони відсікалися лінією стандартного відхилення та на них припадала верхівка лінії тренду (додаток Е, рис. Е.4 Г). Ацидофіли та алкалібіонти Червоного складали лише по 7,1% від загальної кількості індикаторів ацидофікації.

Аналіз органічного забруднення озера Червоне виявив чітке домінування еврисапробів, які відсікалися лінією стандартного відхилення та співпадали з верхівкою лінії тренду (рис. 3.33). Групи сапроксенів та сапрофілів були представлені лише по 2-3 види кожна.

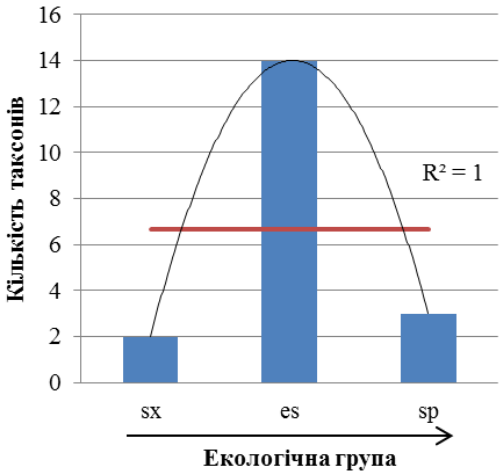

Рис. 3.33. Співвідношення індикаторів органічного забруднення за Ватанабе в озері Червоне (sx – сапроксени; sp – сапрофіли; es – еврисапроби; стрілка позначає напрям посилення органічного забруднення, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Переважання двох груп індикаторів виявило приналежність води озера Червоне до 2-3 класу якості вод. Ці групи перетинали лінію стандартного відхилення та на них вказувала верхівка лінії тренду (додаток Е, рис. Е.7 Д). Групи індикаторів 1, 4 та 5 класів якості вод сумарно складали 18,5% від загальної кількості індикаторів даного параметру.

За типом живлення в озері Червоне було виявлено чітке переважання автотрофів, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук – вони відсікалися лінією стандартного відхилення (додаток Е,

рис. Е.8 Е). Лише по два види були представлені автотрофи, які воліють до низьких концентрацій азотовмісних органічних сполук, та факультативні гетеротрофи.

Індикація рівня трофності озера Червоне виявила домінування евтрофів, які перевищували значення стандартного відхилення та співпадали з верхівкою лінії тренду, що можна бачити на рис. Е.5 (додаток Е). Групи оліготрофів та широкої амплітуди трофності складали лише по 7,1-14,3% кожна.

Таким чином, завдяки біоіндикації було виявлено наступні особливості екології озера Червоне: в угрупованнях водоростей найбільше були представлені види, що віддають перевагу існуванню на поверхні ґрунту. На помірний температурний режим озера вказує домінування відповідних видів-індикаторів. Співвідношення груп індикаторів насичення води киснем свідчить про помірний або навіть високий рівень кисню у воді. Переважання солелюбних видів вказує на значну кількість хлоридів. Переважання алкаліфілів в угрупованнях водоростей дозволяє віднести воду озера відносно pH до слабко лужної. Вода озера помірно забруднена органічними речовинами, про що свідчить домінування еврисапробів. Вода в озері 2-3 класу якості, тобто цілком задовільна. Хоча було виявлено чітке переважання автотрофів, слід зазначити, що вони витримують деяке підвищення концентрації азотовмісних органічних сполук, а також були зареєстровані факультативні гетеротрофи, таким чином деякий антропогенний вплив на екосистему все ж присутній. В озері спостерігався досить високий рівень трофності, оскільки серед індикаторів переважали евтрофи.

Озеро Левадне має найбільший об’єм водних масс серед озер південеої групи. Незважаючи на істотне осолонення вод берега озера вкриті вищою водною рослинністю. За місцем існування в угрупованнях водоростей даного озера було виявлено бентосні, планктон-бентосні та планктонні види. Усі вони відсікалися лінією стандартного відхилення (додаток Е, рис. Е.1 В). За

кількістю переважали бентосні форми, що також підтверджується верхівкою лінії тренду.

Серед індикаторів температури Левадного у фітопланктоні були представлені індикатори помірного температурного режиму та евритерми. Більшість, що відсікалася лінією стандартного відхилення, складали індикатори помірного режиму (додаток Е, рис. Е.2 Е). Евритерми були представлені лише одним видом: *Phormidium ambiguum* Gomont ex Gomont.

Індикація умов насиченості вод озера Левадне киснем показала переважання в угрупованнях водоростей індикаторів вод з середнім рівнем розчиненого кисню, що підтвердилося відсіканням лінією стандартного відхилення та верхівкою лінії тренду (рис. 3.34).

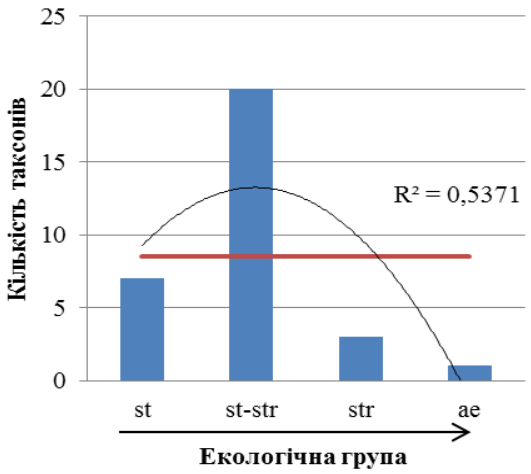

Рис. 3.34. Співвідношення індикаторів насиченості вод киснем та реофільності в оезрі Левадне (st – стоячі; str – швидкотекучі; st-str – повільнотекучі та/або індиференти; стрілка позначає напрям посилення текучості вод, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Незважаючи на значну представленість індикаторів вод з недостатнім вмістом кисню (22,6% від загальної кількості індикаторів реофільності), їх число все одно було меншим за значення стандартного відхилення.

За результатами аналізу солоності вод Левадного переважали олігогалоби-індиференти та олігогалоби-галофіли, їх відсікала лінія

стандартного відхилення (рис. 3.35). Хоча в озері домінували олігогалоби-індиференти, присутність груп індикаторів підвищеної солоності була досить помітною, зокрема були представлені не тільки олігогалоби-галофіли, котрі витримують незначно осолонення, але й мезогалоби, що віддають перевагу солонуватим водам і навіть полігалоби – вочевидь солелюбні види. Лінія тренду вказувала на зміщення верхівки в бік солонуватоводних груп, таким чином їх присутність не тільки була помітною, але й мала істотне значення в угрупованнях водоростей озера.

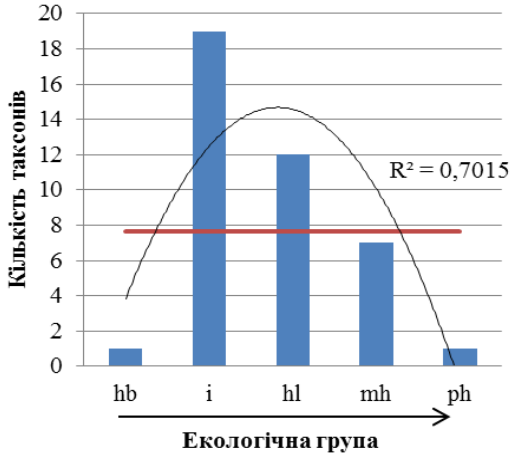

Рис. 3.35. Співвідношення індикаторів солоності в зері Левадне (ph – полігалоби; mh – мезогалоби; i – олігогалоби-індиференти; hl – олігогалоби-галофіли; hb – олігогалоби-галофоби; стрілка позначає напрям збільшення вмісту солей, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

За відношенням до pH середовища в озері Левадне домінували алкаліфіли та індиференти, їх відсікала лінія стандартного відхилення та на них припадала верхівка лінії тренду (додаток Е, рис. Е.4 В). Ацидофілами озера Левадне були *Navicula subtilissima* та *Urosolenia eriensis* (H.Sm.) Round et R.M. Crawford in Round.

Індикація органічного забруднення виявила переважання групи еврисапробів, що відсікалася лінією стандартного відхилення. Верхівка лінії тренду також припадала саме на цю групу (додаток Е, рис. Е.6 Д). Сапроксени

та сапрофіли озера Левадне сумарно складали 36,8% від загальної кількості індикаторів органічного забруднення.

В озері Левадне переважали індикатори 3 та 2 класів якості вод. Ці групи відсікала лінія стандартного відхилення та на них припадала верхівка лінії тренду (додаток Е, рис. Е.7 Г). Інші групи індикаторів були представлені по 1-2 види кожна.

За типом живлення було виявлено чітке переважання груп автотрофів, що за кількістю перетинали межу значення стандартного відхилення (додаток Е, рис. Е.8 Д). В озері було виявлено лише два види факультативних гетеротрофів: *Cyclotella meneghiniana* та *Nitzschia amphibia*.

Аналіз трофності озера Левадне виявив домінування групи евтрофів. Тільки ця група перетинала лінію стандартного відхилення та на неї припадав пік лінії тренду (рис. 3.36).

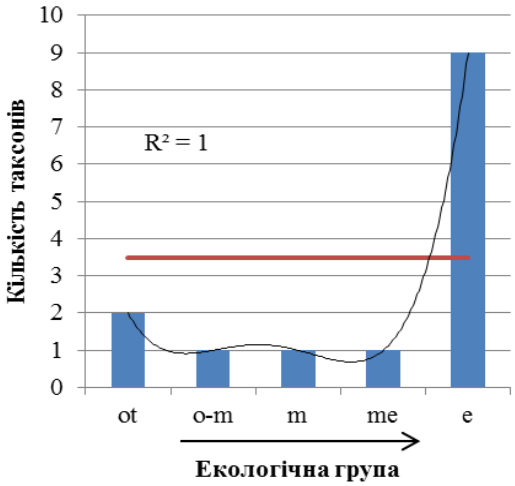

Рис. 3.36. Співвідношення кількості індикаторів рівня трофності в озері Левадне (ot – оліготрофні; o-m – оліго-мезотрофні; m – мезотрофні; me – мезо-евтрофні; e – евтрофні; he – гіпертрофні; o-e – широкої амплітуди трофності; стрілка позначає напрям збільшення органічного забруднення, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Деякі коливання лінії тренду свідчать також про періодичне формування частково оліготрофних умов в озері. Групи оліготрофів, оліго-мезотрофів, мезотрофів та мезо-евтрофів були представлені по 1-2 види кожна.

Таким чином, завдяки методам біоіндикації в угрупованнях водоростей було виявлено бентосні, планктон-бентосні та планктонні види, серед яких за кількістю переважали види першої з зазначених екологічних груп. Більшість з видів-індикаторів даного озера віддавали перевагу помірному температурному режимові та помірному насиченню вод киснем. Значна представленість солелюбних видів водоростей свідчить про істотну кількість хлоридів у воді озера. У фітопланктоні були зареєстровані переважно індикатори лужного середовища, що відповідало значенням pH води. На помірне забруднення води озера органічними речовинами вказує переважання в угрупованнях водоростей еврисапробів. В озері якість води задовільна, 3-2 класу. Наявність факультативних гетеротрофів свідчить про деяке антропогенне навантаження, проте воно має незначний вплив, оскільки зберігається можливість для фотосинтезу автотрофів, що домінують. На високий рівень трофності вказує переважання евтрофів, проте періодично формуються умови більш близькі до оліготрофних.

Найбільшим за площею та рівнем мінералізації серед озер північної групи є Озеро. Незначна глибина озера сприяє сильному пересиханню озера влітку. Озеро повністю позбавлене вищої водної рослинності через дуже високий рівень мінералізації. В Озері за місцем існування домінували бентосні види, які відсікала лінія стандартного відхилення та на які припадав пік лінії тренду (додаток Е, рис. Е.1 Д). Планктон-бентосні види складали 20% від загальної кількості індикаторів місця існування, а типово планктонні – близько 3%

Аналіз умов температури Озера виявив лише 3 види – індикатори помірного температурного режиму. Перш за все це було пов’язано з невеликим періодом дослідження. Проте, хоча при подальшому вивченні є велика ймовірність появи й інших груп індикаторів: теплолюбних, холодолюбних чи еврітермів, слід очікувати переважання саме групи індикаторів помірного режиму.

В Озері були представлені три групи індикаторів насиченості води розчиненим киснем. Незважаючи на достатню представленість усіх трьох груп, лінія стандартного відхилення відсікала тільки види, що приурочені до існування у водах з середнім рівнем насиченості киснем (додаток Е, рис. Е.3 Д). Вершина лінії тренду також свідчила про важливість саме цієї групи.

Індикація умов солоності Озера виявила важливість наступних груп: олігогалобів-індиферентів, мезогалобів та олігогалобів-галофілів. Всі вони відсікалися лінією стандартного відхилення (рис. 3.37). Проте вершина лінії тренду вказувала на найбільшу важливість олігогалобів-галофілів. Олігогалоби-галофоби були мало представлені – лише близько 3,4% від загальної кількості індикаторів солоності.

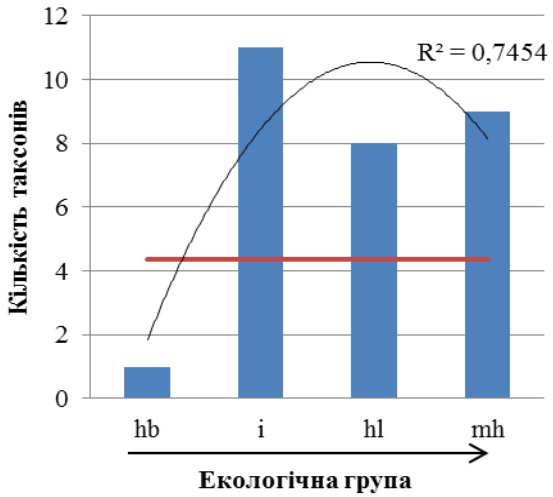

Рис. 3.37. Співвідношення індикаторів солоності в Озері (ph – полігалоби; mh – мезогалоби; i – олігогалоби-індиференти; hl – олігогалоби-галофіли; hb – олігогалоби-галофоби; стрілка позначає напрям збільшення вмісту солей, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

За приуроченістю до pH середовища домінували алкаліфіли та індиференти. Це підтверджувалося лініями стандартного відхилення та тренду (рис. 3.38). Ацидофіли Озера були представлені *Navicula subtilissima*, алкалібіонти – *Chaetoceros muelleri*.

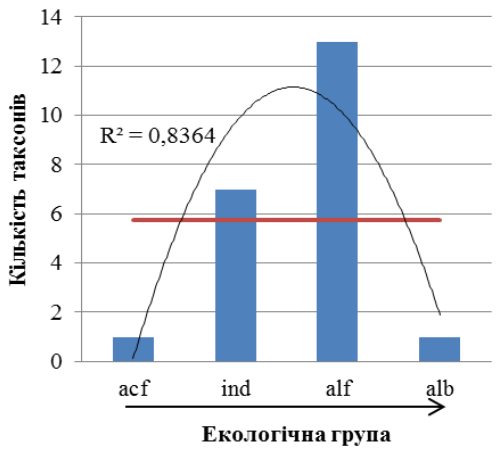

Рис. 3.38. Співвідношення індикаторів pH середовища в Озері (ind – індиференти; alf – алкаліфіли; alb – алкалібіонти; acf – ацидофіли; стрілка позначає напрям посилення лужності вод, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Серед індикаторів органічного забруднення Озера домінували еврисапроби. Їх кількість складала трохи більше 73% від загальної кількості індикаторів даного екологічного параметру, вони відсікалися лінією стандартного відхилення та на них припадала верхівка лінії тренду (додаток Е, рис. Е.6 Е). Серед інших двох груп сапрофіли були представлені у три рази більше ніж сапроксени.

Аналіз класу якості вод Озера виявив домінування груп індикаторів, що приурочені до існування у водах 2 та 3 класів якості. Це було підтверджено статистично: ці групи перетинали лінію стандартного відхилення та на них вказувала верхівка лінії тренду (додаток Е, рис. Е.7 Е). Інші групи класів якості вод були представлені лише по одному виду кожна.

За типом живлення в Озері домінували групи автотрофів – їх відсікала лінія стандартного відхилення та на них припадала верхівка лінії тренду (додаток Е, рис. Е.8 Ж). За кількістю автотрофи, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук, трохи переважали над автотрофами, що розвиваються за низької концентрації цих сполук.

Факультативні та облігатні гетеротрофи були представлені лише по одному виду – *Nitzschia amphibia* та *N. paleacea* відповідно.

Серед індикаторів трофності в Озері домінували евтрофи – вони відсікалися лінією стандартного відхилення та співпадали з верхівкою лінії тренду (рис. 3.39). Ще один пік лінії тренду припадав на оліготрофів. Групи індикаторів оліготрофності, мезотрофності та індикаторів широкої амплітуди трофності складали по 7,7-15,4% кожна.

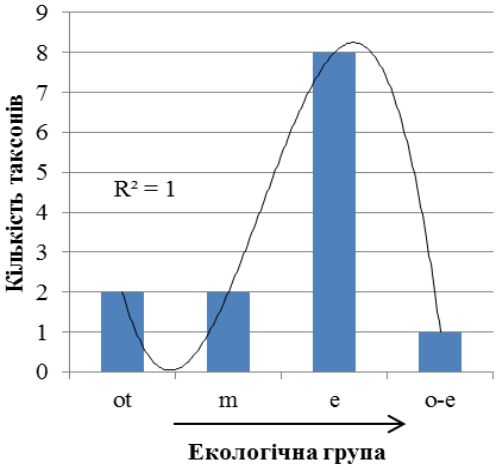

Рис. 3.39. Співвідношення кількості індикаторів рівня трофності в Озері (ot – оліготрофні; o-m – оліго-мезотрофні; m – мезотрофні; me – мезо-евтрофні; e – евтрофні; he – гіпертрофні; o-e – широкої амплітуди трофності; стрілка позначає напрям збільшення органічного забруднення, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

Таким чином, завдяки екологічному аналізу було з’ясовано, що бентосні види в угрупованнях водоростей Озера були представлені частіше за інші відповідні екологічні групи. Екологічний аналіз вказує на помірний температурний режим в Озері та достатню насиченість киснем. На значну кількість хлоридів у воді вказує переважання у фітопланктоні солелюбних видів водоростей. Лужний pH води Озера виявляється переважанням алкаліфілів та індиферентів в угрупованнях водоростей. У фітопланктоні домінують еврисапроби, то ж вода озера помірно забруднена органічними речовинами. Якість води цілком задовільна, 2-3 класу. Переважання автотрофів вказує на нормальний стан екосистем озера, проте наявність

гетеротрофів свідчить про деякий антропогенний вплив. Співвідношення екологічних груп трофності свідчить про евтрофні або зрідка оліготрофні умови в озері.

Загалом для частково пересихаючих озер південної групи Червоне, Левадне та Озеро 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 слабколужого 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

Екологічний аналіз групи досліджуваних озер показав, що виявлені у них види були приурочені більш за все до існування у бентосі, а також серед переважаючих груп були планктон-бентосні мешканці (додаток Е, рис. Е.1 А, Е.9 А). Незважаючи на те, що проби були планктонні, вони зібрані в мілководних озерах, схильних до антропогенного та вітрового перемішування, що призводить до відриву бентосних і перифітонних форм на противагу глибоким водним об'єктам, де у планктоні бентосних видів мало.

В угрупованнях водоростей озер були представлені всі групи індикаторів температурного режиму, але найбільш значущими виявилися індикатори помірного температурного режиму (додаток Е, рис. Е.2 А, Е.10 А). Оцінка температурного інтервалу за біоіндикацією розвинена ще не достатньо

[8], однак, і інші оцінки з цього фактору [133] також показують інтервал помірних температур, як регіональну кліматичну норму.

Аналіз показав, що стосовно насиченості вод киснем і швидкості їх течії переважали види-індикатори мало рухливих вод середньо-збагачених киснем, незважаючи на помітну представленість також груп, приурочених до існування у швидкотекучих і стоячих водах (додаток Е, рис. Е.3 А, Е.11 А). Цей результат цілком відповідає місцю існування – мілководні озера з вітровим перемішуванням.

Відносно солоності індикаторними виявилися 228 видів, що відносяться до 5 екологічних груп. Переважали олігогалоби-індиференти, проте також важливою була група олігогалобів-галофілів (рис. 3.40, додаток Е рис. Е.12 А). Присутність груп солелюбних видів-індикаторів (олігогалобів-галофілів, мезогалобів і навіть полігалобів) відображає різноманітність мінералізації як від озера до озера, так і протягом року. Осушення, як один з головних чинників підвищення мінералізації в озерах, призводить до зміни різноманіття водоростей і є одним з кліматичних чинників, що бере участь у формуванні альгофлори. Однак, кліматичний вплив на водні об'єкти в цілому вирівнює середовище існування з надходженням прісних вод.

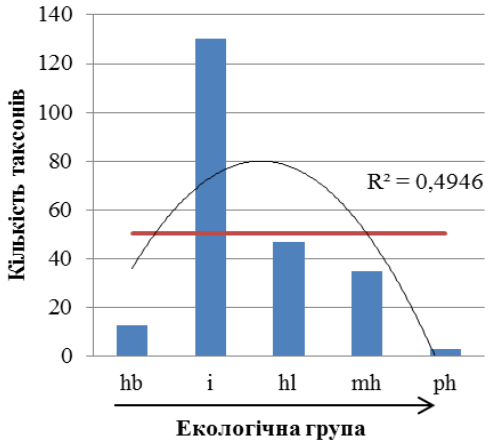

Рис. 3.40. Співвідношення індикаторів солоності в озерах РЛП в цілому (ph – полігалоби; mh – мезогалоби; i – олігогалоби-індиференти; hl – олігогалоби-галофіли; hb – олігогалоби-галофоби; стрілка позначає напрям збільшення вмісту солей, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

За приуроченістю до pH середовища в озерах переважали групи алкаліфілів та індиферентів (рис. 3.41, додаток Е рис. Е.13 А). Сумарно вони склали більше 85% від загального числа індикаторів pH середовища. Таким чином, можна зробити висновок, що на угрупованнях водоростей вивчених озер антропогенний вплив, наслідком якого може бути ацидофікація, позначається мало. Ймовірно, породи, що підстилають озера, призводять до залуження вод в озерах, тим самим протидіючи негативним впливам закислення.

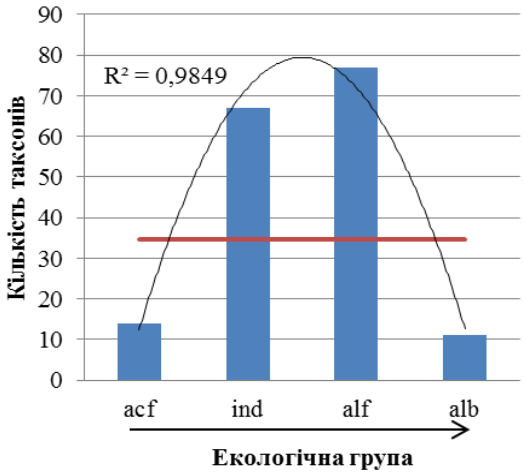

Рис. 3.41. Співвідношення індикаторів pH середовища в озерах РЛП в цілому (ind – індиференти; alf – алкаліфіли; alb – алкалібіонти; acf – ацидофіли; стрілка позначає напрям посилення лужності вод, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації)

При визначенні рівня органічного забруднення за Ватанабе була відзначена важливість індикаторів еврисапробів і сапроксенів, мешканців чистих і середньо насичених органікою вод (додаток Е, рис. Е.6 А, Е.14 А). Сапрофіли становили лише близько 13% від загальної кількості індикаторів органічного забруднення. Тобто води озер досить чисті або помірно забруднені.

При визначенні класу якості води були зареєстровані групи видів, характерні для всіх класів, але найбільш представленими були групи видів 2 і 3 класів якості води (додаток Е, рис. Е.7 А, Е.15 А). Таким чином, біоіндикація

органічного забруднення, пов'язаного найбільше з антропогенним впливом, показує, що незважаючи на високе рекреаційне навантаження, вода озер залишаються цілком задовільної якості.

За типом живлення і відношенню до кількості азотовмісних органічних сполук виділялися автотрофи, які розвиваються при низьких концентраціях азотовмісних органічних сполук і автотрофи, що витримують підвищення концентрації азотовмісних органічних сполук (додаток Е, рис. Е.8 А, Е.16 А). Вони настільки превалювали, що в сумі склали близько 90 відсотків (48% і 40% відповідно) від загального числа індикаторів типу живлення. Цей висновок показує, що антропогенне навантаження має місце, але носить нетоксичний характер, тому водорості мають можливість харчуватися шляхом прямого фотосинтезу.

Як результат оцінки природного стану екосистем досліджуваних озер, а також інтенсивності антропогенного впливу, була проведена біоіндикаційна оцінка рівня трофності (рис. 3.42, додаток Е рис. Е.17 А).

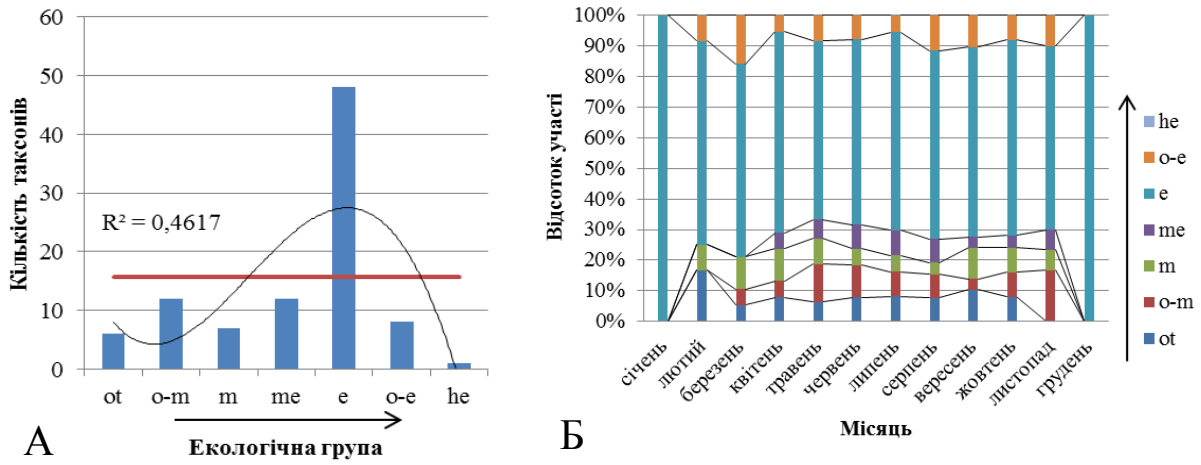

Рис. 3.42. Співвідношення кількості індикаторів рівня трофності в озерах РЛП (ot – оліготрофні; o-m – оліго-мезотрофні; m – мезотрофні; me – мезо-евтрофні; e – евтрофні; he – гіпертрофні; o-e – широкої амплітуди трофності; стрілка позначає напрям збільшення органічного забруднення, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації), А – в цілому, Б – по місяцях

Відносно трофічного стану були виявлені 7 груп індикаторів; найбільше виділялася група евтрофів. Таким чином, досить високий трофічний рівень – евтрофний, підтверджується індикацією класу якості вод і типу живлення і призводить до висновку про нетоксичність антропогенного навантаження на досліджувані озера.

Порівняння даних, отриманих для різних озер РЛП «Слов'янський курорт», дало наступні результати:

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. Це пояснюється у першу чергу фактором часткового пересихання озер південної групи через випаровування влітку, внаслідок чого для планктонних та планктон-бентосних видів складаються не дуже сприятливі умови.

Індикація температурного режиму озер виявила умови помірних температур в усіх досліджених озерах.

В усіх досліджених озерах екологічний аналіз виявив достатній рівень насичення води киснем.

Методами біоіндикації було виявлено присутність значної кількості хлоридів у воді. Для озер південної групи (Левадне, Червоне та Озеро) характерним було збільшення вкладу солелюбних видів та навпаки зменшення вкладу типових прісноводних, що пояснюється частковим пересиханням озер південної групи, через що значні зміни у солоності вод відбуваються у відносно короткий проміжок часу. То ж типово прісноводні види водоростей не витримують таких умов існування. У сезонному аспекті стосовно цієї екологічної характеристики були отримані також цікаві результати: в озерах Ріпне, Вейсове та Гаряче в літній період спостерігалося збільшення вмісту хлоридів у воді, що призводило до збільшення солелюбних видів водоростей, проте в озері Сліпне тенденція була протилежною. Отримані дані для озер Ріпне, Вейсове та Гаряче пояснюються процесами випаровування води, що

мають свій значний вплив через досить невеликий об’єм води озер. Тенденції зміни солоності в озері Сліпне можуть бути пояснені 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 розсольними водами або до цих озер підходять більш осолонені алювіальні води. Це можливо завдяки неоднорідності алювію, що призводить до коливання мінералізації алювіальних вод від 1 г/дм^3 до більш ніж 150 г/дм^3 [85].

Вода усіх досліджених озер слабко лужна протягом року, проте в літній та іноді осінній періоди року спостерігалося деяке зниження її pH.

Відносно забруднення органічними речовинами усі озера характеризувалися помірним рівнем забруднення, лише в озері Сліпне в певні періоди спостерігалося деяке очищення води і рівень забруднення знижувався.

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 деякий антропогенний вплив у теплі пори року, проте він не був критичним, оскільки кількість автотрофів завжди переважала кількість факультативних гетеротрофів, то ж водорості мали змогу живитись завдяки процесам фотосинтезу.

Усі досліджені озера мали переважно евтрофний статус протягом року, хоча періодично складалися і більш чисті умови. Так, для озер північної групи (окрім Ріпного) характерним було періодичне формування оліго-мезотрофних умов, а для озер південної групи (окрім Червоного) – оліготрофних. 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

При дослідженні озер РЛП були визначені кількісні характеристики водоростей планктону (додаток Ж, З). У середньому по озерах чисельність складала 3,569 млн. кл/дм^3, біомаса – 1,794 мг/дм^3. Найбільша чисельність за багаторічними середніми даним була зареєстрована для озера Гаряче (11,797 млн. кл/дм^3). В озері Левадне чисельність була нижче у 1,9 рази (5,977 млн. кл/дм^3), в озерах Сліпне та Вейсовое – у 3-6 разів нижче і складала 3,666 млн. кл/дм^3 та 2,021 млн. кл/дм^3 відповідно. Найменша середня чисельність була зареєстрована для озера Ріпне – 0,412 млн. кл/дм^3. Найбільша середня біомаса відзначена для озера Сліпне (3,859 мг/дм^3). Для інших озер середньосезонна біомаса була у 1,7-4,2 рази менше.

Щомісячну динаміку чисельності та біомаси вдалося визначити тільки для озер північної групи – Ріпного, Вейсового, Гарячого та Сліпного. Для озер південної групи (частково пересихаючих) – Левадного, Червоного та Озера – подано середні кількісні показники за період від зимового під льодового до їх значного пересихання.

Найбільшу чисельність фітопланктону в озері Ріпне спостерігали наприкінці зими – на початку весни, а також протягом літа (рис. 4.1). Найбільшого показника чисельність досягала у березні (0,608 млн. кл/дм^3), найменшого – у січні (0,011 млн. кл/дм^3).

Біомаса мала аналогічні піки, однак спостерігався ще один пік у вересні (6,246 мг/дм^3), що обумовлено наявністю у планктоні частин талому водорості *Ulva intestinalis* L. var. *crispa* (Roth) C. Agardh, яка є типовим представником обростань на плитах на південно-східному березі озера Ріпне протягом року. Слід зазначити, що серед наявних піків показників біомаси найбільш

вираженими були піки у березні (5,265 мг/дм^3) та вересні (6,246 мг/дм^3), у той час як пік у червні був менший у 4,6-5,5 рази. Найменший показник біомаси було зареєстровано в січні (0,004 мг/дм^3).

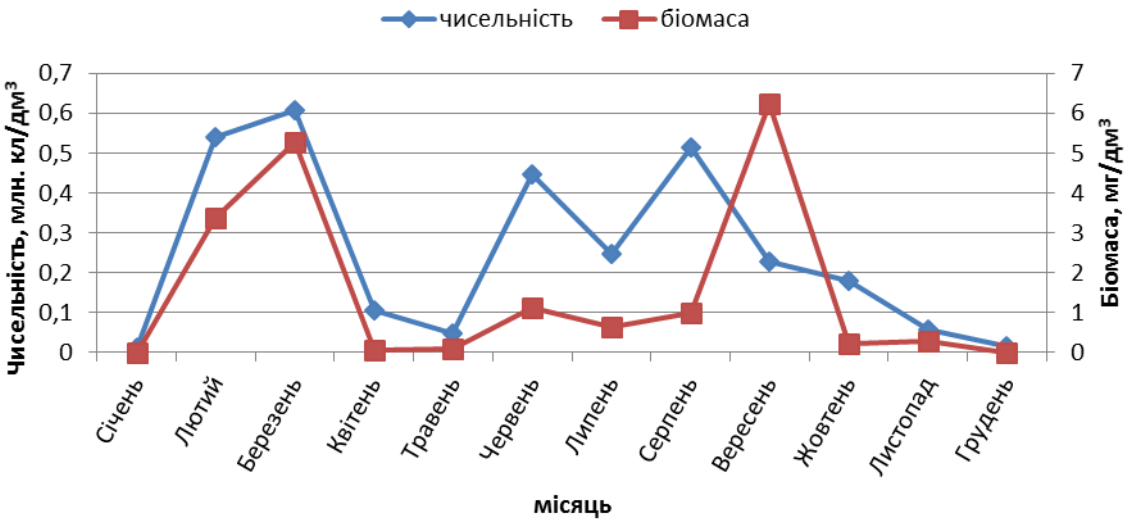

Рис. 4.1. Діаграма зміни чисельності (млн. кл/дм^3) та біомаси (мг/дм^3) по місяцях в озері Ріпне

Аналіз зміни вкладу видів водоростей різних відділів у загальну чисельність та біомасу фітопланктону показав (рис. 4.2 А, рис. 4.3 А), що взимку та навесні найбільший вклад у обидва кількісних показника давали представники відділу *Dinophyta*. Влітку найбільш чисельними були зелені водорості, проте найбільшу біомасу мали діатомові (значний внесок вносили крупноклітинні види *Amphora commutata* Grunow in Van Heurck, *Surirella striatula* Turpin var. *striatula* та *Campylodiscus clypeus*). Восени ж спостерігали зворотню тенденцію: на загальну чисельність фітопланктону найбільше впливали діатомові водорості, проте 86,12% від загальної біомаси мали зелені водорості (зокрема, як було зазначено вище, *Ulva intestinalis* var. *crispa*). Слід зазначити, що виявлені тенденції відрізняються від сезонної зміни співвідношення видів різних відділів, які було розраховано на основі списків видів та розглянуто у розділі 3.2. Отримані результати можна пояснити різною активністю видів, про що мова піде нижче.

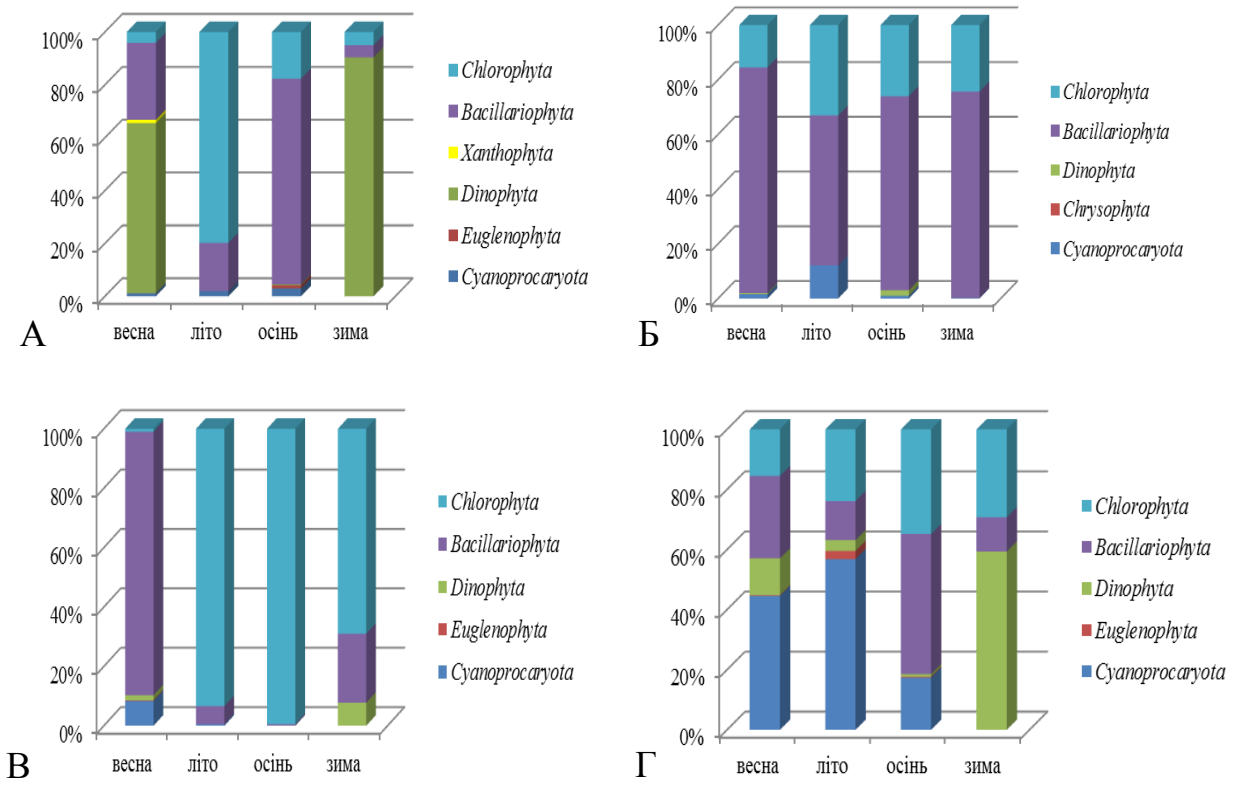

Рис. 4.2. Співвідношення відсоткового вкладу водоростей різних відділів у загальну чисельність фітопланктону протягом року для озер: А – Ріпне, Б – Вейсове, В – Гаряче, Г – Сліпне

В озері Вейсове динаміка чисельності мала двопіковий характер з максимумами в травні (9,918 млн. кл/дм^3) та жовтні-листопаді (2,366 – 2,614 млн. кл/дм^3) (рис. 4.4). Найменша чисельність була зареєстрована у березні (0,154 млн. кл/дм^3). Біомаса в цілому стрімко збільшувалася у квітні (1,503 мг/дм^3) і поступово падала до вересня (0,218 мг/дм^3). Протягом літа відбувалися незначні її коливання. Однак у жовтні спостерігали значне збільшення цього показника, що навіть перевищує літні дані (2,671 мг/дм^3). 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.

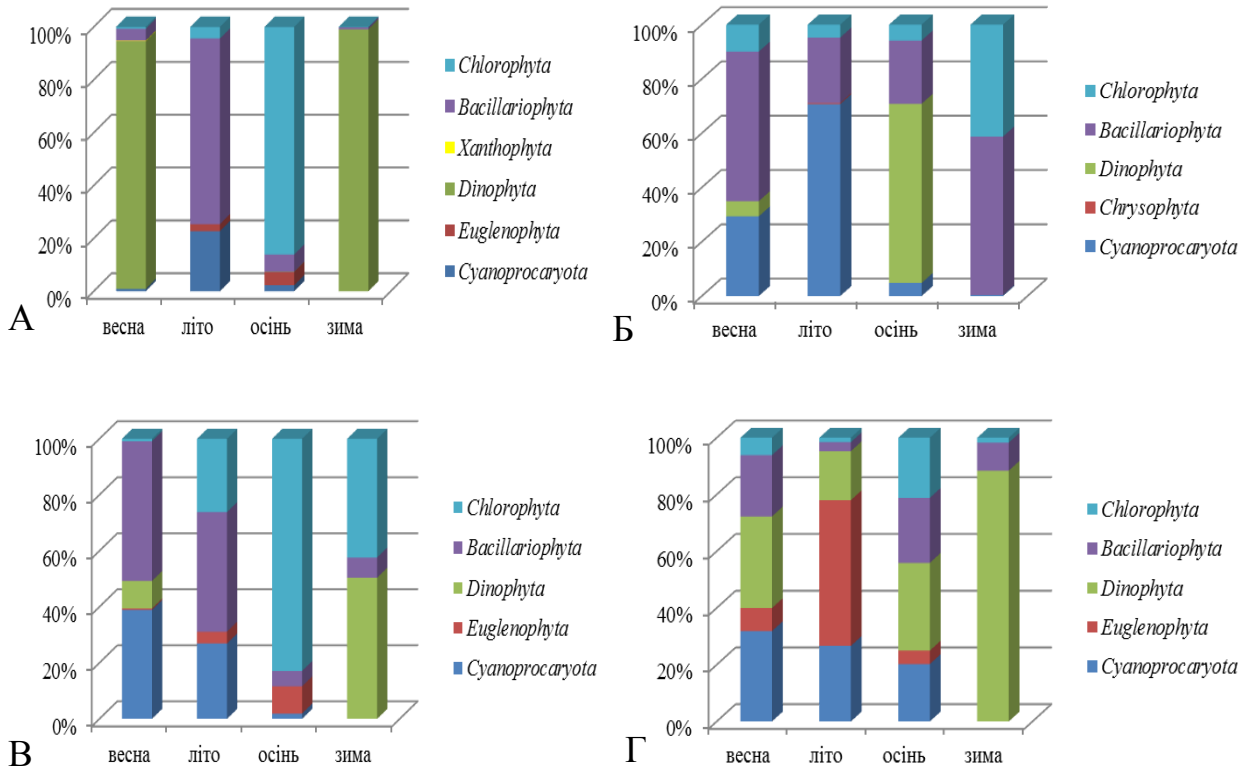

Рис. 4.3. Співвідношення відсоткового вкладу водоростей різних відділів у загальну біомасу фітопланктону протягом року для озер: А – Ріпне, Б – Вейсове, В – Гаряче, Г – Сліпне

Цікаво відзначити, що не дивлячись на схожість динаміки, у різні роки її забезпечували різні види, хоча всі вони були присутні у фітопланктоні щорічно, але на правах домінування виступали по черзі. Так, у травні 2007 року основний вклад у чисельність вносили *Cylindrotheca closterium* та *Oocystis lacustris*; у 2008 році – *O. lacustris* та *Ankyra ocellata*; у 2012 році – *Chaetoceros muelleri*. Збільшення чисельності та зниження біомаси у листопаді пов'язано з розвитком дрібноклітинних *Cylindrotheca closterium* та *Chaetoceros muelleri* з одночасним зменшенням у чисельності середніх за розміром видів роду *Navicula*.

При аналізі вкладу відділів водоростей у кількісні показники протягом року було виявлено (рис. 4.2 Б), що за чисельністю постійно домінують діатомові водорості; зелені хоча й значно представлені, проте складають лише 16-33% від загальної біомаси.

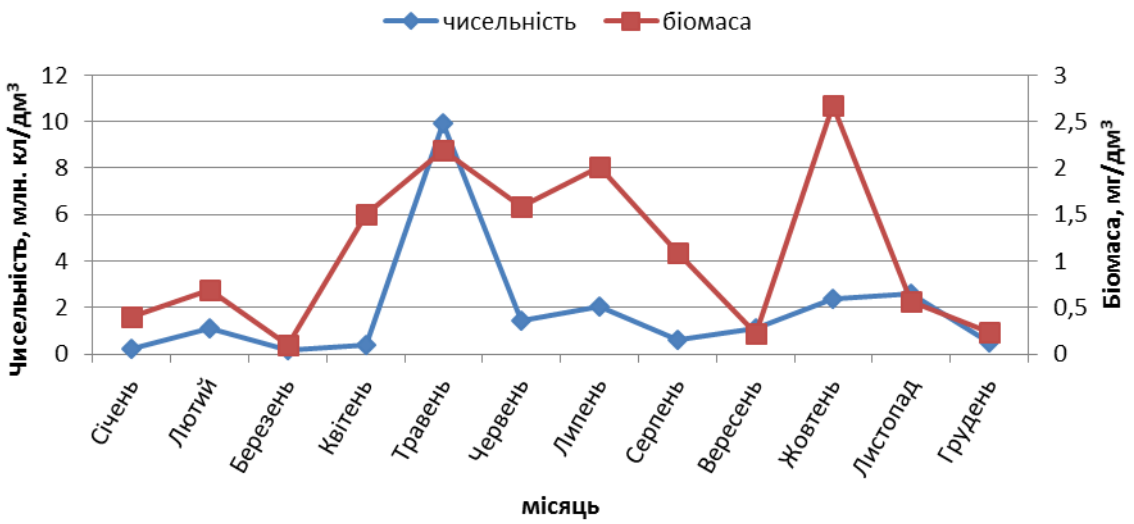

Рис. 4.4. Діаграма зміни чисельності (млн. кл/дм^3) та біомаси (мг/дм^3) по місяцях в озері Вейсове

За біомасою (рис. 4.3 Б) спостерігали дещо інші тенденції: незважаючи на значний вклад діатомових, домінували вони тільки навесні та взимку складаючи 55,1 та 58,4% від загальної біомаси відповідно. Взимку також значну біомасу мають зелені водорості, а навесні – синьозелені. Влітку найбільшу біомасу мали представники відділу *Cyanoprokaryota* (зокрема *Lyngbya maior*), а восени – *Dinophyta* (*Gymnodinium uberrimum*). Порівняння отриманих результатів із тенденціями, що були виявлені раніше (розділ 3.2) для зміни видового багатства різних відділів протягом року свідчить про їх відмінності, що також вірогідно пов’язані з різною активністю видів.

Найбільша чисельність в озері Гаряче зареєстрована у вересні (59,754 млн. кл/дм^3) (рис. 4.5), найменша – у грудні (0,039 тис. кл/дм^3). Коливання біомаси менш значні; дещо виділяється на загальному фоні своїм підвищенням біомаса у травні (4,4 мг/дм^3). Підвищення чисельності в період серпень-жовтень пов'язано з масовим розвитком досить дрібноклітинних видів зелених водоростей *Pseudoschroederia robusta* у 2007-2008 роках і *Ankyra ocellata* у 2012 році. *Pseudoschroederia robusta* розвивалася настільки активно, що у вересні 2007 року вона становила 98,9% усієї чисельності фітопланктону і 90,8% усієї біомаси. Підвищення біомаси фітопланктону в травні було

наслідком розвитку крупноклітинної діатомової водорості *Achnanthes brevipes* var. *brevipes*, яка в окремих випадках формувала більш-менш довгі ланцюжки, що складалися з окремих клітин та синьозеленої нитчатої водорості *Lyngbya aestuarii* f. *aestuarii*.

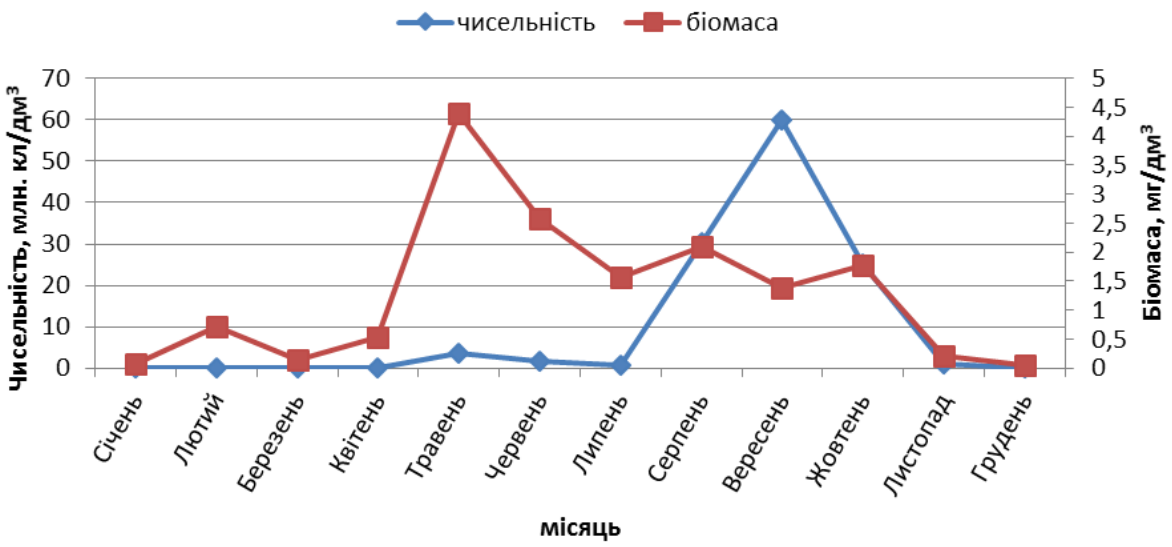

Рис. 4.5. Діаграма зміни чисельності (млн. кл/дм^3) та біомаси (мг/дм^3) по місяцях в озері Гаряче

Сезонні зміни вкладу представників різних відділів у кількісні показники були наступними (рис. 4.2 В, рис. 4.3 В): навесні найбільшу чисельність мали діатомові, а в інші сезони – зелені водорості (зокрема зазначені вище *Pseudoschroederia robusta* та *Ankyra ocellata*). Навесні за біомасою окрім переважаючих діатомових значний вклад робили синьозелені (зазначена вище *Lyngbya aestuarii* f. *aestuarii*). Влітку незважаючи на повне домінування зелених водоростей, у біомасу найбільший вклад давали діатомові (зокрема *Achnanthes brevipes* var. *brevipes*), а взимку навіть незначна чисельність крупноклітинного *Gymnodinium paradoxum* A.J. Schill. з дінофітових водоростей (7,8% від загальної чисельності) призводила до його домінування за біомасою (50,4% від загальної біомаси). Порівняння отриманих тенденції впливу представників різних відділів на кількісні показники зі змінами співвідношення їх видового багатства протягом року, що

було розглянуто у розділі 3.2, виявило подібність динаміки у співвідношенні видів різних відділів за видовим багатством та біомасою, проте не чисельністю видів фітопланктону.

В озері Сліпне динаміка чисельності мала двопіковий характер з максимумами у травні (7,7 млн. кл/дм^3) та серпні (13,98 млн. кл/дм^3) (рис. 4.6). Найменша чисельність була зареєстрована взимку в січні (0,004 млн. кл/дм^3). Біомаса мала три піки: у лютому (2,746 мг/дм^3), червні (10,772 мг/дм^3) та серпні (15,961 мг/дм^3). Найменша біомаса була зареєстрована у листопаді (0,025 мг/дм^3).

Підвищення чисельності фітопланктону в озері Сліпне в серпні щорічно було пов'язано з масовим розвитком синьозелених водоростей роду *Jaaginema* зі значною участю діатомової водорості *Nitzschia paleacea* і зелених водоростей роду *Monoraphidium*. Дрібні розміри клітин останніх і, відповідно, їх невеликий внесок у біомасу, компенсувався значною представленість наступних крупноклітинних видів: *Euglena oxyuris* Schmarda f. *oxyuris*, *E. clara*, *Gymnodinium uberrimum*. Завдяки цьому досягалося узгоджене підвищення показників чисельності та біомаси у зазначений період.

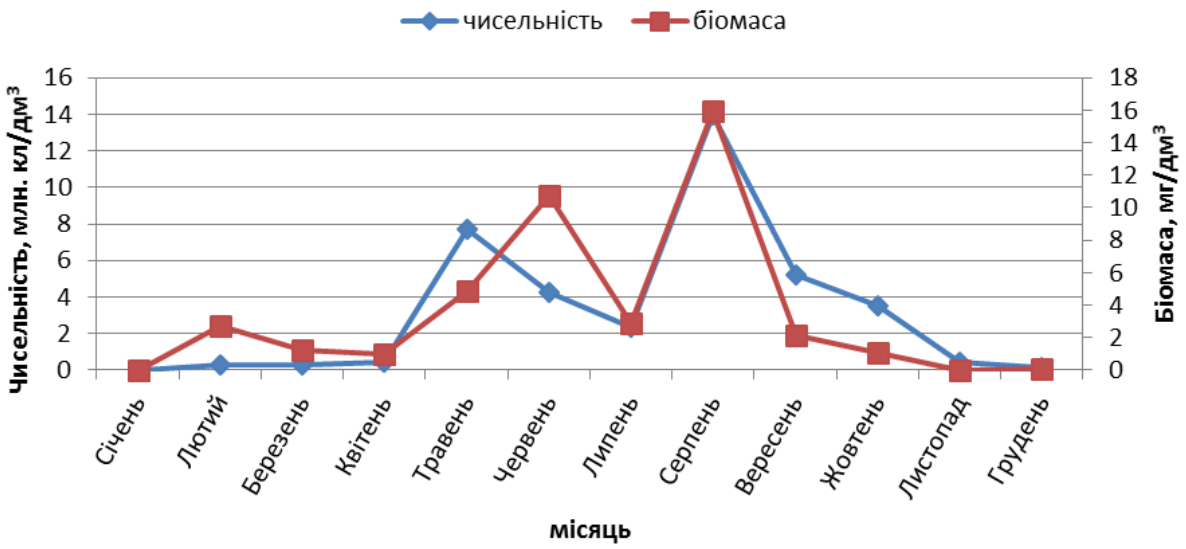

Рис. 4.6. Діаграма зміни чисельності (млн. кл/дм^3) та біомаси (мг/дм^3) по місяцях в озері Сліпне

Підвищення біомаси фітопланктону в озері Сліпне на фоні зниження чисельності у червні в усі роки було пов'язано з розвитком крупних видів водоростей, проте в 2007-2008 роках це були динофітові *Gymnodinium uberrimum* і *Peridiniopsis oculatum*, а у 2012 році характер домінування різко змінився і на кількісні показники стали впливати синьозелені: *Snowella lacustris*, *Aphanothece bachmannii* Komárk.-Legn. et Cronberg, *Microcystis pulverea* (Wood) Koval. Стрімке підвищення біомаси у лютому, непогоджене з підвищенням чисельності, було пов’язано з розвитком крупноклітинного *Peridiniopsis oculatum*.

Аналіз сезонного співвідношення вкладу водоростей різних відділів у загальну чисельність фітопланктону виявив наступні тенденції: навесні переважали синьозелені та діатомові водорості, влітку – синьозелені, восени більш масово розвивалися діатомові та зелені водорості, а взимку найбільш представлені дінофітові та зелені. Для біомаси такої тенденції не спостерігали, оскільки вирішальну роль грає великий розмір клітин видів відділів *Dinopyta* та *Euglenopyta*, що значно тіснять досить дрібноклітинні зелені (зокрема *Monoraphidium contortum*) та синьозелені (наприклад, *Merismopedia punctata*) водорості та займають лідируючі позиції. Порівняння даних результатів з результатами аналізу вкладу видів різних відділів у видове багатство протягом року (розділ 3.2) виявило деякі розбіжності, що були пов’язані з різною активністю видів, яка буде розглянута нижче.

Активність виду за Б.А. Юрцевим [114] – це міра успішності виду в даних ландшафтно-кліматичних умовах. Для екологічної оцінки стану озер було використано поділ на 4 ступені активності видів: особливо активні, високо активні, мало активні та неактивні. Найбільшої уваги заслуговують особливо активні види, що віддзеркалюють оптимум середовища існування.

Найбільша кількість особливо активних видів була виявлена в озері Гаряче – вони складали 4,96% від загальної кількості видів (табл. 4.1). Високо активні види складали 0,83% від загальної кількості видів, мало активні – 9,09%, решта 85,12% видів були неактивними.

Таблиця 4.1

Кількість видів різного ступеня активності в озерах РЛП «Слов'янський курорт»

Озера	Особливо активні	Високо активні	Мало активні	Неактивні	Загальне число видів
Гаряче	6	1	11	103	121
Вейсове	5	2	11	158	176
Сліпне	4	2	12	208	226
Ріпне	2	6	12	159	179
Левадне	2	0	4	53	59
Червоне	0	0	6	34	40
Озеро	0	0	7	24	31

В озері Вейсове зареєстровано 5 особливо активних видів (2,84% від загальної кількості видів). Високо активними були 1,14% видів флори, мало активними – 6,25%, неактивними – 89,77%.

Лише 1,77% від загальної кількості видів озера Сліпне складали 4 особливо активних види та 0,88% – 2 високо активних види. На долю мало активних припадало 5,31% загальної кількості видів, а на неактивних – 92,04%.

У Ріпному та Левадному було по 2 особливо активних види, проте для озера Ріпне вони складали лише 1,12% від загальної кількості видів, а для озера Левадне – 3,39%. Інші групи активності видів в озері Ріпне мали наступні відсотки від загальної кількості видів: високо активні – 3,35, мало активні – 6,7, неактивні – 88,83%, а в озері Левадне: високо активні – не зареєстровані, мало активні – 6,78, неактивні – 89,83%.

В озерах Червоне та Озеро не реєструвалися особливо та високо активні види. Мало активними були 6 видів озера Червоне (15% від загального числа видів) та 7 видів Озера (22,58% від загального числа видів). Інші види були неактивними.

Екологічний аналіз виявив (додаток К), що особливо активні види озера Ріпне *Oocystis lacustris* та *Peridiniopsis oculatum* розвивалися у планктоні та

планктон-бентосі, віддавали перевагу мало- або середньонасиченим киснем слабкомінералізованим водам із середнім рівнем органічного забруднення.

Особливо активні види озера Вейсове (*Ankyra ocellata, Chaetoceros muelleri, Cylindrotheca closterium, Cymbella tumidula* Grunow in A.W.F. Schmidt et al. та *Lyngbya maior*) фотосинтезували переважно у бентосі, рідше були планктонними або епіфітами, віддавали перевагу помірному температурному режимові, досить насиченим киснем слабкосолонуватим водам, які дещо забруднені органічними речовинами.

В озері Гаряче *Ankyra judayi* (G.M. Sm.) Fott var. *judayi, A. ocellata, Cymbella tumidula, Dunaliella salina, Gymnodinium uberrimum* та *Pseudoschroederia robusta* розвивалися особливо активно в якості епіфітів або планктонних та бентосних форм. Вони фотосинтезували у солоноватих слабколужних водах з різним вместом кисню, які середньозабруднені органічними речовинами.

Chaetoceros muelleri, Hyaloraphidium contortum var. tenuissimum, Monoraphidium minutum, Peridiniopsis oculatum були особливо активні у планктон-бентосі озера Сліпне та віддавали перевагу слабкомінералізованим водам з достатнім рівнем розчиненого кисню, помірним температурним режимом та середнім рівнем органічного забруднення.

В Левадному особливо активні *Chaetoceros muelleri* и *Cyclotella stelligera* розвивалися у планктон-бентосі слабкомінералізованих слабколужних вод помірного температурного режиму з дещо зниженим рівнем розчиненого кисню, малозабруднених органічними речовинами. В Червоному та Озері особливо активні види не були зареєстровані (табл. 4.1).

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*). Раніше було розглянуто залежність між числом видів та кондуктивністю вод (розділ 3.1). Було виявлено, що солоність пригнічує видове багатство. На рисунку 4.7 видно, що особливо активних видів більше там, де більше число видів, а саме в більш глибоких озерах північної групи.

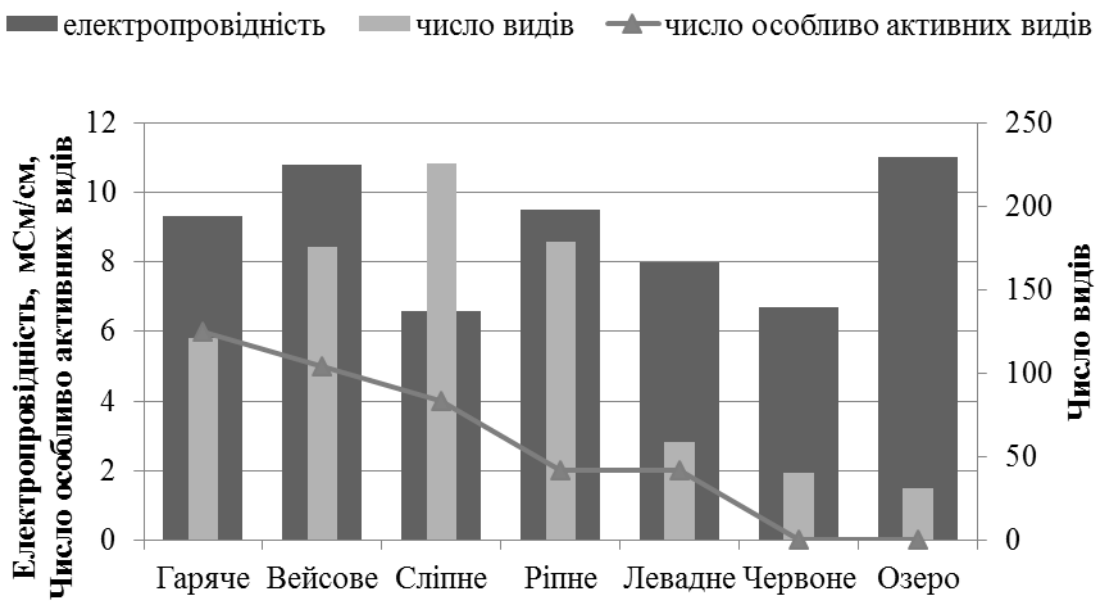

Рис. 4.7. Співвідношення загального числа видів, кількості особливо активних видів та електропровідності вод в Слов'янських озерах

Таким чином, можна узагальнити результати аналізу кількісних характеристик водоростей планктону Слов'янських озер:

У середньому по озерах чисельність складала 3,569 млн. кл/дм^3, біомаса – 1,794 мг/дм^3. Найбільша чисельність була зареєстрована для озера Гаряче (11,797 млн. кл/дм^3), найменша – для озера Ріпне (0,411 млн. кл/дм^3). Найбільша середня біомаса відзначена для озера Сліпне (3,859 мг/дм^3). Для інших озер середньосезонна біомаса була у 1,7-4,2 рази менше.

Динаміка кількісних показників в озері Ріпне мала двопіковий характер з максимумами наприкінці зими – на початку весни та влітку – на початку осені. Найбільшого показника чисельність досягала у березні (0,608 млн. кл/дм^3), найменшого – у січні (0,011 млн. кл/дм^3). Найбільша

біомаса була зареєстрована у вересні (6,246 мг/дм^3), найменша – у січні (0,004 мг/дм^3). Взимку та навесні найбільший вклад у обидва кількісних показника робили представники відділу *Dinophyta*. Влітку найбільш чисельними були зелені водорості, а найбільшу біомасу мали діатомові; восени спостерігалася зворотна тенденція.

В озері Вейсове динаміка чисельності та біомаси також мала двопіковий характер з максимумами наприкінці весни – влітку та восени. Найбільша чисельність була в травні (9,918 млн. кл/дм^3), найменша – у березні (0,154 млн. кл/дм^3). Найбільша біомаса спостерігалася в квітні (1,503 мг/дм^3), а найменша – у березні (0,096 мг/дм^3). За чисельністю постійно домінували діатомові водорості. За біомасою діатомові домінували тільки навесні та взимку. Влітку найбільшу біомасу мали представники відділу *Cyanoprokaryota*, а восени – *Dinophyta*.

Для озера Гаряче коливання кількісних характеристик мали переважно один пік: для чисельності у вересні (59,754 млн кл/дм^3), для біомаси – у травні (4,400 мг/дм^3). Найменші показники були зареєстровані у грудні – чисельність складала 0,039 млн. кл/дм^3, а біомаса – 0,050 мг/дм^3. Навесні найбільшу чисельність мали діатомові, а в інші сезони – зелені водорості. Навесні та влітку за біомасою переважали діатомові, восени – зелені, а взимку дінофітові водорості.

В озері Сліпне спостерігалося переважно два піки розвитку водоростей: у травні-червні та серпні. Найбільша чисельність та біомаса протягом року були зареєстровані у серпні (13,98 млн. кл/дм^3 та 15,961 мг/дм^3 відповідно), найменша чисельність – у січні (0,004 млн. кл/дм^3), біомаса – у листопаді (0,025 мг/дм^3). Навесні за чисельністю переважали синьозелені та діатомові водорості, влітку – синьозелені, восени більш масово розвивалися діатомові та зелені водорості, а взимку найбільш представлені були дінофітові та зелені. Для біомаси не спостерігалися аналогічні тенденції оскільки лідируючі позиції займали види відділів *Dinopyta* та *Euglenopyta*.

Аналіз активності видів за Б.А. Юрцевим виявив, що кількість особливо активних видів в озерах становила від 0% до 4,96%, а неактивних – від 77,42% до 92,04%. Особливо активними були переважно планктон-бентосні автотрофи – мешканці вод помірного температурного режиму, середньонасичених киснем, з дещо підвищеною мінералізацією та середнім забрудненням органічними речовинами. Була виявлена пряма залежність між числом видів та кількістю особливо активних видів (коефіцієнт кореляції Пірсона 0,67*), таким чином особливо активних видів більше в озерах північної групи, ніж в озерах південної групи.

4.2. Особливості розмірних характеристик водоростей Слов'янських озер

Для вияву особливостей розмірних характеристик водоростей солоних озер Слов'янського курорту було обрано 62 види водоростей, що найчастіше зустрічалися у планктоні досліджуваних озер та мали лінійні розміри більше ніж 2 мкм. Для них було розраховано об'єми клітин екземплярів, що реєструвалися як в кожному із озер, так і для РЛП в середньому (додаток Л). В озері Ріпне були визначені об'єми клітин для 47 видів, в озері Вейсовое – 55 видів, в озері Гаряче – 52 видів, в озері Сліпне – 50 видів, в озері Левадне – 20 видів, в озері Червоне – 19 видів, в Озері – 17 видів.

Порівняння об'ємів водоростей фітопланктону Слов'янських озер з середніми об'ємами, визначеними на основі даних розмірних характеристик з визначників водоростей [156-159], виявило, що більшість екземплярів видів досліджуваних озер мали дрібніші розміри. Проте для наступних видів були відзначені навпаки крупніші ніж середньовидові екземпляри (додаток Л): *Navicula rotaeana* (Rabenhorst) Grunow, Lange-Bertalot & Ector, *Adlafia bryophila* (J.B.Petersen) Gerd Moser, Lange-Bertalot & D.Metzeltin, *Ankyra ocellata*, *Caloneis molaris*, *Amphora holsatica*, *Hyaloraphidium contortum* var. *tenuissimum*, *Luticola mutica* (Kützing) D.G.Mann.

Об’єми клітин водоростей найбільш прісних озер РЛП «Слов’янський курорт» можна було порівняти з об’ємами клітин даних видів водоростей у прісних озерах Ізраїлю [152], Флориди [109], Бразилії [129, 130], Болгарії [131] та в солоних озерах басейну Дунаю [135]. Однак, для більш солоних озер РЛП спостерігалася більш широка розмірна амплітуда: об’єми клітин екземплярів видів, що існували у даних водоймах, могли бути як крупнішими, так і дрібнішими за екземпляри, що реєструвалися в озерах РЛП з більш низькою солоністю. У зв’язку з цим було висунуто припущення, що певні види у відношенні об’ємів клітин можуть бути чутливими до фактору солоності природної води.

Невідповідність об’ємів клітин водоростей одного виду в різних озерах може бути пов’язана з багатьма причинами, що вказується у літературі [118, 143, 163]: швидкість надходження нітрату або аміаку в клітину, коефіцієнт поглинання води, глибина шару змішування, інтенсивність світла, швидкість осадження фітопланктону, швидкість підйому глибинних вод, інтенсивність світлокомпенсації, температурні коефіцієнти, відносна величина виїдання фітопланктоном, трофічний рівень, швидкість розмноження, половий процес для діатомових водоростей. Більшість з цих факторів не мали відношення до Слов’янських озер, оскільки вони мілководні, добре прогріваються та прозорі до дна. Так, глибина шару змішування не мала впливу на водорості озер, оскільки озера характеризуються незначними глибинами. Інтенсивність світла не мала значення для отриманих даних оскільки озера характеризувалися практично однаковою прозорістю та відбір проб було проведено на однаковій глибині. Трофічний рівень озер мало відрізнявся і всі вони більшу частину року були евтрофними, тому цей фактор також не міг мати значного впливу на об’єми клітин водоростей. Швидкість розмноження водоростей та половий процес діатомових мали однакові тенденції для екземплярів одного виду, що існували в різних озерах, таким чином ступінь впливу цих факторів однакова у всіх озерах. Фактор відносного розміру селективності виїдання зоопланктоном можливо мав вплив лише в озері Ріпне, оскільки в інших

озерах зоопланктон був представлений небагато. Вплив інших факторів, що зазначені вище, ми не мали змоги оцінити.

Протягом дослідження також було виявлено, що екземпляри водоростей, що існують у різних озерах РЛП, досить часто відрізняються за об'ємами клітин (додаток Л) [165]. Найбільш стабільними за цим показником виявилися наступні види: *Entomoneis paludosa* (W. Sm.) Reimer in Patrick et Reimer var. *paludosa*, *Ankyra ocellata*, *Chaetoceros muelleri*, *Navicula rotaeana* та *Monoraphidium minutum*.

Невідповідність об'ємів клітин водоростей одного виду в різних озерах може бути пов'язана з різними причинами, що зазначені вище. Було висунуто припущення, що принаймні для деяких видів зміна розмірів могла бути пов'язана з відмінністю у ступені мінералізації. Для підтвердження даного припущення було розраховано коефіцієнти кореляції Пірсона між середнім об'ємом виду в озері та електропровідністю або вмістом хлоридів. Протягом аналізу була виявлена зворотна кореляція між електропровідністю вод та об'ємами клітин п'яти видів водоростей (позначення статистичної значимості, *p*-значення: <0,05 = *; <0,01 = **; <0,001 = ***): *Cocconeis pediculus* Ehrenb. (-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 та об'ємом клітин виявив статистично достовірні залежності для наступних видів: *Amphora holsatica* (0,92**), *Entomoneis paludosa* var. *subsalina* (-0,87*), *Navicula veneta* (-0,79*). Таким чином, на загальний об'єм клітин *Entomoneis paludosa* var. *subsalina* та *Navicula veneta* негативно впливають переважно хлориди, з якими у значній мірі пов'язана мінералізація досліджуваних озер. Об'єми клітин *Amphora holsatica* позитивно корелюють із вмістом хлоридів незалежно від сумарної мінералізації. *Cocconeis pediculus*, *Cymbella pusilla* та *Nitzschia reversa* вірогідно зменшують об'єм клітин у залежності від загального вмісту солей або під впливом певних катіонів чи аніонів (за винятком хлоридів).

Було виділено 8 видів діатомових водоростей, що зустрічалися практично в усіх озерах в різні пори року з метою дослідження сезонної динаміки їх розмірних характеристик (рис. 4.8, 4.9).

Також було проведено порівняння об’ємів клітин водоростей Слов’янських озер із середніми об’ємами відповідних видів, що були розраховані по середнім розмірами за даними визначників [156-159].

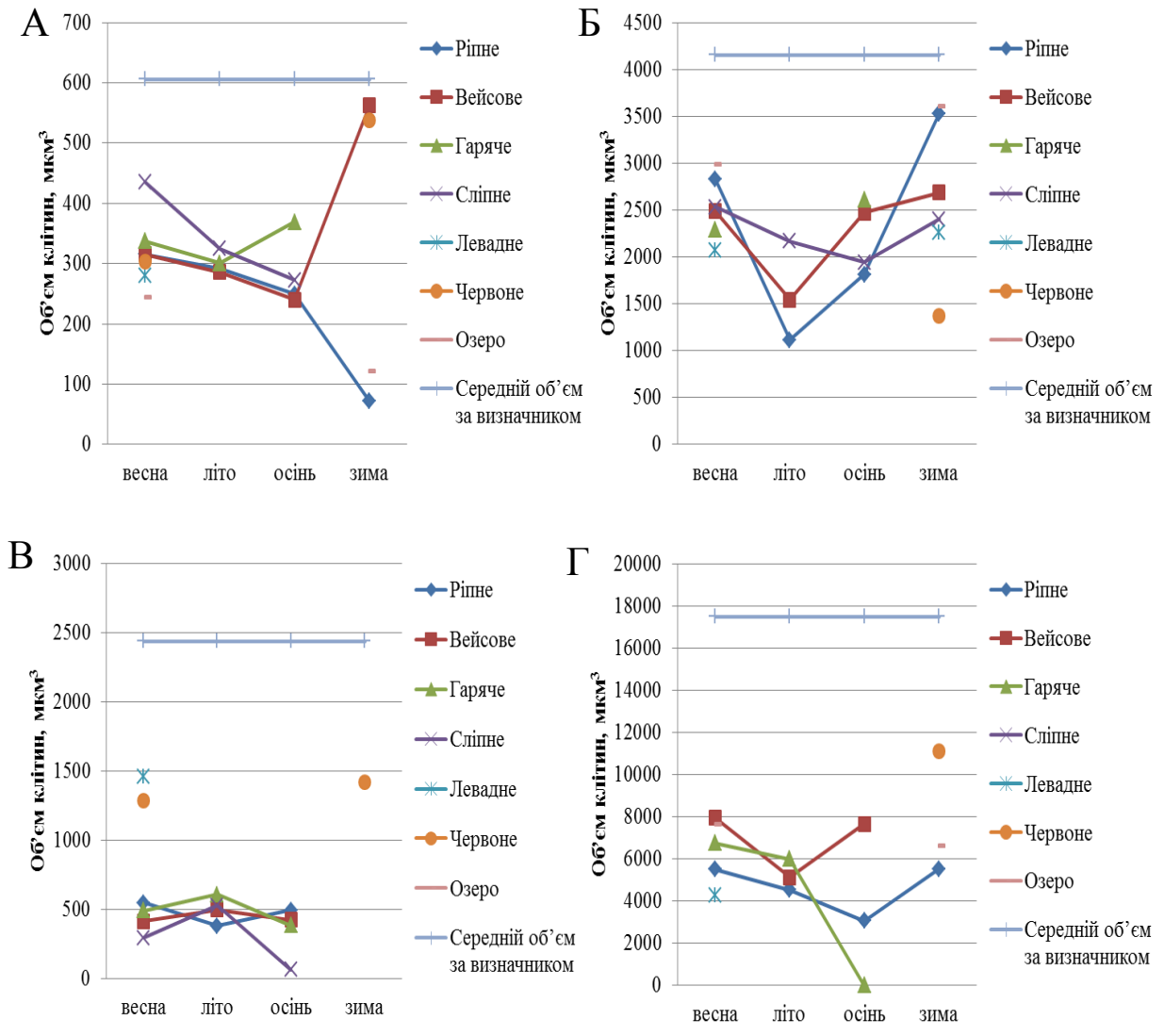

Рис. 4.8. Сезонна динаміка об’ємів клітин водоростей, що зустрічаються у всіх досліджуваних озерах та мають об’єми, менші за середні за визначником: А – *Cymbella tumidula*, Б – *Craticula halophila*, В – *Tabularia fasciculata*, Г – *Achnanthes brevipes*

Як можна бачити на рис. 4.8, 4.9, об’єми клітин видів *Cymbella tumidula*, *Craticula halophila*, *Tabularia fasciculata* та *Achnanthes brevipes* var. *brevipes* були нижче за середні розміри об’ємів з визначників, а об’єми *Navicula veneta*, *Navicula subtilissima*, *Adlafia minuscula* та *Navicula protracta* з різних озер і в різні сезони більш менш рівномірно розподілилися відносно середніх об’ємів визначників.

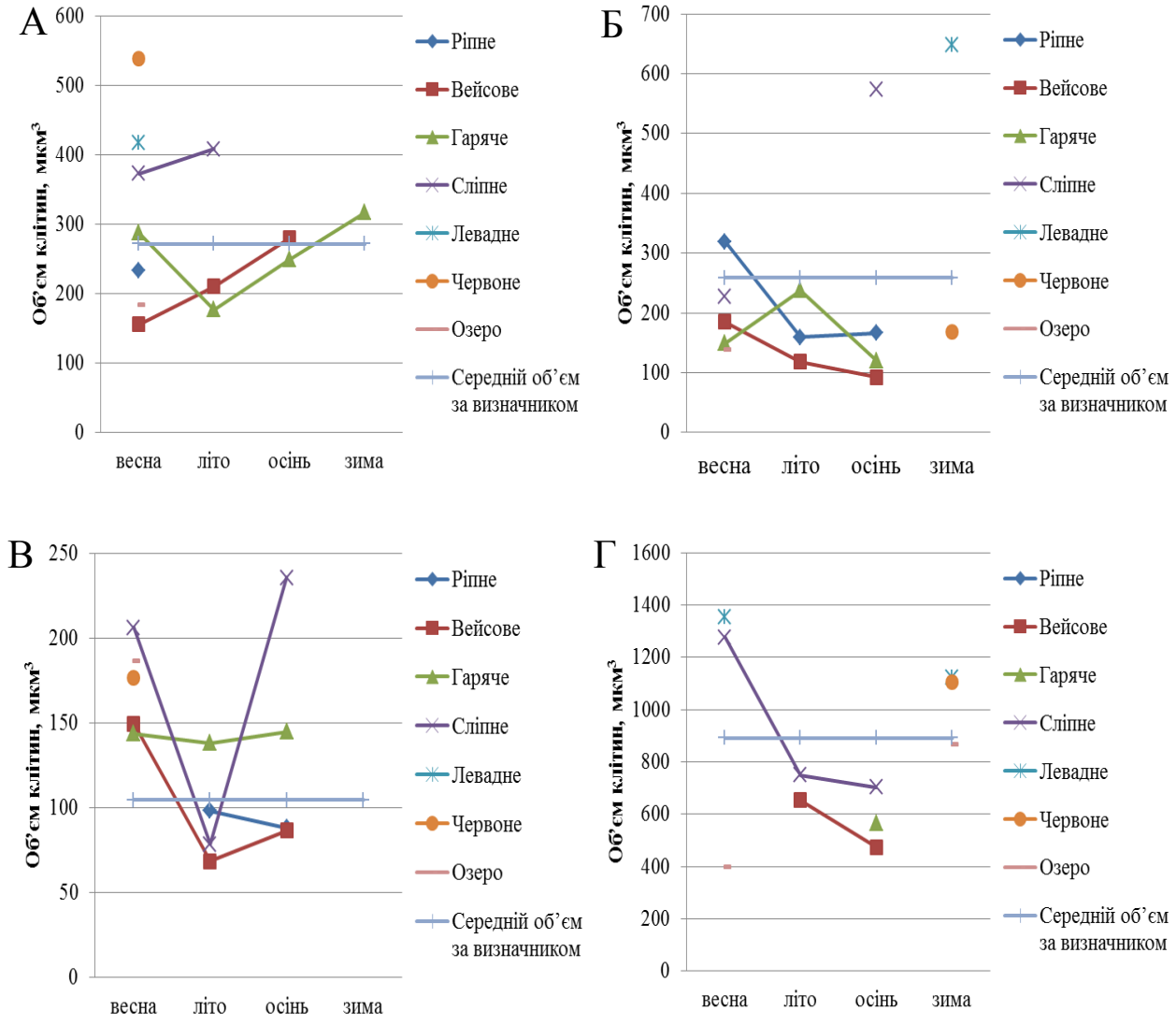

Рис. 4.9. Сезонна динаміка об’ємів клітин водоростей, що зустрічаються у всіх досліджуваних озерах та мають об’єми порівнянні з середніми за визначником: А – *Navicula veneta*, Б – *Navicula subtilissima*, В – *Adlafia minuscula*, Г – *Navicula protracta*

Практично для усіх цих 8 видів у всіх озерах спостерігалася тенденція зменшення об’єму клітин влітку, коли йшло активне нарощування біомаси, порівняно з іншими сезонами, що підтверджує дані літератури для інших водойм [119, 121, 136 ,138]. Виключення складали *Tabularia fasciculata* та *Navicula subtilissima*, що мали протилежні тенденції збільшення влітку об’єму клітин. Для *Tabularia fasciculata* це спостерігалося в озерах Вейсове, Гаряче та Сліпне, а для *Navicula subtilissima* – тільки в озері Гаряче. Окремо слід відзначити *Cymbella tumidula*, для якої спостерігалося поступове зменшення об’ємів клітин до кінця року в озерах Ріпне та Сліпне.

Таким чином, при дослідженні впливу солоності на об’єм клітини було виявлено зворотну кореляцію меж 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 складали *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

Для аналізу зв'язку характеристик угруповань фітопланктону та хімічного складу води було обрано найбільш масові види, що розвивалися в оптимальних умовах (додаток М). Можна бачити, що серед чотирьох таксономічних відділів більше за інших були представлені діатомові водорості. Найбільш чисельними видами були діатомові водорості *Chaetoceros muelleri* (6-13 тис. кл/дм^3) в озерах Сліпне та Левадне, *Cyclotella stelligera* (близько 8 тис. кл/дм^3) в озері Левадне, дінофітовий *Peridiniopsis oculatum* (близько 4 тис. кл/дм^3) в озері Ріпне, і зелені водорості *Ankyra ocellata* (близько 1-2 тис. кл/дм^3) в озерах Вейсове та Гаряче. Це дуже витривалі види з широкою екологічною амплітудою, за винятком найбільш поширеного *Chaetoceros muelleri*, що віддає перевагу солоним водам, що було виявлено завдяки біоіндикаційному аналізу (розділ 3.2, додаток Н). Таким чином, неможливо було виявити критичні змінні для угруповань фітопланктону на основі цих високо толерантних, найбільш масових видів без застосування статистичних методів.

Гідрохімічний аналіз води досліджуваних озер виявив, що вони характеризувалися pH середовища близьким до нейтрального або слабкокислим чи слабколужним (6,3-8,0) (додаток П). Їх електропровідність коливалася у значних межах (1,31-11,26 млСм/см). Жорсткість значно відрізнялася для різних озер (від 8,0 мг-екв/дм^3 до 126,0 мг-екв/дм^3) та її рівень також коливався у кожному озері. Лужність вільна була на досить низькому рівні (0-0,5 мг-евк/дм^3), а лужність загальна дещо відрізнялася для озер і складала від 1,5 мг-евк/дм^3(мінімальне значення для озера Ріпне) до 9,3 мг-евк/дм^3 (максимальне значення для озера Левадне). Сухий залишок був мінімальним для озера Сліпне – 5,6 г/дм^3, а максимальним – для Озера – 83,1 г/дм^3. Вміст гідрокарбонатів для різних озер істотно відрізнявся (85,4-561,2 мг/дм^3), а вміст хлоридів істотно змінювався для різних озер в залежності

від дати відбору проби (1274-37500 мг/дм^3). Вміст кальцію коливався у межах 80-2060 мг/дм^3, калію – 2,2-318,0 мг/дм^3, магнію – 20-286 мг/дм^3, натрію – 0,1-42,6 мг/дм^3, сірки – 91-2650 мг/дм^3. Вміст бору, барію, заліза, літію, марганцю, кремнію, стронцію та цинку був досить низьким та коливався у незначних межах. Такі елементи як Ag, Al, As, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, Tl, V, W, Zr не було виявлено у складі вод досліджуваних озер.

При використанні статистичних методів авторські дані по хімії води (додаток П) були сформульовані в якості незалежних змінних, а склад угруповань – залежних змінних (додаток М, Р) для кожного з вивчених озер. Поетапний регресійний аналіз для озера Ріпне було виконано в 6 кроків (етапів). На першому, найбільш важливому кроці (таб. 5.1) було виявлено, що в даному озері електропровідність води була фактором, який негативно впливав на чисельність фітопланктону.

Таблиця 5.1

Покрокові результати регресійного аналізу для озера Ріпне

Залежні змінні	Крок 1	Крок 2	Крок 3	Крок 4	Крок 5	Крок 6
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Число видів (Sp)	Bacil 0,99***	Bacil **Alk** 0,96***	Bacil **Alk** 0,93***	Bacil **Alk** 0,94***	Bacil **Alk** Cya **Li Hard** 0,95***	Bacil **Alk** Cya **Li Hard** Cond 0,95***
Чисельність (Abun)	**Cond** 0,99**	**Cond Hard** 0,68**	**Cond Hard** 0,52**	**Cond** Biom 0,43**	**Cond** Biom 0,44**	**Cond** 0,48**
Біомаса (Biom)	Abun 0,99***	Abun Fe 0,99***	Abun Fe Cya 0,99***	Abun Fe Cya **Alk-f** 0,99***	Abun Fe Cya **Alk-f K** 0,99***	Abun Fe Cya **Alk-f K** 0,99***
Середній об’єм клітин (Mean CV)	Li 0,88**	Li 0,88**	Li Ba 0,84**	Li Ba 0,50*	Li Ba 0,80*	Ba Li Sap Sp **B** 0,73*
Bacillariophyta (Bacil)	Sp 0,99***	Sp Alk 0,99***	Sp Alk 0,99***	Sp Alk 0,99***	—	—
Chlorophyta (Chlo)	**HCO_3** 0,99***	**HCO_3** 0,99***	**HCO_3** 0,99**	**Biom** 0,37**	**Biom** 0,59**	**Biom Cya Alk S** Si 0,64**

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7
Cyanoprokaryota (Cya)	Sp 0,83*	Sp Mn 0,94**	Sp Mn 0,99**	Sp Mn 0,94*	Sp Mn 0,81*	Sp Sap Mn **Li** Chlo Ca 0,94***
Індекс Шеннона (Shan)	Bacil 0,81***	Bacil Mg 0,69**	Bacil Mg pH 0,77**	Bacil Mg pH Mean CV 0,57***	Bacil Mg pH Mean CV B 0,64***	Bacil Mg pH Mean CV B Si 0,64***
Органічне забруднення (Sap)	**Fe** 0,90**	**Fe Shan** 0,77***	**Fe Shan** 0,73***	**Fe Shan** 0,74**	**Shan Fe** Na 0,70**	**Fe** 0,63*

Примітки: Статистична значимість, *p*-значення: <0,05 = *; <0,01 = **; <0,001 = ***. Змінні, що виділені жирним шрифтом, корелюють негативно. Незалежні змінні: Hard – жорсткість, Alk-f – лужність вільна, Alk – лужність загальна, HCO_3 – карбонати, Fe – залізо, Ba – барій, Li – літій, Mn – марганець, B – бор, S – сірка, Si – кремній, K – калій, Mg – магній, Ca – кальцій, Na – натрій, Cond – електропровідність, pH

Видове багатство в цілому, а також число діатомових і ціанобактерій в озері Ріпне були тісно пов'язані. Біорізноманітність угруповань (індекс Шеннона) позитивно впливала на число діатомових видів. Середній об’єм клітин корелював з концентрацією літію. Примітно, що факторами, які негативно впливали на видове багатство зелених водоростей були бікарбонати, в той час як органічне забруднення (індекс сапробності S) піддавалося впливу заліза.

Аналогічні результати статистичного аналізу у п’ять кроків (табл. 5.2) свідчать (на кроці 1), що не було жодних чинників, які б значно впливали на фітопланктонні змінні в озері Вейсове. Незважаючи на цей факт, різноманітність різних відділів показала зміни структури угруповань. Лише марганець дещо позитивно впливав на розвиток представників відділу Cyanoprokaryota та кондуктивність води негативно відображувалася на розвитку зелених водоростей.

Таблиця 5.2

Покрокові результати регресійного аналізу для озера Вейсове

Залежні змінні	Крок 1	Крок 2	Крок 3	Крок 4	Крок 5
Число видів (Sp)	—	Bacil **Cya** 0,91***	—	—	—
Чисельність (Abun)	—	—	—	—	Biom 0,99*
Біомаса (Biom)	—	—	—	—	—
Середній об’єм клітин (Mean CV)	—	—	—	—	—
Bacillariophyta (Bacil)	—	Sp 0,99***	—	—	—
Chlorophyta (Chlo)	—	—	**Cond Mean CV** HCO_3 0,98*	—	—
Cyanoprokaryota (Cya)	—	Sp Mn 0,94**	**Alk-f** 0,89*	—	—
Індекс Шеннона (Shan)	—	—	—	—	—
Органічне забруднення (Sap)	—	—	—	—	—

Примітки: Статистична значимість, *p*-значення: <0,05 = *; <0,01 = **; <0,001 = ***. Змінні, що виділені жирним шрифтом, корелюють негативно. Незалежні змінні: Alk-f – лужність вільна, HCO_3 – карбонати, Mn – марганець, Cond – електропровідність

Багатовимірні результати розрахунків регресії для озера Гаряче (табл. 5.3) показали (у корці 1), що фактором, який негативно впливав на чисельність фітопланктону, була лужність; розмір клітин регулювався органічним забрудненням, яке, в свою чергу, було викликано наявністю стронцію у воді.

Таблиця 5.3

Покрокові результати регресійного аналізу для озера Гаряче

Залежні змінні	Крок 1	Крок 2	Крок 3
1	**2**	**3**	**4**
Число видів (Sp)	**Cya** 0,81*	—	—
Чисельність (Abun)	**Alk** 0,82*	—	—

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4
Біомаса (Biom)	-	—	—
Середній об'єм клітин (Mean CV)	**Sap** 0,83*	—	—
Bacillariophyta (Bacil)	Sp 0,77*	—	—
Chlorophyta (Chlo)	-	—	—
Cyanoprokaryota (Cya)	Sp 0,81*	—	—
Індекс Шеннона (Shan)	—	Chlo 0,85*	**Sr** 0,93*
Органічне забруднення (Sap)	Sr 0,89**	—	—
Dinophyta (Din)	—	**K** 0,81*	—
Euglenophyta (Eug)	Ca 0,88**	—	—

Примітки: Статистична значимість, *p*-значення: <0,05 = *; <0,01 = **; <0,001 = ***. Змінні, що виділені жирним шрифтом, корелюють негативно. Незалежні змінні: Alk – лужність загальна, Sr – стронцій, K – калій, Ca – кальцій

Результати регресійного аналізу для озера Сліпне (табл. 5.4) свідчать (на кроці 1), що з досліджених факторів тільки наявність стронцію стимулювала збільщення показника органічного забруднення. Інші фактори, які значно впливали на фітопланктонні змінні, різноманітні для різних відділів, проте на перший план виходило значення видового багатства в угрупованнях, яке було пов'язане з числом видів у різних відділах та відображало важливість зміни структури угруповань. Тільки мінералізація води та натрій могли незначно знижувати такий залежний показник, як середній об'єм клітин.

Таблиця 5.4

Покрокові результати регресійного аналізу для озера Сліпне

Залежні змінні	Крок 1	Крок 2	Крок 3	Крок 4	Крок 5	Крок 6
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Число видів (Sp)	Chlo 0,94***	Chlo Abun 0,73***	Chlo Abun pH 0,75***	Chlo Abun pH Eugl 0,69***	Chlo Abun pH Eugl Cond 0,67***	Chlo Abun pH Eugl Cond **Na** 0,67***

Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7
Чисельність (Abun)	Sp 0,78*	Sp 0,90*	Sp **Chlo pH** 0,72**	Sp **Chlo pH** 0,59**	Sp **Chlo pH Eug** 0,56***	Sp **Chlo pH Eug Cond** Na 0,57***
Біомаса (Biom)	Abun 0,74**	Abun 0,63**	Abun **Na** Shan 0,69***	Abun **Na** Shan **Na** 0,77***	Abun **Na** Shan Chlo Ba 0,68***	Abun **Na** Shan Ba Chlo Mean CV Ba 0,68***
Середній об’єм клітин (Mean CV)	**Na** 0,86**	**Na Chlo** 0,60***	**Na Chlo** 0,66***	**Na Chlo** Sr **Shan** 0,85***	**Na Chlo** Sr **Shan** 0,81***	**Na Chlo** Sr **Shan** Biom **Li** 0,84***
Bacillariophyta (Bacil)	Sp 0,79*	Sp **Cya** 0,98***	Sp **Cya Chlo** 0,98***	Sp **Cya Chlo** B 0,98***	Sp **Cya Alk-f Chlo** B 0,98***	Sp **Cya Chlo** B **Alk-f** K 0,98***
Chlorophyta (Chlo)	Sp 0,94***	Sp 0,84***	Sp 0,86**	Sp Sr 0,62**	Sp Sr 0,85**	—
Cyanoprokaryota (Cya)	Sp 0,93***	Sp **Bacil** 0,94***	Sp **Bacil Chlo** 0,97***	Sp **Bacil Chlo** B 0,73***	Sp **Bacil Chlo** B Si 0,69***	Sp **Bacil Chlo** B **Biom** 0,69***
Індекс Шеннона (Shan)	Eug 0,89*	Eug 0,92**	Eug 0,93*	Eug 0,98*	Eug 0,89*	Eug Alk-f Biom **Din Bac**il 0,91*
Органічне забруднення (Sap)	Sr 0,71**	Sr **Alk-f** 0,59**	**Alk-f** Sr pH 0,65**	**Alk-f** Sr pH **Cya** 0,77**	**Alk-f** Sr pH 0,75**	**Alk-f** Sr pH **Eug** 0,76**
Dinophyta (Din)	—	Li 0,91*	Li **Shan Ba** 0,96*	Li **Shan Ba** 0,90*	**Shan** Li Chlo **Ba Bacil** 0,68**	**Shan** Chlo Li **Ba Bacil** 0,65*
Euglenophyta (Eug)	Shan 0,89***	Shan Cya 0,66***	Cya Shan **Chlo** 0,68***	Cya **Chlo** Shan 0,70***	Cya **Chlo** Shan 0,75**	Cya K **Sp Ba** Shan **Chlo** 0,77**

Примітки: Статистична значимість, *p*-значення: <0,05 = *; <0,01 = **; <0,001 = ***. Змінні, що виділені жирним шрифтом, корелюють негативно. Незалежні змінні: Alk-f – лужність вільна, Ba – барій, Li – літій, B – бор, Si – кремній, Sr – стронцій, K – калій, Na – натрій, Cond – електропровідність, pH

Результати регресійного аналізу для озер Левадне, Червоне та Озеро представлені по одному першому кроку для кожного (табл. 5.5). В озері Левадне кальцій стимулював чисельність клітин, тоді як марганець пригнічував різноманітність видів *Cyanoprokaryota*. Кількість видів діатомей негативно впливала на середній об’єм клітин і значення індексу Шеннона. Цікаво, що на біомасу фітопланктону позитивно впливали концентрації сульфідів і в озері Левадне, і в озері Червоне. В останньому озері калій був негативним фактором для розмірів клітин та лужність стимулювала органічне забруднення. В Озері (табл. 5.5) кондуктивність води стимулювала органічне забруднення, у той час як літій, кремній та органічне забруднення були негативними факторами для числа діатомових видів і загальної чисельності клітин.

Таблиця 5.5

Результати регресійного аналізу (крок 1) для озер Левадне, Червоне та Озеро

Залежні змінні	Левадне	Червоне	Озеро
Число видів (Sp)	—	—	—
Чисельність (Abun)	Ca 0,99**	Ca **B** 0,99**	**Li** 0,99**
Біомаса (Biom)	S 0,99**	S 0,99**	**Sap** 0,99**
Середній об’єм клітин (Mean CV)	**Bacil** 0,95**	**K** 0,99**	—
Bacillariophyta (Bacil)	**Shan** 0,99***	—	**Si** 0,99**
Chlorophyta (Chlo)	—	—	—
Cyanoprokaryota (Cya)	**Mg** 0,99**	**Mg** 0,99**	—
Індекс Шеннона (Shan)	**Bacil** 0,95**	Na 0,99**	—
Органічне забруднення (Sap)	—	Alk 0,99**	Cond 0,99***

Примітки: Статистична значимість, *p*-значення: <0,05 = *; <0,01 = **; <0,001 = ***. Змінні, що виділені жирним шрифтом, корелюють негативно. Незалежні змінні: Alk – лужність загальна, Li – літій, B – бор, S – сірка, Si – кремній, K – калій, Mg – магній, Ca – кальцій, Na – натрій, Cond – електропровідність

Найбільш залежні фактори були виявлені за коефіцієнтами Пірсона, розрахованими для великої кількості змінних для кожного з досліджуваних озер (позначення статистичної значимості, *p*-значення: <0,05 = *; <0,01 = **; <0,001 = ***) (додаток С). Отже в озері Ріпне біомаса водоростей позитивно корелювала з середнім об’ємом клітин (0,68***), а індекс Шеннона з видовим багатством (0,42*). Негативна кореляція спостерігалася між чисельністю та індексом Шеннона (-0,51**), а також між індексом сапробності і кількістю видів (-0,47*). Позитивно в озері Вейсове корелювали чисельність з біомасою (0,63***) та видове багатство з індексом Шеннона (0,51**). Навпаки, індекс Шеннона і чисельність клітин мали негативну кореляцію в озері Гаряче (-0,41*), а також індекс сапробності S і середній об’єм клітин (-0,59**). Видове багатство і індекс Шеннона корелювали позитивно (0,51**), а також індекс Шеннона і середній об'єм клітин (0,43*). В озері Сліпне було виявлено позитивну кореляцію між чисельністю та біомасою (0,72***), між індексом Шеннона та біомасою (0,45*). Видове багатство мало позитивну кореляцію з чисельністю (0,44*), з біомасою (0,44*), з індексом Шеннона (0,59*), а негативну – із середнім об'ємом клітин (-0,41*). В озері Левадне позитивно корелювали чисельність і біомаса (0,99**), у той час як середній об'єм клітин мав негативну кореляцію з чисельністю (-0,96*) і біомасою (-0,98*), але позитивно корелював з індексом Шеннона (0,96*). Тільки дві змінні значно позитивно корелювали в озері Червоне: чисельність і біомаса з 0,99*. Біомаса фітопланктону в Озері позитивно корелювала з середнім об'ємом клітин (0,98*) і індексом Шеннона (0,99*), які також позитивно корелювали між собою (0,97*).

Були розраховані відносини видів та довкілля для кожного з вивчених озер за допомогою програми CANOCO на основі даних з таблиць М та П (додатки М, П). На графіку багатовимірного аналізу відповідностей (БАВ) озера Ріпне (рис. 5.1) можна бачити, що усі параметри розділилися на дві групи по відношенню до угруповань фітопланктону: 1 – pH та 2 – усі інші параметри включно з кондуктивністю та металами. Лише один вид може бути виділений

як індикаторний – *Nitzschia paleacea*, який віддавав перевагу підвищеній концентрації літію та зниженому pH. По відношенню до решти показників не виявлено певної реакції угруповань, про що свідчить розташування точок видів поблизу центра графіку.

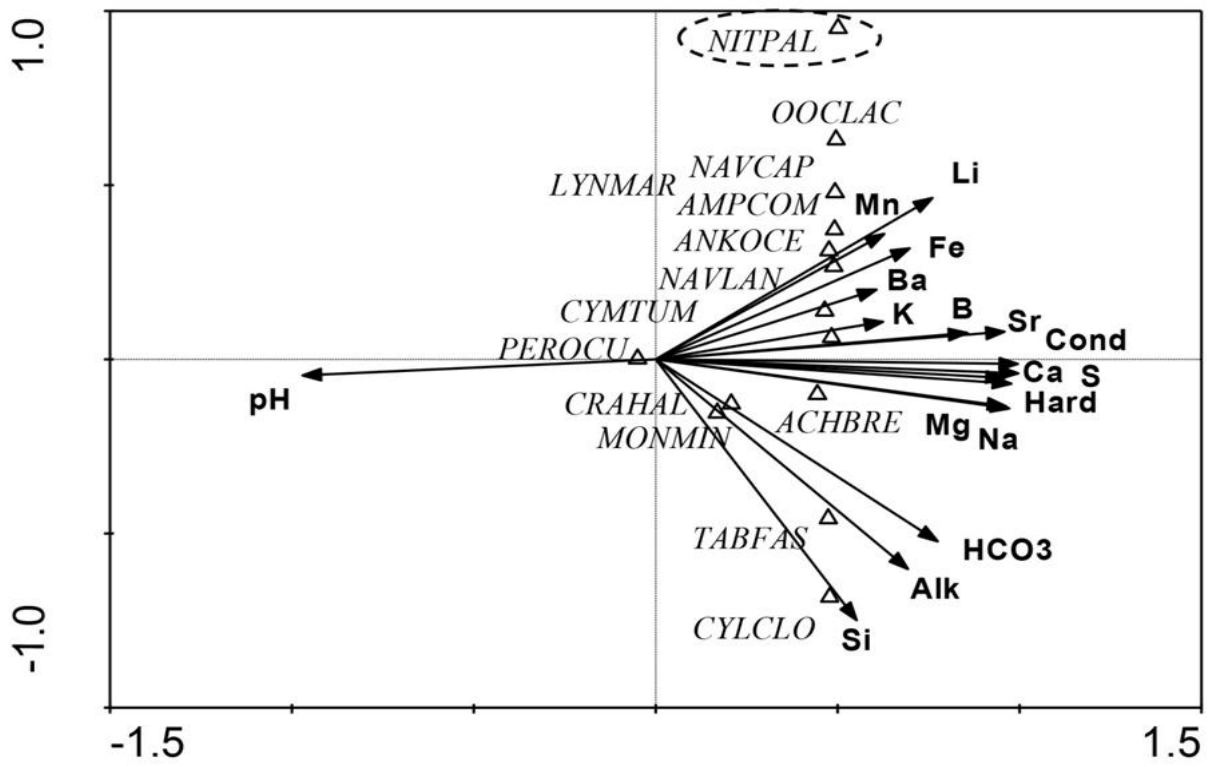

Рис. 5.1. Графік багатовимірного аналізу відповідностей (БАВ) відносин види-оточуюче середовище, що розраховані для озера Ріпне.

Скорочення: види LYNMAR – *Lyngbya maior*, ACHBRE – *Achnanthes brevipes*, AMPCOM – *Amphora commutata*, CRAHAL – *Craticula halophila*, CYLCLO – *Cylindrotheca closterium*, CYMTUM – *Cymbella tumidula*, NAVCAP – *Navicula capitatoradiata*, NAVLAN – *Navicula lanceolata*, NITPAL – *Nitzschia paleacea*, TABFAS – *Tabularia fasciculata*, ANKOCE – *Ankyra ocellata*, MONMIN – *Monoraphidium minutum*, OOCLAC – *Oocystis lacustris*, PEROCU – *Peridiniopsis oculatum*; фактори оточуючого середовища: Hard – жорсткість, Alk – лужність загальна, HCO3 – гідрокарбонати, Fe – залізо, Ba – барій, Li – літій, Mn – марганець, B – бор, S – сірка, Si – кремній, Sr – стронцій, K – калій, Mg – магній, Ca – кальцій, Na – натрій, Cond – кондуктивність

Графік БАВ озера Вейсове показав (рис. 5.2), що параметри озера не формували груп, які б чітко відрізнялися. Однак існували угруповання заліза, марганцю, карбонатів і лужності (1), та натрію, жорсткості й стронцію (2). Тільки один вид з *Dunaliella salina* можна було ідентифікувати як визначено

реагуючий на хімічний склад води. Стимулювався розвиток *Dunaliella* параметрами групи (1) і хлоридами, які не включені в цей аналіз, але мають високу концентрацію в той час, коли чисельність клітин *Dunaliella* була найвищою. Отримані результати цілком відповідають екології даного виду.

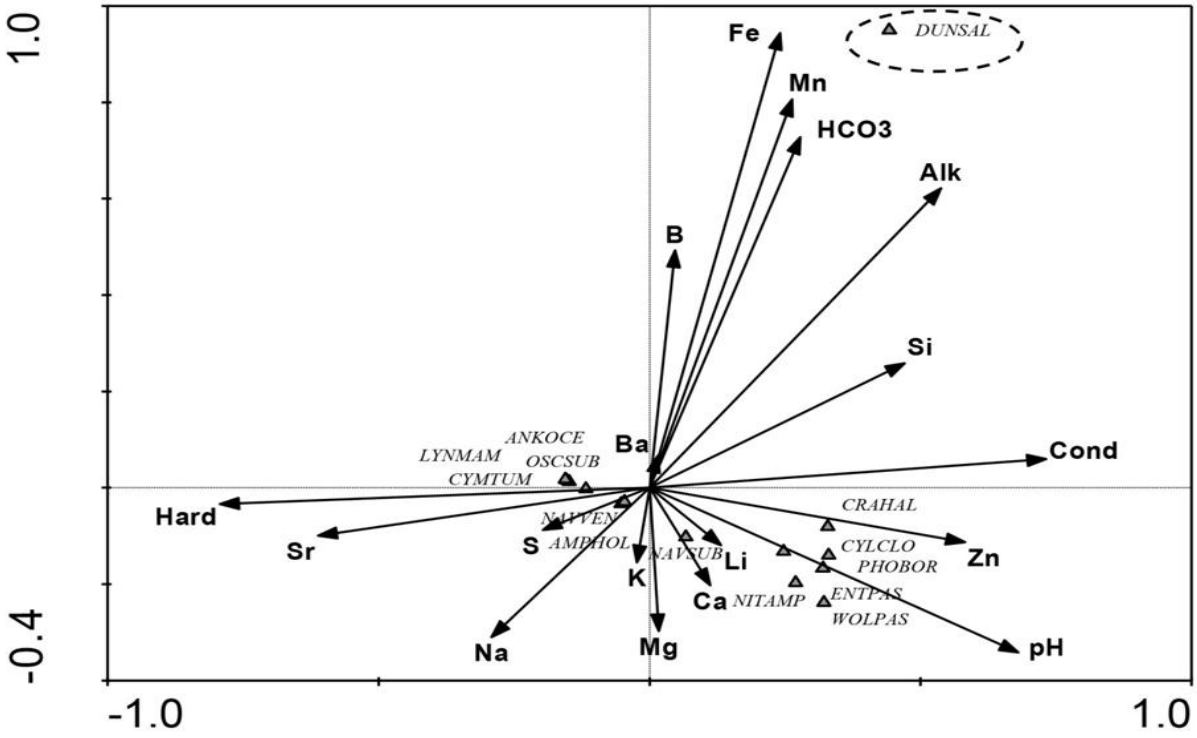

Рис. 5.2. Графік багатовимірного аналізу відповідностей (БАВ) відносин види-оточуюче середовище, що розраховані для озера Вейсове.

Скорочення: види: LYNMAM – *Lyngbya maior*, OSCSUB – *Oscillatoria subtilissima*, PHOBOR – *Phormidium boryanum*, AMPHOL – *Amphora holsatica*, CRAHAL – *Craticula halophila*, CYLCLO – *Cylindrotheca closterium*, CYMTUM – *Cymbella tumidula*, ENTPAS – *Entomoneis paludosa* var. *subsalina*, NAVSUB – *Navicula subtilissima*, NAVVEN – *Navicula veneta*, NITAMP – *Nitzschia amphibia*, ANKOCE – *Ankyra ocellata*, DUNSAL – *Dunaliella salina*, WOLPAS – *Woloszynskia pascheri*; фактори оточуючого середовища: Hard – жорсткість, Alk – лужність загальна, HCO3 – гідрокарбонати, Fe – залізо, Zn – цинк, Ba – барій, Li – літій, Mn – марганець, B – бор, S – сірка, Si – кремній, Sr – стронцій, K – калій, Mg – магній, Ca – кальцій, Na – натрій, Cond – кондуктивність

На графіку БАВ озера Гаряче (рис. 5.3) видно, що параметри не мали певного групування, однак помітно, що лужність, карбонати та жорсткість мали протилежний вплив на склад та чисельність водоростей в угрупованнях озера, ніж кондуктивність, метали та сульфіди.

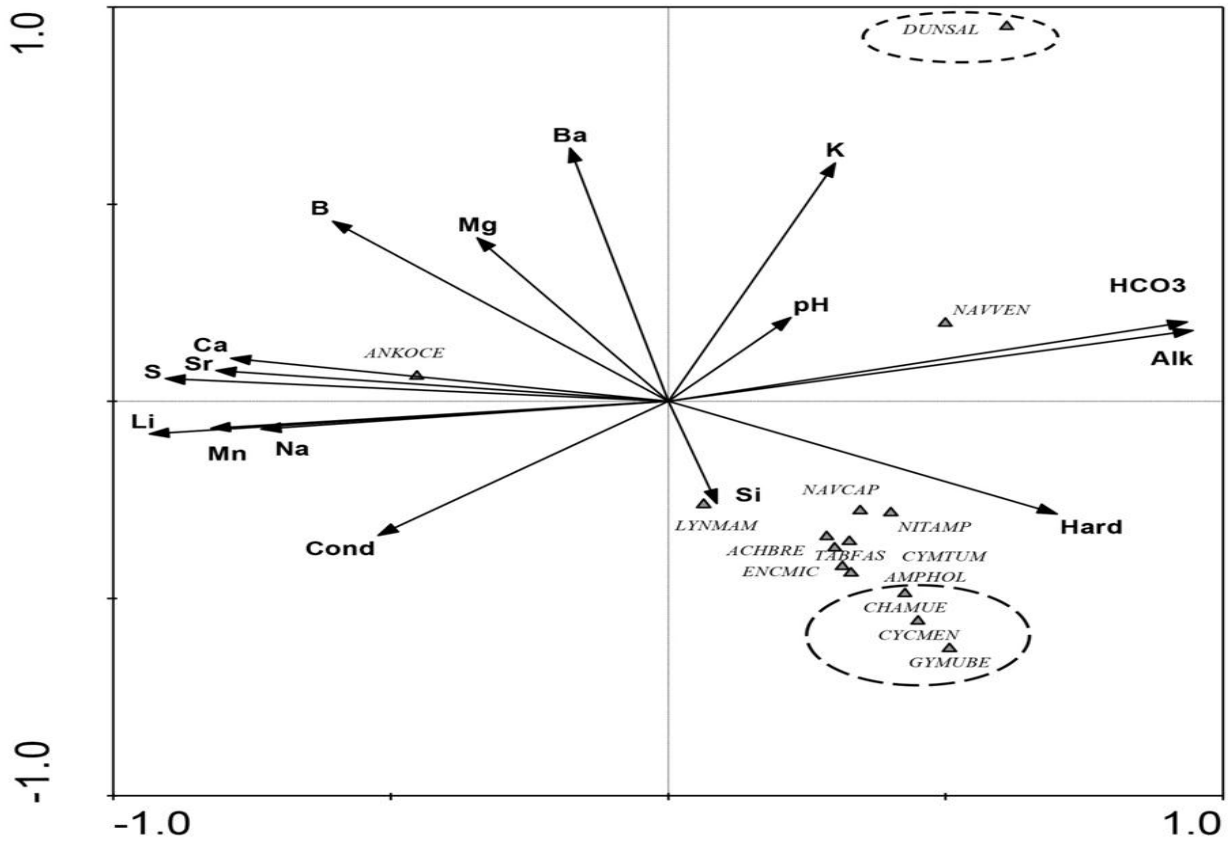

Рис. 5.3. Графік багатовимірного аналізу відповідностей (БАВ) відносин види-оточуюче середовище, що розраховані для озера Гаряче.

Скорочення: види LYNMAM – *Lyngbya maior*, ACHBRE – *Achnanthes brevipes*, AMPHOL – *Amphora holsatica*, CHAMUE – *Chaetoceros muelleri*, CYCMEN – *Cyclotella meneghiniana*, CYMTUM – *Cymbella tumidula*, ENCMIC – *Encyonopsis microcephala*, NAVCAP – *Navicula capitatoradiata*, NAVVEN – *Navicula veneta*, NITAMP – *Nitzschia amphibia*, TABFAS – *Tabularia fasciculata*, ANKOCE – *Ankyra ocellata*, DUNSAL – *Dunaliella salina*, GYMUBE – *Gymnodinium uberrimum*; фактори оточуючого середовища: Hard – жорсткість, Alk – лужність загальна, HCO3 – гідрокарбонати, Ba – барій, Li – літій, Mn – марганець, B – бор, S – сірка, Si – кремній, Sr – стронцій, K – калій, Mg – магній, Ca – кальцій, Na – натрій, Cond – кондуктивність

Можна виділити *Dunaliella salina* (верхнє коло) як індикаторний вид по відношенню до підвищеного вмісту калію та пов’язаних з ним хлоридів (1 група параметрів). Друга група видів-індикаторів включала (нижнє коло) *Chaetoceros muelleri*, *Cyclotella meneghiniana* та *Gymnodinium uberrimum*. Їх розвиток трохи стимулювався pH та кремнієм, але вони є біосенсорами відносно Ba та B, оскільки концентрації останніх пригнічували їх розвиток. У відношенні кондуктивності й пов’язаними з нею концентраціями солей, ці

види залишалися індиферентними, висуваючи pH як головний регулюючий фактор.

Графік БАВ озера Сліпне (рис. 5.4) свідчить про те, що параметри озера поділились на дві нерівні групи: 1 – pH та 2 – усі інші включно з кондуктивністю та солоністю. Тільки один вид *Peridiniopsis oculatum*. виявив чутливість до параметрів води. Він може вважатися біосенсором відносно електропровідності, натрію, магнію та сульфідів, підвищені концентрації яких пригнічували його розвиток. Однак вид віддавав перевагу підвищеному pH, на який може слугувати індикатором. Інші види групуються ближче до центру графіку, тому є індиферентними.

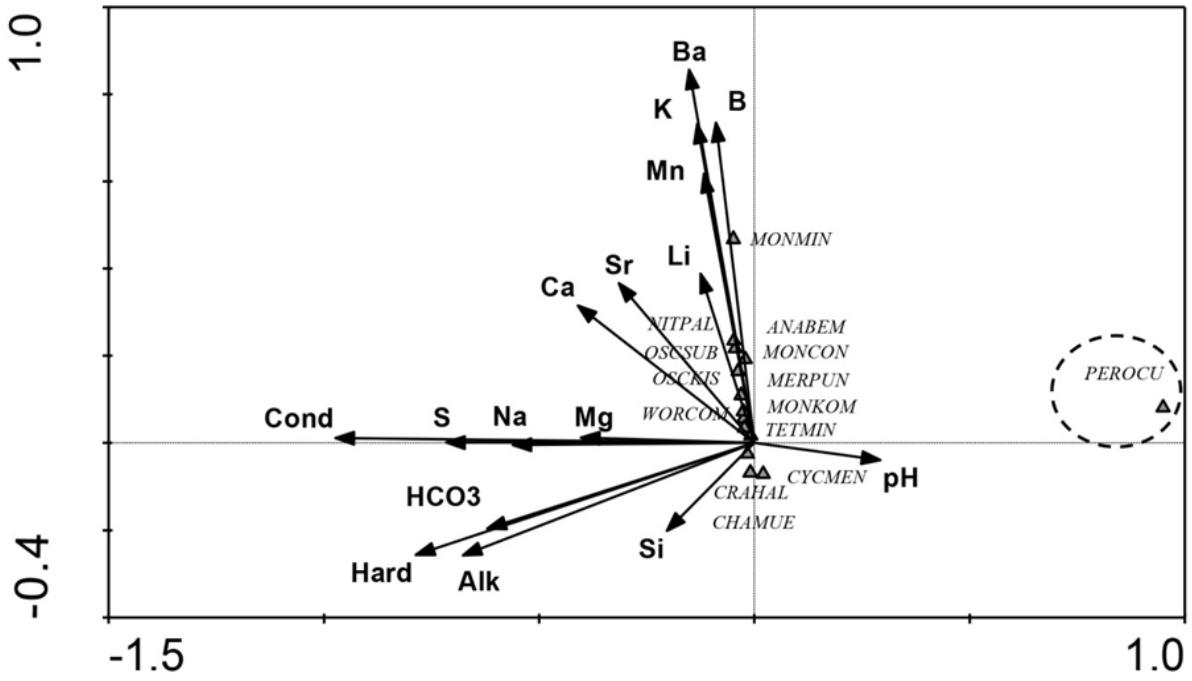

Рис. 5.4. Графік багатовимірного аналізу відповідностей (БАВ) відносин види-оточуюче середовище, що розраховані для озера Сліпне.

Скорочення: види ANABEM – *Anabaena bergii* f. *minor*, MERPUN – *Merismopedia punctata*, OSCSUB – *Oscillatoria subtilissima*, OSCKIS – *Oscillatoria kisselevii*, WORCOM – *Woronichinia compacta*, CHAMUE – *Chaetoceros muelleri*, CRAHAL – *Craticula halophila*, CYCMEN – *Cyclotella meneghiniana*, NITPAL – *Nitzschia paleacea*, MONMIN – *Monoraphidium minutum*, MONCON – *Monoraphidium contortum*, MONKOM – *Monoraphidium komarkovae*, TETMIN – *Tetraedron minimum*, PEROCU – *Peridiniopsis oculatum*; фактори оточуючого середовища: Hard – жорсткість, Alk – лужність загальна, HCO3 – гідрокарбонати, Ba – барій, Li – літій, Mn – марганець, B – бор, S – сірка, Si – кремній, Sr – стронцій, K – калій, Mg – магній, Ca – кальцій, Na – натрій, Cond – кондуктивність

На графіку БАВ (рис. 5.5) озера Левадне можна бачити, що параметри не мали певного групування, однак помітно, що лужність, карбонати та pH мали протилежний вплив на склад та чисельність водоростей в угрупованнях озера, ніж кондуктивність, жорсткість, метали та сульфіди. Можна виділити *Dunaliella salina* (Dunal) Teodor., *Diatoma elongatum* (Lyngb.) C. Agardh та *Hyaloraphidium contortum* Pascher et Korschikov ex Korschikov var. *tenuissimum* (верхнє коло) як індикаторні на підвищений вміст кальцію, бору та загальний вміст солей, який виглядає як головний регулюючий фактор.

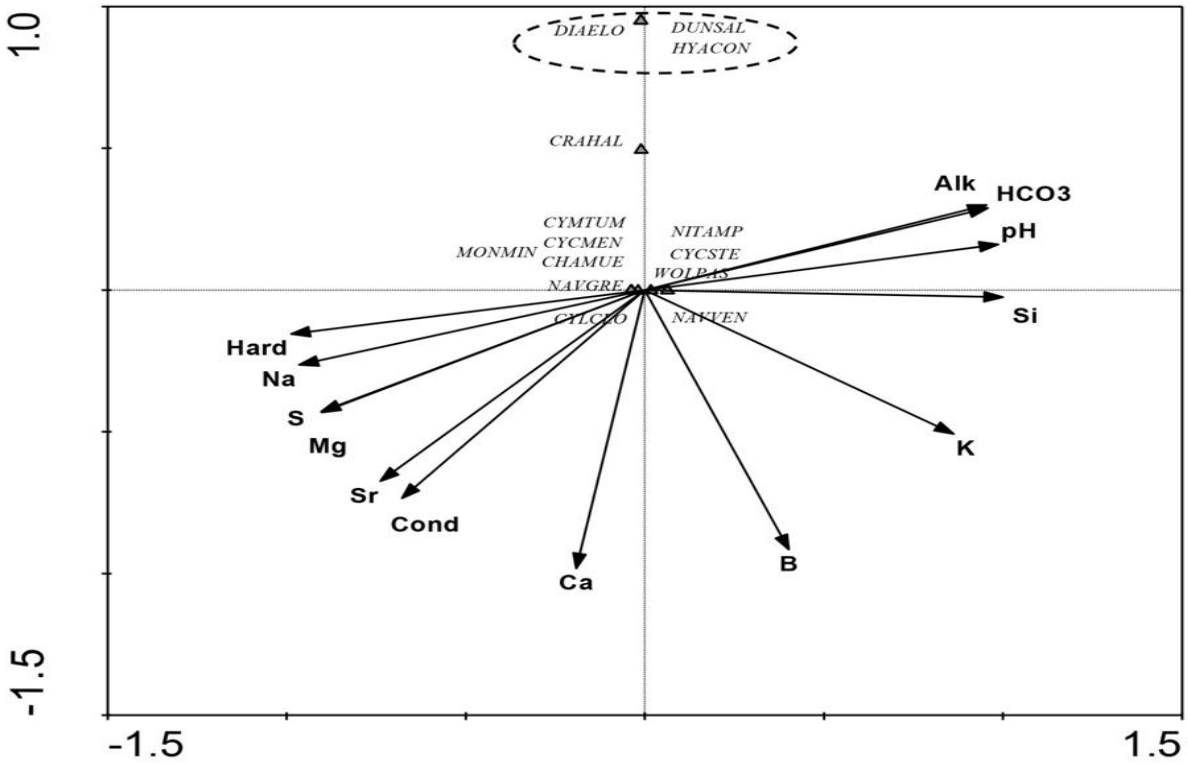

Рис. 5.5. Графік багатовимірного аналізу відповідностей (БАВ) відносин види-оточуюче середовище, що розраховані для озера Левадне.

Скорочення: види CHAMUE – *Chaetoceros muelleri*, CRAHAL – *Craticula halophila*, CYCMEN – *Cyclotella meneghiniana*, CYCSTE – *Cyclotella stelligera*, CYLCLO – *Cylindrotheca closterium*, CYMTUM – *Cymbella tumidula*, DIAELO – *Diatoma elongatum*, NAVGRE – *Navicula gregaria*, NAVVEN – *Navicula veneta*, NITAMP – *Nitzschia amphibia*, DUNSAL – *Dunaliella salina*, HYACON – *Hyaloraphidium contortum* var. *tenuissimum*, MONMIN – *Monoraphidium minutum*, WOLPAS – *Woloszynskia pascheri*; фактори оточуючого середовища: Hard – жорсткість, Alk – лужність загальна, HCO3 – гідрокарбонати, B – бор, S – сірка, Si – кремній, Sr – стронцій, K – калій, Mg – магній, Ca – кальцій, Na – натрій, Cond – кондуктивність

Графік БАВ озера Червоне (рис. 5.6) показав, що параметри озера можна розділити на чотири групи: (1) карбонати та лужність, (2) pH, (3) бор і кремній та (4) всі інші параметри, в тому числі електропровідність та солоність. Можна виділити два види *Adlafia minuscula* та *Chaetoceros muelleri* (верхнє коло), які показали чутливість до високої солоності і лужності, вважаючи за краще ці умови, і в той же час були біосенсорами низького pH води. Друга група (нижнє коло) може служити як індикатори підвищеного вмісту кремнію в умовах низьких концентрацій карбонатів і pH близького до нейтрального. Це види діатомових *Cyclotella stelligera* та *Navicula gregaria*. Інші види згруповані в центрі графіку тож вони індиферентні.

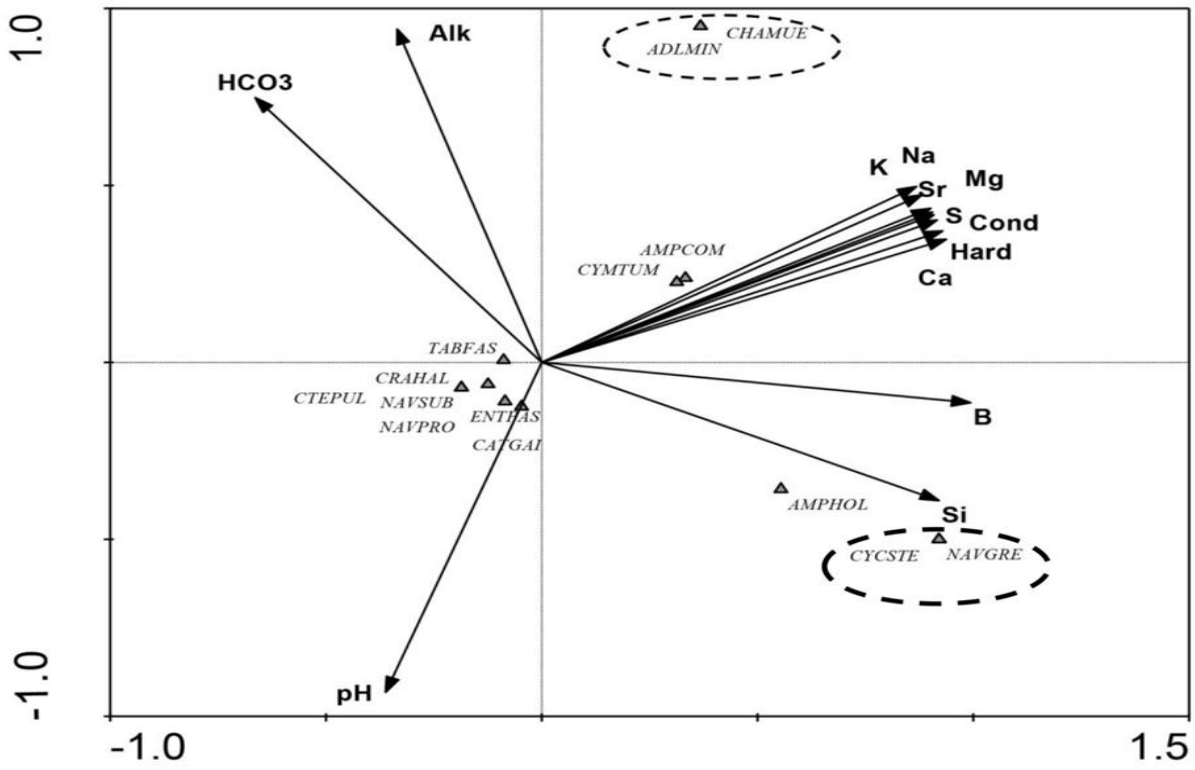

Рис. 5.6. Графік багатовимірного аналізу відповідностей (БАВ) відносин види-оточуюче середовище, що розраховані для озера Червоне.

Скорочення: види ADLMIN – *Adlafia minuscula*, AMPCOM – *Amphora commutata*, AMPHOL – *Amphora holsatica*, CATGAI – *Catacombas gaillonii*, CHAMUE – *Chaetoceros muelleri*, CRAHAL – *Craticula halophila*, CTEPUL – *Ctenophora pulchella*, CYCSTE – *Cyclotella stelligera*, CYMTUM – *Cymbella tumidula*, ENTPAS – *Entomoneis paludosa* var. *subsalina*, NAVGRE – *Navicula gregaria*, NAVPRO – *Navicula protracta*, NAVSUB – *Navicula subtilissima*, TABFAS – *Tabularia fasciculata*; фактори оточуючого середовища: Hard – жорсткість, Alk – лужність загальна, HCO3 – гідрокарбонати, B – бор, S – сірка, Si – кремній, Sr – стронцій, K – калій, Mg – магній, Ca – кальцій, Na – натрій, Cond – кондуктивність

Параметри Озера поділилися на чотири групи: 1 – карбонати та лужність, 2 – pH, 3 – цинк та кремній, 4 – решта, включно з електропровідністю та солоністю. Про це свідчить рис. 5.7. Можна виділити два види *Chaetoceros muelleri* Lemmerm. та *Gomphonema angustatum* (Kutz.) Rabenh. (верхнє коло), які віддавали перевагу високій солоності та відносно низькому pH води. Решта видів групувалася ближче до центру графіка та були індиферентними.

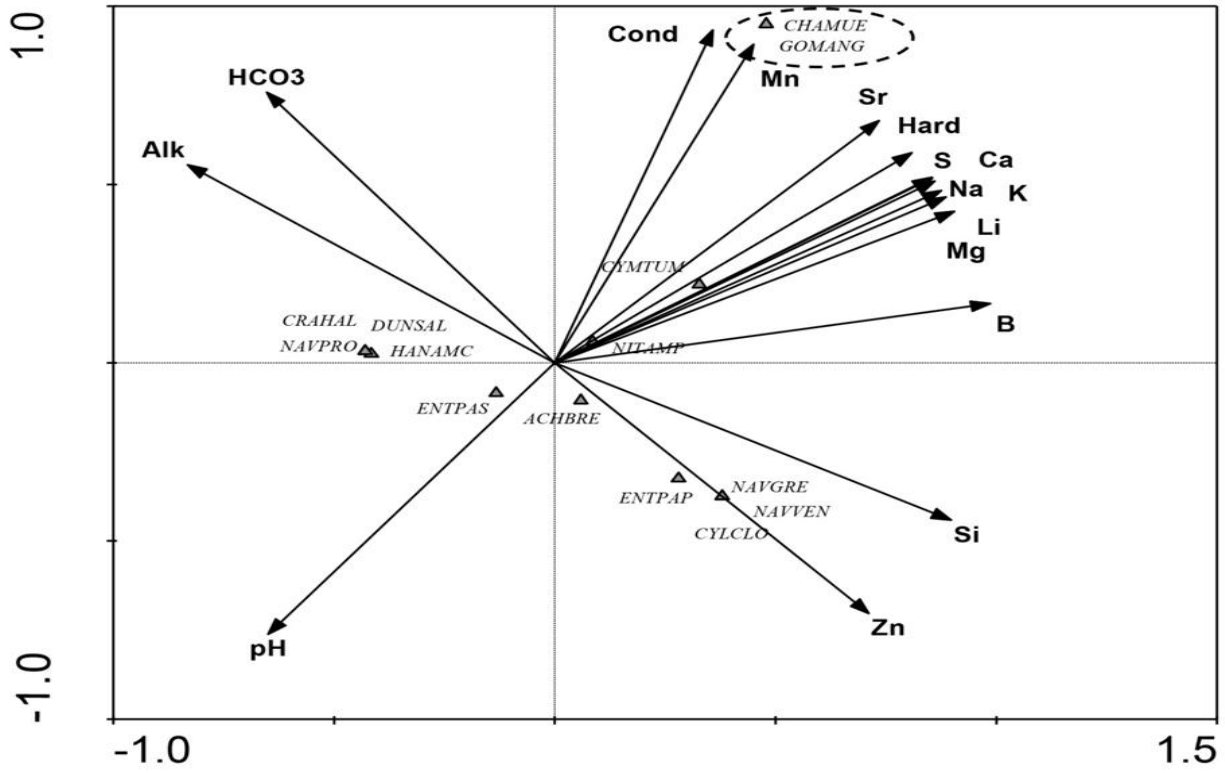

Рис. 5.7. Графік багатовимірного аналізу відповідностей (БАВ) графік відносин види-оточуюче середовище, що розраховані для Озера.

Скорочення: види ACHBRE – *Achnanthes brevipes*, CHAMUE – *Chaetoceros muelleri*, CRAHAL – *Craticula halophila*, CYLCLO – *Cylindrotheca closterium*, CYMTUM – *Cymbella tumidula*, ENTPAP – *Entomoneis paludosa* var. *paludosa*, ENTPAS – *Entomoneis paludosa* var. *subsalina*, GOMANG – *Gomphonema angustatum*, HANAMC – *Hantzschia amphioxys* var. *capitata*, NAVGRE – *Navicula gregaria*, NAVPRO – *Navicula protracta*, NAVVEN – *Navicula veneta*, NITAMP – *Nitzschia amphibia*, DUNSAL – *Dunaliella salina*; фактори оточуючого середовища: Hard – жорсткість, Alk – лужність загальна, HCO3 – гідрокарбонати, Zn – цинк, Li – літій, Mn – марганець, B – бор, S – сірка, Si – кремній, Sr – стронцій, K – калій, Mg – магній, Ca – кальцій, Na – натрій, Cond – кондуктивність

Було виявлено параметри середовища, що найбільш сильно впливають на розвиток водоростей планктону, для кожного з досліджуваних озер. Після

цього було поставлено питання – поєднання яких параметрів для озера призводить до змін у видовому складі та чисельності. Для відповіді на нього було обрано метод зважених найменших квадратів, що може генерувати у програмі Statistica поверхні, що відображають зміну одного з параметрів комплексу видів (залежного) у залежності від зміни обраних (незалежних) показників середовища. Параметри середовища та фітопланктону були обрані у відповідності до їх значимості для нашого аналізу (додаток П, Р). На вісях поверхонь, що було побудовано, було відображено інтервали значень кожного з параметрів що властиві конкретному аналізуємому озеру. Однак, метод найменших квадратів будує поверхні, що виходять за рамки амплітуди обраних параметрів. Завдяки цьому можна бачити не тільки зміни залежного параметру в межах існуючих значень незалежних параметрів, але й тенденції його змін, тобто метод має прогностичні властивості. У нашому випадку це особливо важливо, оскільки екосистеми озер не тільки відрізняються одна від одної, але й також змінюються в рамках кліматичних флуктуацій та під антропогеним впливом під час спроб регуляції гідрологічного режиму та продуктивності системи з метою ефективного використання ресурсів курорту.

Для кожного глибоководного непересихаючого озера та системи мілководних частково пересихаючих озер в якості залежних параметрів, зміни яких аналізуються та прогнозуються, були обрані наступні: 1) чисельність клітин водоростей планктону, 2) видове багатство водоростей планктону, 3) розраховані нами індекси сапробності для кожного аналізуємого озера за весь період спостережень. В якості параметрів, у зв'язку з якими аналізувалися вищезазначені, були взяті наступні: 1) біомаса водоростей планктону, 2) середній (питомий) об'єм клітин водоростей планктону, 3) кондуктивність води, 4) pH води, 5) індекс сапробності, 6) видове багатство. Параметри обирали у відповідності з даними для кожного конкретного випадку аналізу.

Так, для озера Ріпне були побудовані поверхні для аналізу зв'язку чисельності клітин фітопланктону з біомасою фітопланктону та середнім об'ємом клітин водоростей. На рисунку 5.8 А можна бачити, що зі

збільшенням біомаси збільшувалася і чисельність. Однак, число видів в угрупованнях з високою біомасою та чисельністю зменшувалося. Також слід відзначити, що збільшення чисельності та біомаси було пов’язано зі зменшенням середнього об’єму клітин в угрупованнях (рис. 5.8 Б). Завдяки прогностичності методу на рисунках 5.8 А та Б можна бачити, що ріст чисельності клітин фітопланктону може досягати більш ніж 8 млн кл/дм^3 одночасно з ростом біомаси, а також за умови участі в угрупованні дрібноклітинних видів. Таким чином, важливим показником для подальшого моніторингу може бути видовий склад фітопланктону коли він збагачується видами з малим об'ємом клітин. Також було виявлено (рис. 5.8 В), що в озері Ріпне число видів було більше у водах з низькою кондуктивністю, проте трохи підвищеним органічним забрудненням, тобто з дещо підвищеним індексом сапробності (рис. 5.8 Г). Слід зазначити, що число видів збільшувалося при зменшенні індексу сапробності з одночасним збільшенням середнього об’єму клітин в угрупованнях. Тобто багатовидові угруповання розвивалися в менш забруднених органікою водах та мали у своєму складі більш крупноклітинні види. У той же час, індекс сапробності в якості показника, що прогнозується (рис. 5.8 В та Г), що відображає органічне, у тому числі, антропогенне, навантаження на водойму, може збільшувати свої значення, тобто показувати забруднення, при зниженні солоності та в умовах фітопланктону, що багатий на крупноклітинні види. Таким чином, було виявлено умови, коли вплив органічного навантаження може мати позитивний вплив на водорості планктону в озері Ріпне: опріснення та надходження органічних речовин. Для того, щоб виявити інтервали основних показників середовища – pH, кондуктивності – було побудовано контурний плот (рис 5.8 Д), де можна бачити, що зі збільшенням кондуктивності та pH число видів зменшувалося. Більше того, спостерігався розподіл угруповань фітопланктону за видовим багатством на два комплекси: перший – за pH 7,1-7,8 та кондуктивності 5,1-9,8 млСм/см, та другий – за більш високих pH 7,8-9,0 та кондуктивності 9,8-10,3 млСм/см.

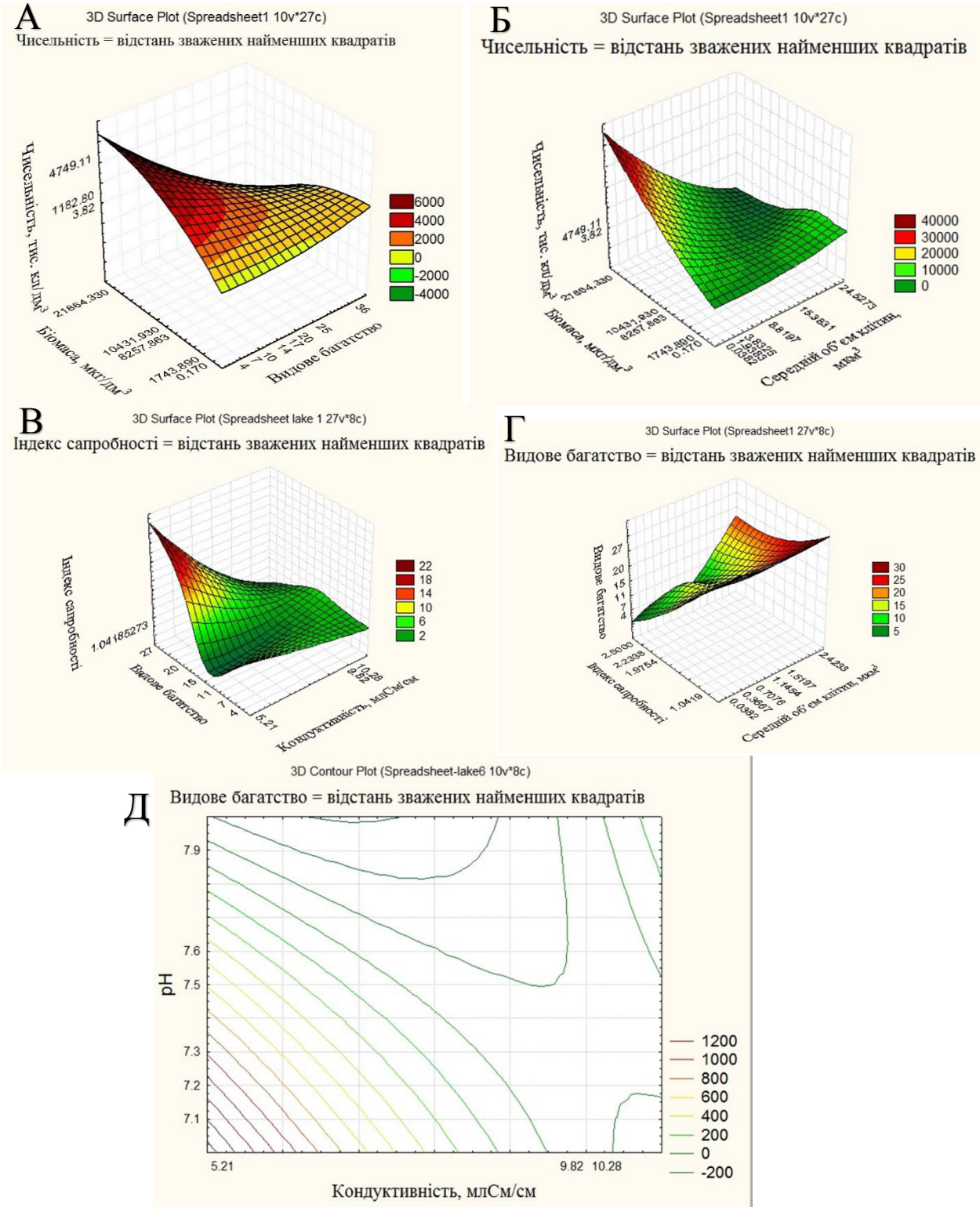

Рис. 5.8. Графіки відносин, що розраховані: А – між кількісними змінними і видовим багатством, Б – між кількісними змінними та середнім об’ємом клітин, В – між індексом сапробності, видовим багатством та кондуктивністю, Г – між видовим багатством, індексом сапробності та середнім об’ємом клітин, Д – між кондуктивністю води та pH для озера Ріпне

Побудови методом зважених найменших квадратів для водоростей планктону озера Вейсове (рис. 5.9) виявляють зв'язок чисельності клітин фітопланктону, біомаси водоростей та середнього об'єму клітин, причому залежності виявляються подібними до залежностей в озері Ріпне. Однак, можна зпрогнозувати відносно невисоке підвищення чисельності, до значень близько 6 млн. кл/дм^3, при збільшенні загальної біомаси фітопланктону, та зменшення об'єму клітин основних видів, що розвиваються у фітопланктоні. На рисунку 5.9 А видно, що в озері Вейсове чисельність і біомаса збільшувалися синхронно тільки в угрупованнях з низьким видовим багатством. Число видів збільшувалося із зменшенням чисельності клітин і майже з тією ж біомасою фітопланктону. Очевидно (рис. 5.9 Б), що тут розвивалися два типи угруповань – одна з дрібними клітинами, але високими значеннями біомаси та чисельності, а друга – з більш великими клітинами, проте більш низькими значеннями чисельності та біомаси.

Вплив органічного забруднення на водорості планктону озера Вейсове, виражений індексами сапробності, мав приблизно ті самі тенденції, що й для озера Ріпне, коли найбільш забруднені органічними речовинами води провокували збільшення видового багатства з одночасним збільшенням середнього об'єму клітин фітопланктону (рис. 5.9 В). Тобто, органічне забруднення позитивно впливає на фітопланктон озера Вейсове. Однак пов'язати чисельність клітин фітопланктону з надходженням органічного забруднення, а також виявити причину або джерело органічного забруднення, виявилося доволі складно (рис. 5.9 Г). Після поєднання протягом аналізу вказаних параметрів з кондуктивністю, було отримано поверхню складної форми. У той час як незалежні параметри (індекс сапробності та кондуктивність) змінюються у незначних межах, прогностичність зміни чисельності клітин водоростей відображується у декількох випинаннях. На них необхідно звернути увагу на ті шари поверхні, що знаходяться вище за шар, пофарбований у жовтий колір, що відповідає мінімальному значенню чисельності клітин.

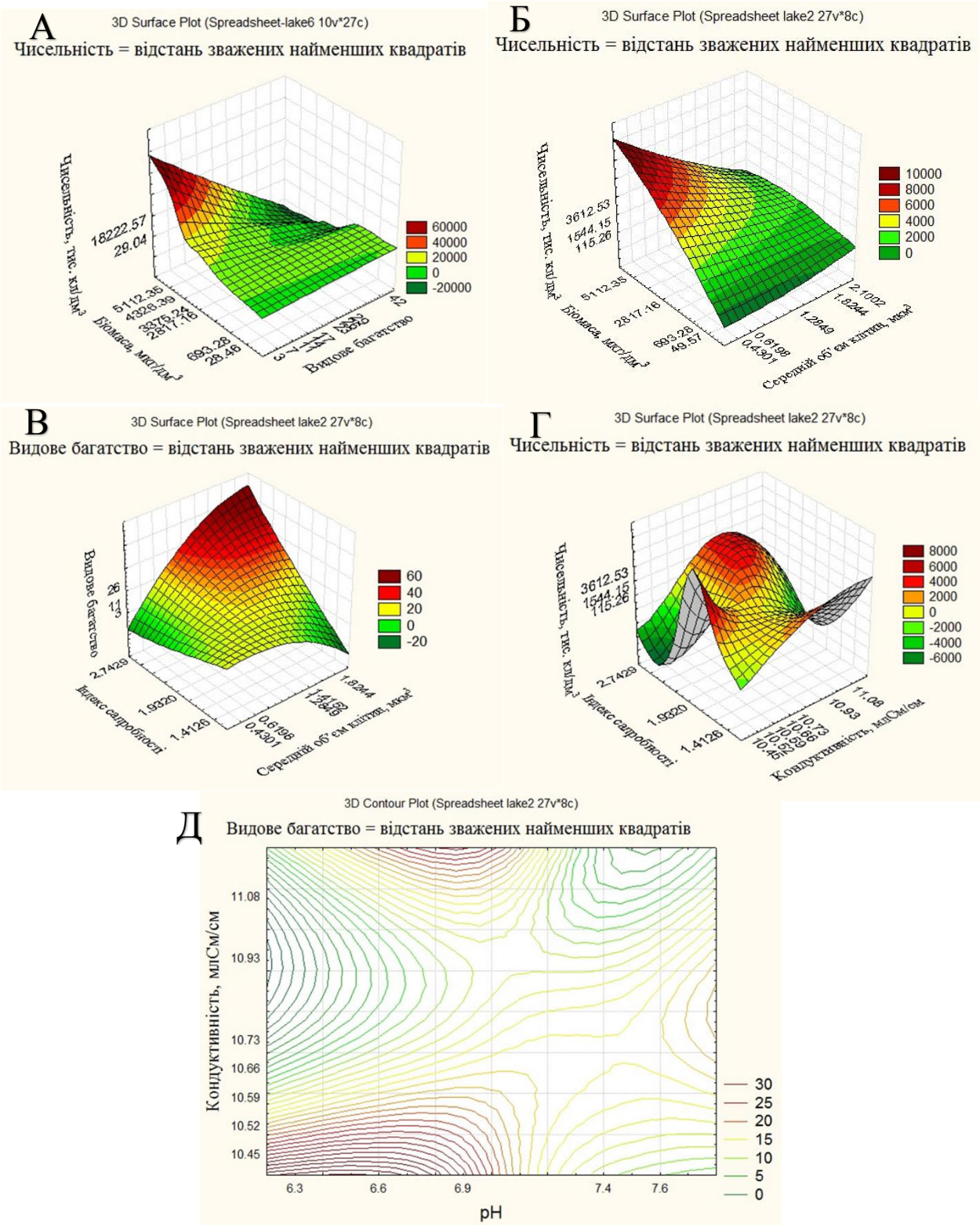

Рис. 5.9. Графіки відносин, що розраховані: А – між кількісними змінними і видовим багатством, Б – між кількісними змінними та середнім об’ємом клітин, В – між видовим багатством, індексом сапробності та середнім об’ємом клітин, Г – між чисельністю, індексом сапробності та кондуктивністю, Д – між кондуктивністю води та pH для озера Вейсове

Головне випинання показує, що чисельність клітин фітопланктону буде незначно вище за те, що спостерігається (близько 4 млн. кл/дм^3) при підвищенні органічного навантаження, проте середніх рівнях кондуктивності, та, відповідно, пов'язаною з нею солоністю води. Тобто відповідно до кількості органічного забруднення, можуть формуватися три типи угруповань: перше у водах з низькою солоністю та низько збагачених органічними речовинами, друге у водах з високою кондуктивністю та низько збагачених органічними речовинами, і найбільш представлене третє – у водах з підвищеною кондуктивністю та насиченістю органічними речовинами.

Слід зазначити, що підвищення чисельності фітопланктону також можливе при деяких інших поєднаннях вказаних показників. Особливо це примітно на контурному плоті, що побудовано на тих самих даних (рис. 5.9 Д), де чітко викреслені 6 окремих типів угруповань у різних умовах середовища в озері Вейсове. Таким чином, екосистема озера Вейсове виглядає більш складною, менш прогнозуємою, проте, з іншого боку, й більш стійкою до змін параметрів. Даний висновок статичних розрахунків може допомогти екологам при виборі засобів впливу при антропогенному регулюванні екосистеми даного озера.

Статистичний аналіз методом зважених найменших квадратів, виконаний для озера Гаряче, можна бачити на рисунках 5.10. Видно, що динаміка такого важливого показника життєдіяльності екосистеми, як чисельність водоростей планктону, має суттєві відмінності від таких у озерах Ріпне та Вейсове, що були розглянуті вище. Прогностичність (значення вище жовтого шару) виявляє збільшення чисельності (рис. 5.10 А) не тільки за максимальних значень біомаси, коли видове багатство також досягає максимальних значень, але й також при стабільно невисоких значеннях біомаси, близько 430 мкг/дм^3, та при всій виявленій амплітуді видового багатства.

Це нетипове явище було потрібно розглянути більш детально для виявлення причин змін у екосистемі оз. Гаряче. На рисунку 5.10 Б видно, що з

цим явищем практично не пов’язана величина середнього об’єму клітин, тобто, побудована поверхня виявляється практично на паралельній основі. У той час як зв'язок біомаси фітопланктону з кондуктивністю та індексами сапробності (рис. 5.10 В) виявляє два різних типи умов, у яких підвищується видове багатство водоростей: 1) низьке органічне забруднення в умовах високої мінералізації води, та 2) висока мінералізація води в умовах підвищення органічного забруднення. Число видів було мінімальним у водах з низькою кондуктивністю, слабко насичених органікою. В даній побудові можна бачити тільки результати аналізу, проте прогностичність відсутня. Тобто, у виміряних нами умовах озера Гаряче, система залишається стабільною, однак, схильною до хронічної періодичної зміни основних показників.

Стабільним виявилося також підвищення середньоклітинного об’єму при збільшенні надходження органічного забруднення та стабільного видового багатства (рис. 5.10 Г). Число видів було мінімальним у водах з низьким вмістом поживних речовин та угруповання тут складалися з дрібноклітинних видів. На противагу число видів зростало зі збільшенням органічного навантаження, одночасно збагачуючись крупноклітинними видами.

Вплив таких базових показників води оз. Гаряче, як pH та кондуктивність на видове багатство фітопланктонних комплексів відображено на контурному плоті (рис. 5.10 Д). На ньому можна бачити, що в озері розвиваються два різних типи угруповань: 1) при кондуктивності нижче 11 млСм/см та pH нижче 7,8, та 2) при більш високих значеннях кондуктивності та pH.

В цілому виникає картина стабільних циклічних змін в екосистемі озера, що відображуються у періодичному розвитку двох різних комплексів видів водоростей планктону. Їх існування більш пов’язано зі зміною солоності та pH середовища ніж з органічним забрудненням. Можна припустити, що дані впливи несуть періодичний характер кліматичних флуктуацій.

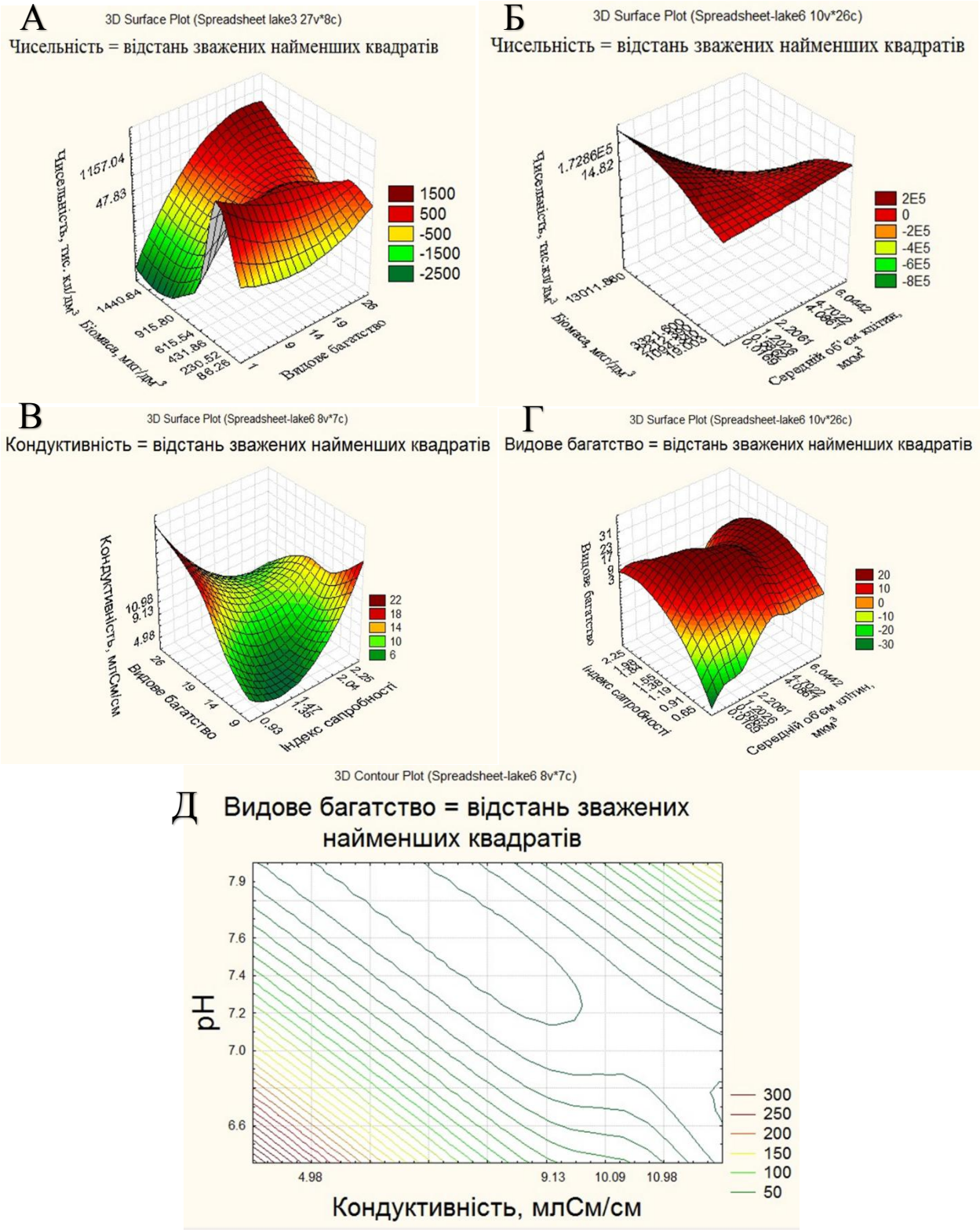

Рис. 5.10. Графіки відносин, що розраховані: А – між кількісними змінними і видовим багатством, Б – між кількісними змінними та середнім об’ємом клітин, В – між кондуктивністю, видовим багатством та індексом сапробності, Г – між видовим багатством, індексом сапробності та середнім об’ємом клітин, Д – між кондуктивністю води та pH для озера Гаряче

Інший приклад динаміки біотичних та абіотичних показників екосистеми було виявлено для озера Сліпне (рис. 5.11). Рисунок 5.11 А показує відсутність зв'язку приросту чисельності з ростом біомаси, однак приріст видового багатства був чітко узгоджений з ростом числа клітин водоростей. Прогностичність виявляє ріст чисельності клітин приблизно до 12 млн. кл/дм^3, коли видове багатство буде зростати, тобто виявляється значимість видового складу водоростей планктону озера Сліпне.

Чисельність клітин у амплітуді показників води оз. Сліпне показує існування двох комплексів видів (рис. 5.11 Б): 1) дрібноклітинні види, що створюють велику біомасу, та 2) крупноклітинні види, чисельність клітин яких також може бути високою, проте лише періодично, за високої загальної біомаси фітопланктону. Прогностичність поверхні (вище шару світло-зеленого кольору) на рисунку показує важливість крупноклітинних видів у функціонуванні екосистеми озера Сліпне.

Зв'язок спільного впливу рівня органічного забруднення та кондуктивності води на чисельність фітопланктону оз. Сліпне показано на рисунку 5.11. В. Можна бачити, що підвищення кондуктивності відбувається одночасно зі збільшенням індексу сапробності, причому особливо високе органічне забруднення знижує видове багатство водоростей планктонних комплексів, коли відбувається зниження загальної мінералізації води. Даний висновок дозволяє припустити, що сезонне опріснення вод озера з таненням снігу несе також масу органічного забруднення, причому в даних умовах фітопланктон збіднюється.

У загальному плані, на рисунку 5.11 Г видно, що органічне забруднення впливає на стільки на видове багатство водоростей планктону, скільки на видовий склад – видове багатство крупноклітинних видів розвивається в умовах зниженого надходження органічного забруднення. Таким чином, на екосистему оз. Сліпне більш позитивно впливає відсутність стоку органічних забруднень з басейну водозбору.

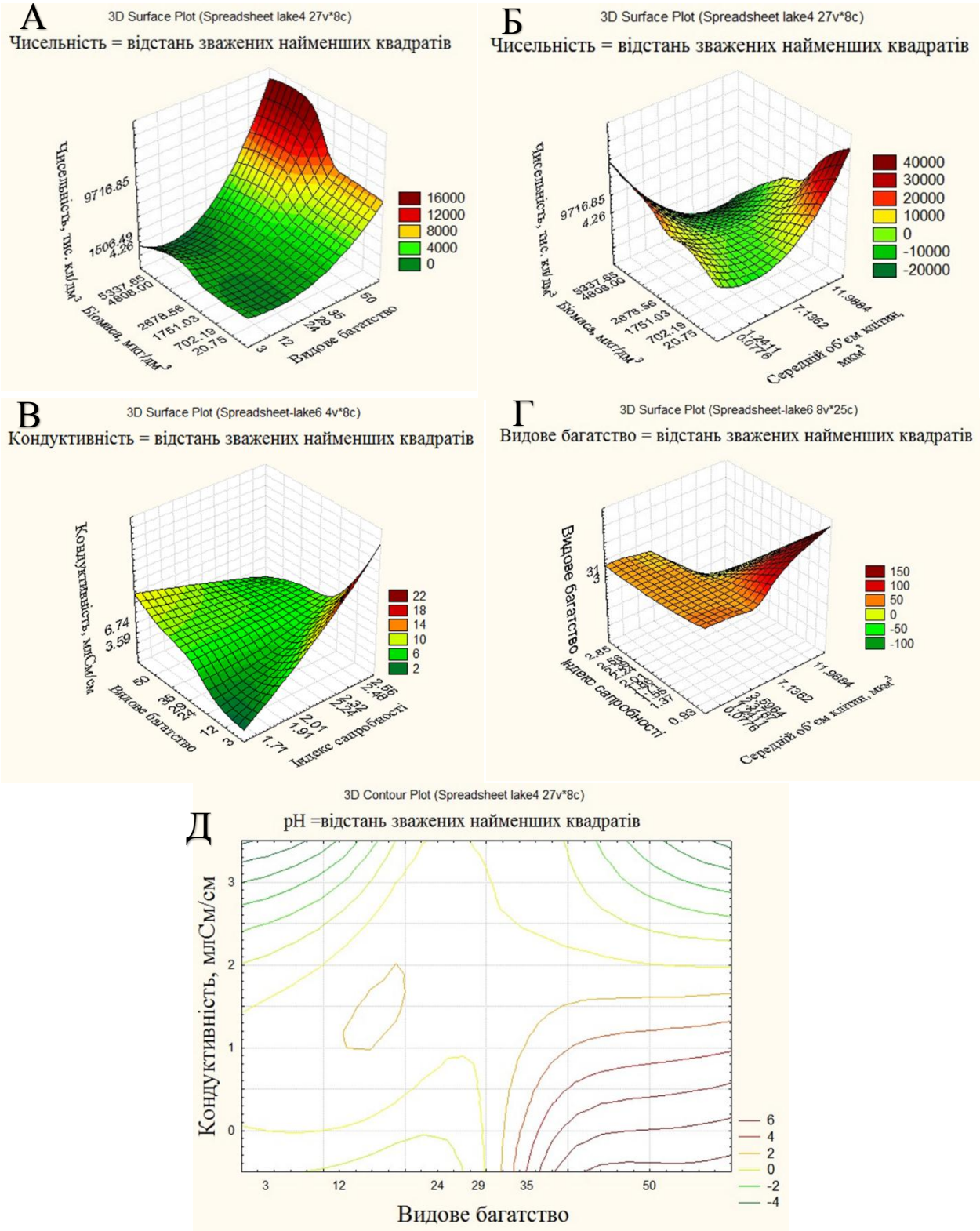

Рис. 5.11. Графіки відносин, що розраховані: А – між кількісними змінними і видовим багатством, Б – між кількісними змінними та середнім об’ємом клітин, В – між кондуктивністю, видовим багатством та індексом сапробності, Г – між видовим багатством, індексом сапробності та середнім об’ємом клітин, Д – між кондуктивністю води та pH для озера Сліпне

Рисунок 5.11 Д підтверджує існування у Сліпному як мінімум трьох комплексів водоростей планктону, пов’язаних зі значеннями основних параметрів води. Перший з них визначається низькою мінералізацією та низьким pH води, другий розвивається в умовах високої мінералізації та високого pH, а третій – за низької мінералізації та високого pH води. Було виявлено, що при високих pH та кондуктивності формуються маловидові комплекси водоростей, однак слід зазначити, що видове багатство зростає зі зменшенням вмісту солей та pH. Таким чином, виявляється складність екосистеми оз. Сліпне, що пов’язана не тільки з надходженням органічного забруднення з басейну водозбору, але й із впливом кліматичних флуктуацій.

Статистичний аналіз методом зважених найменших квадратів для трьох мілководних частково пересихаючих озер Левадне, Червоне та Озеро показано на рисунках 5.12. На рисунках 5.12 А та Б видно, що чисельність фітопланктону була більш за все пов’язана з приростом загальної біомаси, однак у той же час також і з перебудовою комплексів фітопланктону: 1) дрібноклітинних видів з високою біомасою, та 2) крупноклітинних видів, що створюють біомасу значно нижчих значень. Видове багатство не залежало від кількісних змінних. Біомаса збільшувалася зі збільшенням чисельності, але число видів коливалося у невеликих межах. Прогностичність рисунку 5.12 А виявляє тенденцію до росту чисельності при прирості біомаси фітопланктону, причому найбільш яскраво це може бути виражено у комплексах зі збідненим видовим складом.

Тенденція до збільшення середнього об’єму клітин водоростей (рис. 5.12 В) виявляється з одного боку із надходженням органічного забруднення, з іншого – зі зниженням числа видів у комплексі водоростей планктону. Тобто збільшення об’єму клітин було пов’язано з надходженням органічних речовин, проте воно існує тільки у маловидових комплексах. Зі зростанням органічного навантаження клітини ставали більш крупними, а число видів менше, хоча видно, що ця залежність непряма, а отже вона була пов’язана зі зміною й інших факторів.

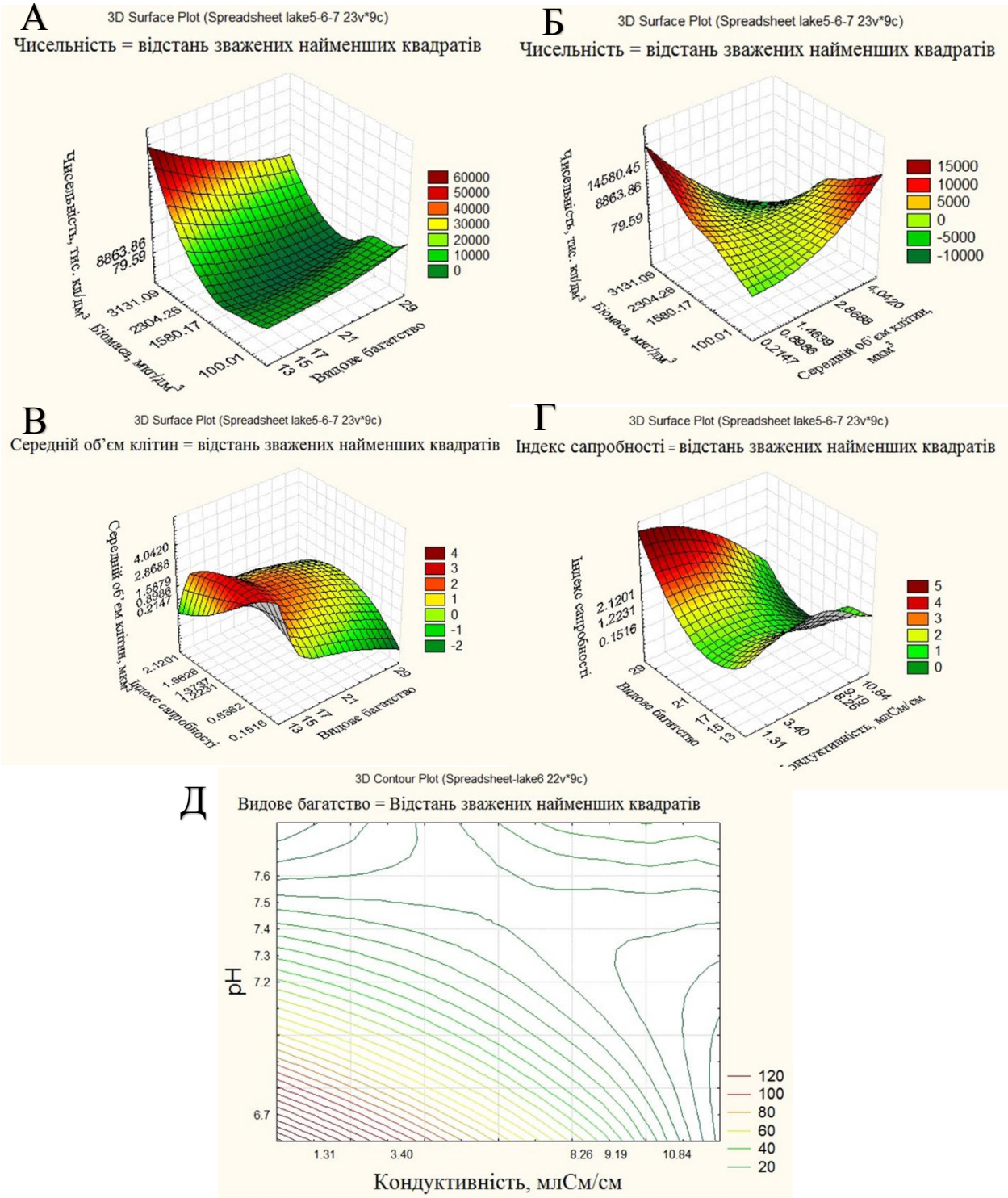

Рис. 5.12. Графіки відносин, що розраховані: А – між кількісними змінними і видовим багатством, Б – між кількісними змінними та середнім об'ємом клітин, В – між середнім об'ємом клітин, індексом сапробності та видовим багатством, Г – між кондуктивністю, видовим багатством та індексом сапробності, Д – між кондуктивністю води та pH для озер Левадне, Червоне та Озеро

У той же час комплекси крупноклітинних видів, як показників благонадійного стану екосистеми озера, були пов’язані зі зниженням загальної мінералізації води (рис. 5.12 Г). Залежність не проста, проте вона добре виявляється у прогностичності потенції стимулювання росту видового багатства надходженням органічного забруднення.

Аналіз розподілу видового багатства у градієнті основних показників води – pH та кондуктивності – дозволяє виділити існування як мінімум двох різних комплексів. Перший, найбільш представлений, приурочений до відносно низько мінералізованих вод з pH від нейтральних значень до слабколужних (7,5). Водорості другого комплексу віддають перевагу високо мінералізованим водам з pH вище 7,6. Найменша кількість видів була в угрупованнях з високою кондуктивністю та pH. Таким чином, аналіз виявив, що кліматичні флуктуації для екосистем мілководних озер більш значимі, ніж органічне забруднення. Даний висновок може мати важливий вплив на систему прийняття рішень при проектуванні регулювання екосистем даних озер.

Таким чином, аналіз зв’язку показників фітопланктону з хімічним складом води досліджуваних озер дав наступні результати:

За хімічним складом води змінні в озерах коливалися від прісних слабко кислих до солонуватих лужних (додаток П). За органічним забрудненням по індексу сапробності S (додаток Р) озера можуть бути класифіковані як низько або середньо забруднені, класу якості води II-III у всіх озерах, окрім озер Вейсове (2,74) та Сліпне (2,86), води яких періодично відносяться до IV класу якості. [8]. Видове багатство було вище в північній групі озер, ніж в дрібних південних озерах відносно діатомових водоростей. На зелені та синьозелені види водоростей було багате озеро Сліпне. Індекс Шеннона коливалася в усіх озерних угрупованнях, але в групі мілководних озер він був нижче. Середній об’єм клітин коливався також, але найбільші коливання були виявлені в озерах Ріпне та Сліпне з групи північних озер. У цьому випадку ми бачимо, що

відповідь угруповання на змінні залежить від складності впливу в кожному озері.

Багатомірний регресійний аналіз (табл. 5.1-5.5) 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 (позначається індексом сапробності S); в той час як позитивні фактори – кальцій і сульфіди, ніколи не були високими в цій групі озер. Ці результати доводять, що хімічні змінні відіграють важливу роль в продуктивності угруповань і видовому складі в мілководних озерах, в той час як угруповання глибоких озер знаходяться під впливом солоності, лужності, карбонатів і органічних забруднень.

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. Середній об’єм клітин негативно корелював з чисельністю і індексом Шеннона, що відображає залежність складності структури угруповань від продуктивності водоростей. Висока продуктивність водоростей у досліджених озерах провокує зростання малих одноклітинних видів і, отже, збільшується ентропія екосистеми озер [145].

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 pH (рис. 5.1). В озерах Вейсове та Гаряче було знайдено вид-індикатор *Dunaliella salina*, який позитивно

корелював з солоністю (рис. 5.2, 5.3). 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 (рис. 5.3). *Peridiniopsis oculatum* в озері Сліпне (рис. 5.4) виступав в якості біоіндикатора води з підвищеним pH, а також негативно реагував на кондуктивність, натрій, магній і сульфіди. Індикаторами загального вмісту солей в озері Левадне (рис. 5.5) були *Dunaliella salina, Diatoma elongatum* та *Hyaloraphidium contortum* var. *tenuissimum.* БАВ озера Червоне (рис. 5.6) 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 (рис. 5.7), що *Chaetoceros muelleri* та *Gomphonema angustatum* виступали індикаторами високої солоності та відносно низького pH.

Найбільш важливі відносини, розраховані між параметрами озер, показали, що в північній групі озер чисельність і біомаса збільшувалися синхронно по відношенню до видового багатства. В озерах даної групи органічне навантаження грало важливу роль у формуванні двох типів угруповань: одна – дрібноклітинних водоростей у водах, що багаті органічними речовинами і друга – з більш крупними клітинами у водах, що слабко насичені органічними речовинами. Проте, слід відзначити, що в озері Гаряче спостерігалася протилежна тенденція: угруповання збагачувалися крупноклітинними видами при збільшенні органічного навантаження. Кондуктивність води та pH, 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 pH, 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. Отримані результати підтверджують висновки, зроблені при біоіндикаційному аналізі досліджених озерних угруповань (розділ 3.2) про те, що видове багатство піддавалося впливу солоності, як і в інших озерах, розташованих у посушливих умовах [123-126], в яких солоність води зіграла історичну роль у процесі формування різноманітності водоростей. Проте даний детальний аналіз показав, що органічне навантаження також виступає важливим регуляторним фактором.

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. В складі фітопланктону усіх 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 спостерігалося 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^3) характеризувався фітопланктон озера Гаряче з високим рівнем мінералізації (60,1 г/дм^3), а найбільшою середньою біомасою (3,859 мг/дм^3) – фітопланктон озера Сліпне з низькою мінералізацією (5,6 г/дм^3). 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_3^-) 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.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии / О. А. Алекин. – Л.: Гидрометиздат. – 1953. – 295с.
2. Анисимова Н. В. К биологии Славянских соляных водоемов (по наблюдениям 1926-1927 гг.) / Н. В. Анисимова. // Изв. ин-та физ.-хим. анализа. – 1930. – 4, № 2. – С. 404–405.
3. Ахметова Н. И. Диатомовые водоросли Восточного Балхаша : автореф. дис. на получение науч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.16 «Экология (Биологические науки)» / Н. И. Ахметова – Ленинград, 1986. – 52 с.
4. Білоус О. П. Біоіндикаційний аналіз верхньої ділянки річки Південний Буг по фітопланктону / О. П. Білоус, С. С. Баринова, П. Д. Клоченко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – 1 (32). – С. 76–88.
5. Баринова С. С. О фитопланктоне Артемовского водохранилища / С. С. Баринова // Экология и систематика пресноводных организмов Дальнего Востока : (сборник статей) / Акад. наук СССР, Дальневост. науч. центр, Биол.-почв. ин-т; [редкол.: И. М. Леванидова (отв. ред.) и др.] – 1983. – С. 11-19.
6. Баринова С. С. К альгофлоре Артемовского водохранилища (Приморский край) / С. С. Баринова // Флора и систематика споровых растений Дальнего Востока : (сборник научных трудов). – 1986. – С. 3-21.
7. Баринова С. С. Анализ альгофлоры Артемовского водохранилища (Приморский край) / С. С. Баринова // Криптогамические исследования на Дальнем Востоке : (сборник научных трудов). – 1990. – С. 29-44.
8. Баринова С. С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С. С. Баринова, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова. – Тель-Авив, 2006. – 498 с.

9. Береховских В. Ф. Современное экологическое состояние оз. Селигер / В. Ф. Береховских, З. В. Волкова, Н. С. Золотарева // Водные ресурсы. – М., 1997. – Том 24, вып. 3. – С. 344–351.
10. Валеева Э. И. Альгофлора водоемов бассейна Туринско-Пышминского междуречья в нижнем течении / Э. И. Валеева // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2011. – № 11. – С. 3–18.
11. Вассер С. П. Водоросли. Справочник / С. П. Вассер, Н. В. Кондратьева, Н. П. Масюк и др. – К.: Наук. думка, 1989. – 608 с.
12. Ветрова З. И. Флора водорослей континентальных водоёмов Украины. Эвгленофитовые водоросли / З. И. Ветрова. – К.: Наукова думка, 1993. – 260 с.
13. Вода питьевая. Метод определения общей жесткости : ГОСТ 4151-72 – ГОСТ 4151-72. – [Действующий от 1974-01-01]. – М.: Издательство стандартов, 1972. – 6 с. – (Государственный стандарт Союза ССР).
14. Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов : ГОСТ 4245-72 – ГОСТ 4245-72. – [Действующий от 1974-01-01]. – М.: Издательство стандартов, 1972. – 7 с. – (Государственный стандарт Союза ССР).
15. Вода питьевая. Метод отпределения содержания сухого остатка : ГОСТ 18164-72 – ГОСТ 18164-72. – [Действующий от 1974-01-01]. – М.: Издательство стандартов, 1972. – 4 с. – (Государственный стандарт Союза ССР).
16. Водно-солевой баланс Славянских озер (Гидролого-гидрохимические работы 1972 года) / А. Тимченко, О. Ривман, В. Фомичева и др. – Москва, 1973, Т. 1. – 256 с.
17. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения гидрокарбонат-ионов : ГОСТ 23268.3-78 – ГОСТ 23268.3-78. – [Действующий от 1980-01-01]. – М.: Издательство стандартов, 1978. – 5 с. – (Государственный стандарт Союза ССР).

18. Высоцкий А. И. Mastigophora и Rhizopoda, найденные в Вейсовом и Репном озёрах / А. И. Высоцкий // Тр. об-ва испыт. природы при Харьк. ун-те. – 1888. – 21. – С. 119–140.
19. Глобан Б. Унифицированные методы исследования качества вод. Часть 1. Методы химического анализа вод. Том 1 Основные методы. / Б. Глобан. – Москва: Типография при Управлении делами секретариата СЭВ. – 1987. – 1244 с.
20. Голлербах М. М. Синезелёные водоросли / М. М. Голлербах, Е. К. Косинская, В. И. Полянский. – М.: Совет. наука, 1953. – 650 с. [Опред. пресновод. водор. СССР. Вып. 2].
21. Горбулин О. С. Водоросли техногенных соленых озер Донбасса / О. С. Горбулин, Т. В. Догадина, Е. Л. Косик // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія біологія. – № 5 (3). – 2003. – С. 80–93.
22. Горбулин О. С. Эколого-биологический характеристики Cryptophyta флоры Украины / О. С. Горбулин // Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна. Серія: біологія. – № 13(947). – 2011. – С. 47–56.
23. Горленко В. М. Микробиология / В. М. Горленко, Е. Н. Чеботарев, В. Н. Качалкин. – М.: Наука, 1973. – 2. – С. 57–68.
24. Давыдов В. Д. Голубое ожерелье Донбасса: науч.-попул. очерк. / В. Д. Давыдов – Донецк: Донбасс, 1980. – 100 с.
25. Дедова А. З. Заповедная природа Донбасса: Путеводитель /А. З. Дедова – Донецк: Донбасс, 1983. – С. 78–80.
26. Дедусенко-Щеголева Н. Т. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 8. Зелёные водоросли. Класс Вольвоксовые. / Н. Т. Дедусенко-Щеголева, А. М. Матвиенко, Л. А. Шкорбатов – М.-Л.: Изд-во Акад. Наук СССР, 1959. – 232 с.

27. Догадина Т. В. Новые и редкие для флоры СССР виды рода Characiopsis (Xanthophyta) / Т. В. Догадина // Ботан. журн. – 1983. – Т.68, №9. – С. 1261–1263.
28. Еленкин А. А. Синезеленые водоросли СССР. Монография пресноводных и наземных Cyanophyceae, обнаруженных в пределах СССР. Специальная (систематическая) часть. Вып. II. III. Hormogoneae (Geitl.) Elenk. (окончание) / А. А. Еленкин. – М.-Л.: Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова, 1949. – 1908 с.
29. Заповедная природа Донетчины (Методические рекомендации в помощь лектору) – Донецк, 1979. – 24 с.
30. Исидоров В. А. Введение в химическую экотоксикологию / В. А. Исидоров. – СПб: Химиздат, 1999. – 144 с.
31. Исмаилходжаев Б. Ш. Влияние экологических факторов на рост, продуктивность и биохимические особенности некоторых видов *Chlorella* Beyer., *Scenedesmus* Meyen, *Ankistrodesmus* corda, *Chlamydomonas* Ehr. в культуре : автореф. дис. на получение науч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.05 «Ботаника» / Б. Ш. Исмаилходжаев. – Ташкент, 1984. – 21 с.
32. Качество воды. Определение электропроводности : ISO 7888:1985. – ISO 7888:1985. – [Действующий от 1985-05-01]. – Германия: Немецкий институт по стандартизации Э.В., 1985. – 6 с. – (Международный стандарт).
33. Киселев И. А. Панцирные жгутиконосцы в морях и пресных водоёмах УССР / И. А. Киселев. – М.-Л.: Наука Пресс, 1950. – 280 с.
34. Киселев И. А. Пирофитовые водоросли / И. А. Киселев. – М.-Л.: Наука Пресс, 1954. – 212 с.
35. 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.
36. 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.

37. 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). – Донецк: ДонНТУ, ДонНУ, 2008. – С. 245–246.
38. 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.
39. 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.
40. 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.
41. 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). – Донецк: „Вебер” (Донецкая филия), 2009. – С. 53–54.
42. 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.

43. 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.
44. 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.
45. Климюк В. Н. Сезонные изменения количественных характеристик фитопланктона Славянских озёр / В. Н. Климюк, Н. М. Лялюк / Тезисы 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.
46. 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.
47. 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.
48. 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 р.). – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ, 2010. – С. 198–199.

49. 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.
50. 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.
51. Климюк В. Н. Размерные характеристики фитопланктона Славянских соленых озер. / В. Н. Климюк // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2012. – № 1 (12). – С. 88–96.
52. 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 г.). – Житомир: ЖДТУ, 2013. – С. 41.
53. 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 г.). – Донецк: ДонНТУ, ДонНУ, 2013. – С. 10–11.
54. 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. – Режим доступу до журн. : http://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2013/2065/SectionBiology_2013.pdf

55. 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 г.). – Донецьк: ДонНУ, 2013. – С. 131–132.
56. 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 г.). – Донецк: ДонНУ, 2013. – С. 220–221.
57. Климюк В. М. Біоіндикаційний аналіз солоних озер РЛП «Слов’янський курорт» за фітопланктоном / В. М. Климюк, С. С. Баринова, Н. М. Лялюк // Гідрологія, гідрохімія та гідроекологія. – 2014. – Т. 2(33). – С. 70–80.
58. 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 г.). – Донецк, ДВНЗ «ДонНТУ», 2014. – С. 16–18.
59. Климюк В. Н. Температурная приуроченность водорослей планктона озер РЛП «Славянский курорт» / В. Н. Климюк, Н. М. Лялюк // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – 16, № 1. – С.214–217.
60. Климюк В. М. Кількісні показники фітопланктону Слов’янських солоних озер / В. М. Климюк, Н. М. Лялюк // Гідробіологічний журнал. – 2014. – 50 (6) – С. 33-39.
61. Клоченко П. Д., Царенко П. М., Иванова И. Ю. Особенности видового состава фитопланктона водоемов Национального природного парка

«Голосеевский» (Киев) / П. Д. Клоченко, П. М. Царенко, И. Ю. Иванова // Гидробиологический журнал. – 2010. – 46 (1). – С. 37-46.

62. Кондратьєва Н. В. Синьо-зелені водорості – Cyanophyta. Клас гормогонієві – Hormogoniopheceae / Н. В. Кондратьєва. – К. : Наукова думка, 1968. – 524 с.
63. Константинов А. С. Общая гидробиология. / А. С. Константинов – М.: Высш. шк., 1986. – 472 с.
64. Крахмальный А. Ф. Аннотированный список динофитовых водорослей водоемов Украины / А. Ф. Крахмальный. – Киев, 1994. – 48 с. – Деп. в ВИНИТИ 03.06.94, № 1091.
65. Крахмальный А. Ф. Dinophyta. Разнообразие водорослей Украины / А. Ф. Крахмальный, З. А. Панина // Альгология. − 2000. – 10 (4). − С. 68–83.
66. Криштофович А. Н. Диатомовый анализ. Книга 3. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей. Порядок Pennales. / Под общ. ред. А. Н. Криштофовича. – М.: Гос. изд-во геолог. лит-ры, 1950. – 402 с.
67. Курейшевич А. В., Морозова А. А., Шуляренко А. В., Пахомова М. Н. Минерализация воды как фактор, определяющий развитие фитопланктона и содержание в нем фотосинтезируемых пигментов / А. В. Курейшевич, А. А. Морозова, А. В. Шуляренко, М. Н. Пахомова // Гидробиологический журнал. – 2002. – 38 (5). – С. 32-46.
68. Куруленко С. С. Донбас заповідний. Науково-інформаційний довідник-атлас / С. С Куруленко, С. В. Третьяков. – Донецьк: Донецька філія державної установи «Державний екологічний інститут Мінприроди України», 2008. – 168 с.
69. Леваковский И. Ф. О славянских соляных озерах / И. Ф. Леваковский // Тр. об-ва испытателей природы при Харьк. ун-те. – 1870. – 10. – С. 1–10.

70. Лещенко Г. Региональный ландшафтный парк «Славянский курорт» / Г. Лещенко // Экологическая газета «Наш край». – 2007. – № 19 (261). – С. 3.
71. Лялюк Н. М. Фитопланктон славянских соленых озер (Украина) / Н. М. Лялюк, В. Н. Климюк // Альгология. – 2011. – 21, № 3. – С. 321–328.
72. Макеева Е. Г. Водоросли озер степной части государственного природного заповедника «Хакасский» : автореф. дис. на получение науч. степени канд. биол. наук : 03.02.01 «Ботаника» / Е. Г. Макеева. – Новосибирск, 2012. – 19 с.
73. Макрушин А. В. Биологический анализ качества вод / А. В. Макрушин. – Л.: Мысль, 1974. – 53 с.
74. Матвиенко А. М. Золотистые водоросли. / А. М. Матвиенко – М.: Совет. наука, 1954. – 190 с.
75. Матвієнко О. М. Пірофітові водорості – Pyrrophyta. / О. М. Матвієнко, Р. М. Литвиненко – К.: Наук. думка, 1977. – 388 с.
76. Матвієнко О. М. Жовтозелені водорості. / О. М. Матвієнко, Т. В. Догадіна. – К.: Наук. думка, 1978. – 512 с.
77. Матвиенко А. М. Желтозеленые водоросли черноземов Харьковской области / А. М. Матвиенко, Т. В. Догадина // Вестник Харьк. ун-та. – №269: Пробл. флористики и геоботаники, физиол. и иммунитета раст. – Харьков: Изд-во Харьк. гос. ун-та, 1985. – С. 3–4.
78. Михеева Т. М. Степень колониальности и размерно-весовые характеристики фитопланктонных сообществ водных экосистем Беларуси / Т. М. Михеева // Гидробиологический журнал, 1998. – 34 (2). – С. 9–19.
79. Мошкова Н. О. Улотриксові й Кладофорові водорості / Н. О. Мошкова. – К.: Наук. думка, 1979. – 500 с.
80. Науменко Ю. В. Водоросли солоноватого озера Лиственки (участок «Подзаплоты», заповедник «Хакасский» / Ю. В. Науменко, Е. Г. Макеева // Растительный мир Азиатской России. – 2011. – 2 (8). – С. 28–33.

81. Неврова Е. Л. Донные диатомовые водоросли солёных озер Крыма / Е. Л. Неврова, Н. В. Шадрин // Морський екологічний журнал. – 2005. – №4. – Т. IV. –С. 61–71.
82. Петльований О. А. Chlorophyta солоних озер Донецько-Приазовського степу / О. А. Петльований // Український ботанічний журнал. – 2001. – 58 (5). – 583–593.
83. Петльований О. А. Chlorophyta континентальних водойм Донецько-Приазовського Степу (Україна): дис. … кандидата біол. наук : 03.00.05 / Петльований Олег Анатолійович. – К., 2005. – 323 с.
84. Петлеванный О. А. Характерные особенности Chlorophyta водоемов Донецко-Приазовской Степи (Украина) / О. А. Петлеванный // Альгология. – 2006. – 16, № 1. – С. 105-129.
85. Попков А. И. Развитие процессов подтопления и карстования в пределах территории г. Славянск Донецкой области / А. И. Попков, Ю. И. Моренко, Л. Г. Попковская. – Артёмовск: Фонды ГРГП «Донецкгеология», 2005.
86. Прошкина-Лавренко А. И. Водоросли соленого Вейсова озера в Славянске / А. И. Прошкина-Лавренко // Изв. ин-та физ.-хим. анализа. – 1930. – 4, № 2. – С. 401–404.
87. Прошкина-Лавренко А. И. Фитопланктон степных рек левобережной Украины / А. И. Прошкина-Лавренко // Журн. Русск. Бот. об-ва. – 1930. – 14 (3). – С. 209–232.
88. Прошкина-Лавренко А. И. Новые виды *Euglenaceae* из соленых водоемов УССР / А. И. Прошкина-Лавренко // Бот. мат. отд. спор. раст. ботан. Ин-та. АН СССР. – 1937. – 4 (8-9). – С. 14–22.
89. Прошкина-Лавренко А. И. Новые виды рода *Characiochloris* Pasch. / А. И. Прошкина-Лавренко // Бот. мат. отд. спор. раст. ботан. ин-та АН СССР. – 1941. – 5 (4-6). – С. 49–60.
90. Прошкина-Лавренко А. И. Новый вид рода Pedinomonas salina Proschk.-Lavr. et Aniss. соленых озер УССР / А. И. Прошкина-Лавренко // Бот. мат. отд. спор. раст. ботан. ин-та АН СССР. – 1941. – 5 (4-6). – С. 68–75.

91. Прошкина-Лавренко А. И. Новые виды и роды водорослей из соленых водоемов УССР / А. И. Прошкина-Лавренко // Бот. мат. отд. спор. раст. ботан. ин-та АН СССР. – 1945. – 5 (10-12). – С. 142–154.
92. Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли планктона Чёрного моря / А. И. Прошкина-Лавренко. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – 224 с.
93. Разнообразие водорослей Украины / Под ред. С. П. Вассера, П. М. Царенко // Альгология. – 2000. – 10, № 4. – 309 с.
94. Рубенчик Л. И. К микробиологии биоанизотропных солёных водоёмов. Исследования Славянских озёр. Часть 1 / Л. И. Рубенчик, Д. Г. Гейхерман // Микробиология. – М.-Л., 1939. – VIII. – Вып. 5. – С. 213–234.
95. Рубенчик Л. И. К микробиологии биоанизотропных солёных водоёмов. Исследования Славянских озёр. Часть 2 / Л. И. Рубенчик, Д. Г. Гейхерман // Микробиология. – М.-Л., 1940. – IX. – Вып. 1. – С. 289–295.
96. Рубенчик Л. И. Микроорганизмы и микробиальные процессы в солёных водоёмах УССР / Л. И. Рубенчик. – Киев, 1948. – 156 с.
97. Свирид А. А. Диатомовые водоросли озер Березинского биосферного заповідника : автореф. дис. на получение науч. степени канд.. биол. наук : спец. 03.00.05 «Ботаника» / А. А. Свирид. – Минск, 2000. – 23 с.
98. Симоненко В. Д. Очерки о природе Донбасса. / В. Д. Симоненко – Донецк: Донбасс, 1977. – С. 75.
99. Синельников Р. Г. Памятники природы Донетчины: Путеводитель / Р. Г. Синельников, С. П. Попов, Д. С. Ивашин, Н. Т. Янко. – Донецк: Донбасс, 1979. – С. 46–49.
100. Соломонова Е. С. Вариабельность размеров у некоторых видов черноморских диатомей / Е. С. Соломонова // Экология моря. – 2009. – Вып. 78. – С. 81–86.
101. Степанов П. Т. Фауна Вейсового озера / П.Т. Степанов // Тр. об-ва испытателей природы при Харьк. ун-те. – 1885. – 19. – С. 87–93.
102. Степанов П. Т. Материалы к изучению фауны Славянских соленых озёр / П. Т. Степанов // Bull. Soc. natur. Moscou. – 1889. – 62 (2). – С. 184–199.

103. Топачевський О. В. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Діатомові водорості – Bacillariophyta (Diatomeae) / О. В. Топачевський, О. П. Оксіюк. – К.: Вид-во Академії наук УРСР, 1960. – 412 с.

104. Топачевский А. В. Пресноводные водоросли Украинской ССР. / А. В. Топачевский, Н. П. Масюк. – К.: Вища шк., 1984. – 336 с.

105. Фазлутдинова А. И. Морфологическая изменчивость почвенной водоросли *Hantzschia amphyoxis* (Ehr.) Grun. (*Bacillariophyta*) в условиях засоления / А. И. Фазлутдинова // Актуальные проблемы современной альгологии. Тез. докл. II Международной конференции. – К., 1999. – С. 145.

106. Харитонов В. Г. Об особенностях распределения диатомовых водорослей на севере Магаданской области / В. Г. Харитонов // Ботанический журнал. – 1981. – Т. 66. – № 5. – С. 731–734.

107. Холопов А. П. Грязелечение / А. П. Холопов, В. А. Шашель, Ю. М. Перов, В. П. Настенко. – Краснодар: Газетное издательство «Периодика Кубани». – 2002. – 284 с.

108. Царенко П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР / П. М. Царенко. – К.: Наук. думка, 1990. – 208 с.

109. Царенко П. М. Дополнение к разнообразию водорослей Украины / П. М. Царенко, О. А. Петлеванный. – К.: Ин-т ботаники им. Н. Г. Холодного НАНУ, 2001. – 130 с.

110. Щербак В. И., Родкин В. И. Фитопланктон высокоминерализованного озера / В. И. Щербак, В. И. Родкин // Гидробиологический журнал. – 1993. – 29 (3). – С. 21-30.

111. Щур Л. А. Структура и функциональные характеристики бактерио- и фитопланктона в экосистемах водоемов разного типа : автореф. дис. на получение науч. степени докт. биол. наук : спец. 03.00.16 «Экология» / Л. А. Щур. – Красноярск, 2006. – 30 с.

112. Эйхвальд Э. И. О минеральных водах России в естественно-историческом отношении / Э. И. Эйхвальд // Военно-мед. журнал. – 1860. – XXVII.

113. Эльяшев К. О простом способе приготовления высокопреломляемой среды для диатомового анализа / К. Эльяшев // Тр. НИИ геол. Арктики. – 1957. – № 4. – С. 74–75.

114. Юрцев Б. А. Флора Сунтар-Хаята / Б. А. Юрцев. – Ленинград: Наука, 1986. – 235 с.

115. Якість води. Визначання pH (ISO 10523:1994, MOD) : ДСТУ 4077-2001. – [Чинний від 2003-01-01]. – К. : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2001. – 16 с. – (Національний стандарт України).

116. Якість води. Визначання 33 елементів методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою : ДСТУ ISO 11885:2005 – ДСТУ ISO 11885:2005. – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 19 с. – (Національний стандарт України).

117. Якість води. Визначення лужності. Частина 1. Визначення загальної та часткової лужності (ISO 9963-1:1994, IDT) : ДСТУ ISO 9963-1:2007. – [Чинний від 2009-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 9 с. – (Національний стандарт України).

118. Acevedo-Trejos E. Biogeographical patterns of phytoplankton community size structure in the oceans / E. Acevedo-Trejos, G. Brandt, A. Merico, S. L. Smith // Global Ecology and Biogeography. – 2013. – № 22. – P. 1060–1070.

119. Agustí S. Algal cell size and the maximum density and biomass of phytoplankton / S. Agustí, C. M. Duarte, J. Kalff // Limnology and Oceanography. – 1987. – № 32 (4). – P. 983–986.

120. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 1. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta,

Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta / Eds.: P. M. Tsarenko, S. P. Vasser & Eviatar Nevo. – Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag, 2006. – 713 p.

121. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Vol. 2. Bacillariophyta / Eds.: P. M. Tsarenko, S. P. Vasser & Eviatar Nevo. – Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag, 2009. – 413 p.

122. Banse K. Cell volumes, maximal growth rates of unicellular algae and ciliates, and the role of ciliates in the marina pelagial / K. Banse // Limnology and Oceanography. – 1982. – 27 (6). – P. 1059–1071.

123. Barinova S. S. Algal species diversity of arid region lakes in Kazakhstan and Israel / S. S. Barinova, T. M. Bragina, E. Nevo // Community Ecology. – 2009. – 10(1). – P. 7–16.

124. Barinova S. Algal indication of pollution in the Lower Jordan River, Israel / S. Barinova, M. Tavassi, H. Glassman, E. Nevo // Applied Ecology and Environmental Research. – 2010. – 8(1). – P. 19–38.

125. Barinova S. S. Comparative analysis of algal communities of northern and southern Israel as bearing on ecological consequences of climate change / S. S. Barinova, G. Yehuda, E. Nevo // Journal of Arid Environments. – 2010. – 74. – P. 765–776.

126. Barinova S. S. Ecological assessment of wetland ecosystems of northern Kazakhstan on the basis of hydrochemistry and algal biodiversity / S. S. Barinova, E. Nevo, T. M. Bragina // Acta Bot. Croat. – 2011. – 70(2). – P. 215–244.

127. Barinova S. Algal diversity of the Akko Park wetlands in the Bahai Gardens (Haifa, Israel) / S. Barinova, E. Nevo // Transylv. Rev. Syst. Ecol. Res. "The Wetlands Diversity". – 2012. – 14. – P. 55–79.

128. 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.

129. Barros C. F. A. Seasonal mechanisms driving phytoplankton size structure in a tropical deep lake (Dom Helvécio Lake. South-East Brazil) / C. F. A. Barros, M. B. G. Souza, F. A. R. Barbosa // Acta Limnologica Brasiliensia. – 2006. – 18 (1). – P. 55–66.

130. Becker V. Water dynamics phytoplankton biomass and size structure of a shallow freshwater subtropical lake (Itapeva lake. south of Brazil) / V. Becker, D. Motta Marques // Acta Limnologica Brasiliensia. – 2004. – 16 (2). – P. 163–174.

131. Belkinova D. Phytoplankton based assessment of ecological status of Bulgarian lakes and comparison of metrics within the water framework directive / D. Belkinova, J. Padisák, G. Gecheva, S. Cheshmedjiev // Applied ecology and environmental research. – 2014. – 12 (1). – P. 83–103.

132. Betetti C. J. The determination of food sources for invertebrates in four ponds in NW Spain using stable isotope analysis / C. J. Betetti, A. Pérez-Bilbao, J. Garrido // Limnetica. – 2014. – 33 (1). – P. 89–106.

133. Bilous O. Phytoplankton communities in ecological assessment of the Southern Bug River upper reaches (Ukraine) / O. Bilous, S. Barinova, P. Klochenko. // Ecohydrology and Hydrobiology. – 2012. – 12(3). – P. 211–230.

134. Bilous O. Climatic influence on the phytoplankton communities of the upper reaches of the Southern Bug River (Ukraine) / O. Bilous, S. Barinova, P. Klochenko // Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research. The Wetland Diversity. – 2013. – 15 (2). – P. 61–86.

135. Boros E. Salinity and ionic composition of the shallow astatic soda pans in the Carpathian Basin / E. Boros, Zs. Horváth, G. Wolfram, L. Vörös // International Journal of Limnology. – 2014. – 50. – P. 59–69.

136. Carrick H. J. Have we overlooked the importance of small phytoplankton in productive waters? / H. J. Carrick, C. L. Schelske // Limnology and Oceanography. – 1997. – 42 (7). – P. 1613–1621.

137. Dokulil M. T. Algae as ecological bio-indicators // Bioindicators and biomonitors / M. T. Dokulil. – Kidlington, Elsevier Science Ltd., 2003. – P. 285–327.

138. Duarte C. M. Patterns in phytoplankton community structure in Florida lakes / C. M. Duarte, S. Agusti // Limnology and Oceanography. – 1992. – 37 (l). – P. 155–161.

139. Feniova I. Yu. Cladoceran community structure in three meso-eutrophic Polish lakes with varying thermal regimes / I. Yu. Feniova, V. I. Razlutskij, A. L. Palash, J. Tunowsky, E. A. Susova, A. R. Dzialowski // Limnetica. – 2014. – 33 (1). – P. 13–30.

140. Finkel Z. V. Light absorption and size scaling of light-limited metabolism in marine diatoms / Z. V. Finkel // Limnology and Oceanography. – 2001. – 46 (1). – P. 86–94.

141. Fleming R. A. Scaling-up an autoregressive time-series model (of spruce budworm population dynamics) changes its qualitative behaviour / R. A. Fleming, H.J. Barclay, J.N. Candau // Ecological Modelling. – 2002. – 149 (1–2). – P. 127–142.

142. Fott B. Algekunde / B. Fott. – Jena: Fischer, 1971. – 581 s.

143. Gaedke U. Biomass size spectra and plankton diversity in a shallow eutrophic lake / U. Gaedke, A. Seifried, R. Adrian // International Review of Hydrobiology. – 2004. – 89 (1). – P. 1–20.

144. Geider R. J. Size dependence of growth and photosynthesis in diatoms: a synthesis / R. J. Geider, T. Platt, J. A. Raven // Marine Ecology – Progress Series. – 1986. – 30. – P. 93–104.

145. Good I. J. The population frequencies of species and the estimation of population parameters / I. J. Good // Biometrika. – 1953. – 40. – P. 237–264.

146. Hammer U. T. Saline Lake Ecosystems of the World. V. 59. / Hammer U. T. – Dordrecht, Netherlands: Springer Science & Business Media. – 1986. – 616 p.

147. Heywood V. Modern approaches to floristics and their impact on the region of SW Asia / V. Heywood // Turk. J. Bot. – 2004. – 28. – P. 7–16.

148. Hillebrand H. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae / H. Hillebrand, C.-D. Dürselen, D. Kirschtel, U. Pollingher, T. Zohary // Journal of Phycology. – 1999. – 35. – P. 403–424.

149. Hillebrand H. Body size determines the strength of the latitudinal diversity gradient / H. Hillebrand, A. I. Azovsky // Ecography. – 2001. – 24 (3). – P. 251–256.

150. Hustedt F. Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra / F. Hustedt // Archiv für Hydrobiologie, Suppl. 1938-1939. – Vol. 15. – S. 131–177.

151. Hustedt F. Die Diatomeenflora des Flußsystems der Wasser im Gebiet der Hansestadt Bremen / F.Hustedt // Abhandlungen Naturwissenschaftlicher, Verein. – 1957. – Vol. 34. – S. 181–440.

152. Kamenir Y. Phytoplankton size structure stability in a meso-eutrophic subtropical lake / Y. Kamenir, Z. Dubinsky, T. Zohary // Hydrobiologia. – 2004. – 520. – P. 89–104.

153. 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.rroij.com/jbs/index.php/jbs/article/view/51/pdf

154. 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.

155. Komárek J. Cyanoprokaryota. 2. Teil: Oscillatoriales. / J. Komárek, K. Anagnostidis // Süsswasserflora von Mitteleuropa. – Jena, etc.: Elsevier, 2005. – Bd. 19/2. – 759 s.

156. Krammer K. Bacillariophyceae 1. Naviculaceae. Süβwasserflora von Mitteleuropa, 2/1. / K. Krammer, H. Lange-Bertalot. – 1997a. – Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm: G. Fischer Verlag. – 876 p.

157. Krammer K. Bacillariophyceae 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süβwasserflora von Mitteleuropa, 2/2. / K. Krammer, H. Lange-Bertalot. – 1997b. – Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.: G. Fischer Verlag. – 611 p.

158. Krammer K. Bacillariophyceae 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süsswasserflora von Mitteleuropa, 2/3. / R. Krammer, H. Lange-Bertalot. – 1991a. – Stuttgart, Jena: G. Fischer Verlag. – 576 p.

159. Krammer K. Bacillariophyceae 4. Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. Süβwasserflora von Mitteleuropa, 2/4. / K. Krammer, H. Lange-Bertalot. – 1991b. – Stuttgart, Jena: G. Fischer. – 437 p.

160. Krupa E. The effect of climatic factors on long-term dynamics of phytoplankton, zooplankton and macrozoobenthos of the Balkhash Lake (Kazakhstan, Central Asia) / E. Krupa, G. Slyvinskiy, S. Barinova // Advanced Studies in Biology. – 2014. – 6(3). – P. 115–136.

161. Novakovsky A. B. Abilities and base principles of program module “GRAPHS” / A. B. Novakovsky // Komi Scientific Center, Ural’sky Branch Russian Academy of Science, Syktyvkar. – 2004. – 27. – P. 1–28.

162. Pantle E. Die biologische Uberwachung der Gewasser und die Darstellung der Ergebnisse / E. Pantle, H. Buck // Gas Wasserfach. – 1955. – 96. – P. 604.

163. Parsons T. R. Environmental control of phytoplankton cell size / T. R. Parsons, M. Takahmhi // Limnology and oceanography. – 1973. – 18 (4). – P. 511–515.

164. Podani J. Multivariate Data Analysis in Ecology and Systematics a methodological guide to the SYN-TAX 5.0 package / J. Podani. – The Hague: SPB Publishing. – 1994. – 316 p.

165. Rose D. T. What constitutes *Gomphonema parvulum*? Long-term culture studies show that some varieties of *G. parvulum* belong with other *Gomphonema* species. / D. T. Rose, E. J. Cox // Plant Ecology and Evolution. – 2014. – 147. – P. 366–373.

166. Sládeček V. Diatoms as indicators of organic pollution / V. Sládeček // Acta Hydroch. Hydrob. – 1986. – 14. – P. 555–566.

167. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view / V.Sládeček // Ergeb. Limnol. – 1973. – 7. – P. 1–128.

168. Ter Braak C. J. F. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). / C. J. F. Ter Braak, P. Šmilauer. – Ithaca: Microcomputer Power Press. – 2002. – 500 p.

169. Thompson J. N. Insect Diversity and the Trophic Structure of Communities // Ecological Entomology / J. N. Thompson. – New York, Wiley-Interscience, 1984. – P. 537–552.

170. Tóthmérész B. Comparison of different methods for diversity ordering / B. Tóthmérész // Journal of Vegetation Science. – 1995. – 6. – P. 283–290.

171. Van Dam H. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands / H. Van Dam, A. Mertens, J. Sinkeldam // Netherlands Journal Aquatic Ecology. – 1994. – Vol. 28. P. 117–133.

172. Watanabe T. Biological indicator for the assessment of organic water pollution / T. Watanabe // Japan Journal of Water Pollution Research. – 1986. – Vol. 19. – P. 7–11.

173. Watanabe T. Numerical estimation to organic pollution of flowing water by using the epilithic diatom assemblage – Diatom Assemblage Index (DAIpo) / T. Watanabae, K. Asai, A. Houki // Science Total Environment. – 1986. – Vol. 55. – P. 209–218.

Додаток А

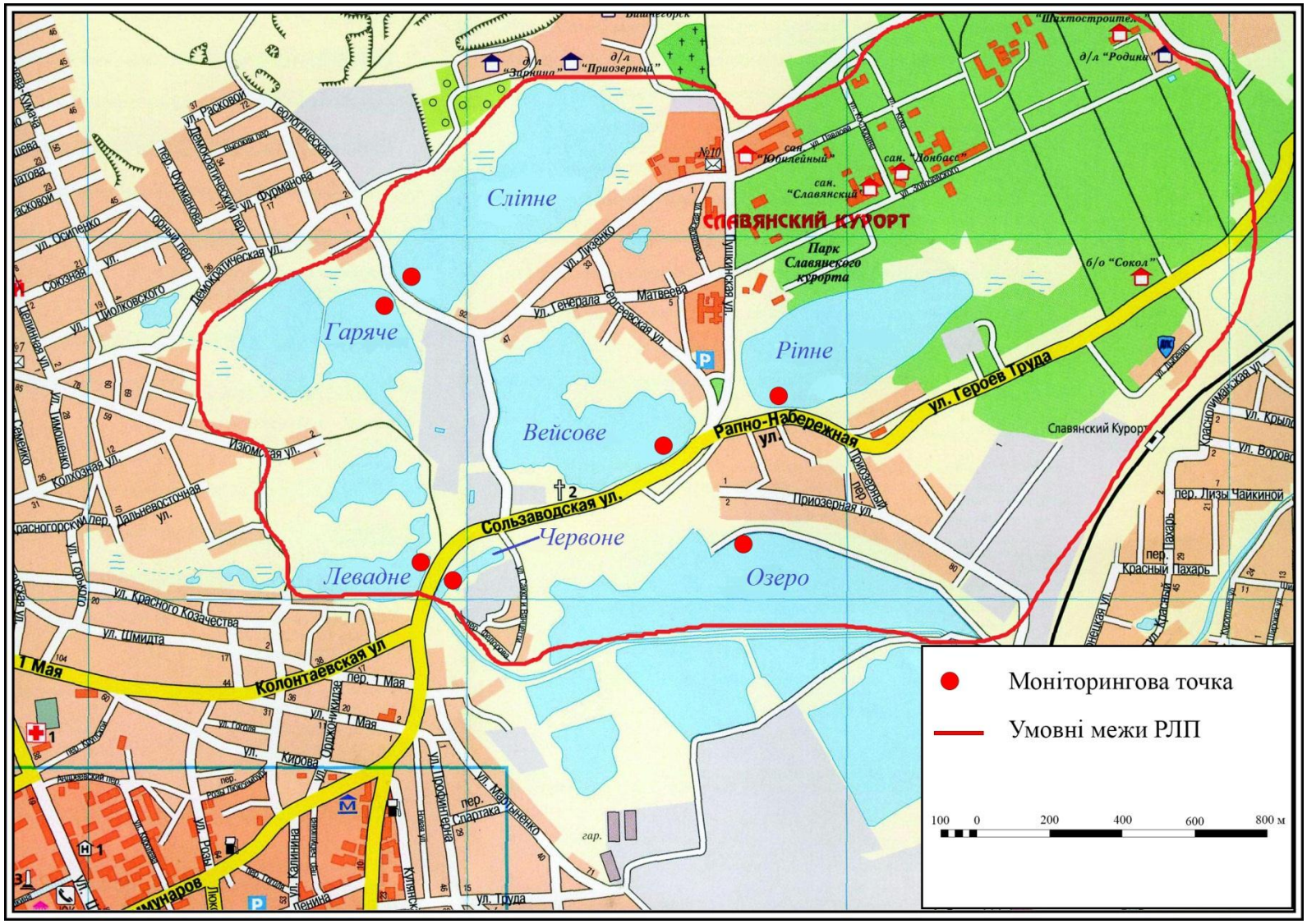

Рис. А. Карта розташування озер Регіонального ландшафтного парку «Слов’янський курорт»

Додаток Б

Рис. Б.1. Озеро Ріпне, плити

Рис. Б.2. Озеро Ріпне, вид на санаторії курорту

Рис. Б.3. Озеро Ріпне. Грязевидобувна техніка

Рис. Б.4. Озеро Червоне

Рис. Б.5. Озеро Вейсове, вид на пляж по іншу сторону озера

Рис. Б.6. Озеро Вейсове, вид на церкву

Рис. Б.7. Озеро Гаряче, пляж

Рис. Б.8. Озеро Гаряче

Рис. Б.9. Озеро Гаряче, «сільзавод» біля озера

Рис. Б.10. Озеро Левадне, «сільзавод» на задньому плані

Рис. Б.11. Озеро Сліпне

Рис. Б.12. Озеро Сліпне

Рис. Б.13. Озеро без назви (Озеро)

Рис. Б.14. Озеро без назви (Озеро)

Додаток В

Таблиця В

Дата відбору та об’єм проб фітопланктону Слов’янських озер

№ проб	Озеро	Дата відбору	Об’єм відібраної для аналізу води, мл	Спосіб концентрування (МФ – мембранний фільтр, ПС – планктонна сітка)	Особливості відбору
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	Ріпне	28.05.07	2010	МФ	
2		01.07.07	3022	МФ	
3		24.07.07	1525	МФ	
4		02.09.07	3070	МФ	
5		30.09.07	3036	МФ	
6		28.10.07	1990	МФ	
7		25.11.07	2540	МФ	
8		22.03.08	2903	МФ	
9		18.04.08	3060	МФ	
10		16.05.08	2950	МФ	
11		20.06.08	2030	МФ	
12		13.07.08	1500	МФ	3 м від берега
13		13.07.08	1520	МФ	8 м від берега
14		13.07.08	1480	МФ	20 м від берега
15		17.08.08	1465	МФ	40 см від поверхні
16		17.08.08	1460	МФ	80 см від поверхні
17		17.08.08	1490	МФ	120 см від поверхні
18		07.04.12	2000	МФ	
19		07.04.12	20000	ПС	
20		07.05.12	2000	МФ	
21		07.05.12	20000	ПС	
22		08.06.12	2000	МФ	
23		08.06.12	20000	ПС	
24		20.07.12	2000	МФ	
25		20.07.12	20000	ПС	
26		15.08.12	2000	МФ	
27		15.08.12	20000	ПС	
28		13.09.12	2000	МФ	
29		13.09.12	20000	ПС	
30		13.10.12	2000	МФ	
31		13.10.12	20000	ПС	
32		16.11.12	2000	МФ	
33		16.11.12	20000	ПС	
34		21.12.12	1500	МФ	
35		21.12.12	15000	ПС	
36		19.01.13	2000	МФ	
37		19.01.13	21000	ПС	
38		22.02.13	2000	МФ	
39		22.02.13	21000	ПС	
40		14.03.13	2000	МФ	
41		14.03.13	21000	ПС	
42		18.04.13	2000	МФ	

Продовження табл. В

1	2	3	4	5	6
43	Ріпне	18.04.13	21000	ПС	
44		20.05.13	2000	МФ	
45		20.05.13	21000	ПС	
46		14.06.13	940	МФ	
47	Вейсове	28.05.07	1690	МФ	
48		01.07.07	2990	МФ	
49		24.07.07	1475	МФ	
50		02.09.07	3054	МФ	
51		30.09.07	1995	МФ	
52		28.10.07	1795	МФ	
53		25.11.07	2475	МФ	
54		22.03.08	2925	МФ	
55		18.04.08	3060	МФ	
56		16.05.08	2975	МФ	
57		20.06.08	2035	МФ	
58		13.07.08	1980	МФ	
59		17.08.08	2000	МФ	
60		07.04.12	2000	МФ	
61		07.04.12	20000	ПС	
62		07.05.12	2000	МФ	
63		07.05.12	20000	ПС	
64		08.06.12	1500	МФ	
65		08.06.12	5000	ПС	
66		20.07.12	1500	МФ	
67		20.07.12	15000	ПС	
68		15.08.12	2000	МФ	
69		15.08.12	20000	ПС	
70		13.09.12	2000	МФ	
71		13.09.12	20000	ПС	
72		13.10.12	2000	МФ	
73		13.10.12	20000	ПС	
74		16.11.12	2000	МФ	
75		16.11.12	20000	ПС	
76		21.12.12	1500	МФ	
77		21.12.12	15000	ПС	
78		19.01.13	1500	МФ	
79		19.01.13	15000	ПС	
80		22.02.13	2000	МФ	
81		22.02.13	21000	ПС	
82		14.03.13	2000	МФ	
83		14.03.13	21000	ПС	
84		18.04.13	2000	МФ	
85		18.04.13	21000	ПС	
86		20.05.13	2000	МФ	
87		20.05.13	21000	ПС	
88		14.06.13	925	МФ	
89	Гаряче	28.05.07	1978	МФ	
90		01.07.07	3055	МФ	

Продовження табл. В

1	2	3	4	5	6
91	Гаряче	02.09.07	2930	МФ	
92		30.09.07	2980	МФ	
93		28.10.07	2565	МФ	
94		25.11.07	2570	МФ	
95		22.03.08	2880	МФ	
96		18.04.08	2998	МФ	
97		16.05.08	2990	МФ	
98		20.06.08	2010	МФ	
99		13.07.08	1980	МФ	
100		17.08.08	2100	МФ	
101		20.09.08	2005	МФ	
102		07.04.12	2000	МФ	
103		07.04.12	20000	ПС	
104		07.05.12	2000	МФ	
105		07.05.12	20000	ПС	
106		08.06.12	2000	МФ	
107		08.06.12	20000	ПС	
108		20.07.12	2000	МФ	
109		20.07.12	15000	ПС	
110		15.08.12	1500	МФ	
111		15.08.12	15000	ПС	
112		13.09.12	2000	МФ	
113		13.09.12	20000	ПС	
114		13.10.12	2000	МФ	
115		13.10.12	20000	ПС	
116		16.11.12	2000	МФ	
117		16.11.12	20000	ПС	
118		21.12.12	1500	МФ	
119		21.12.12	15000	ПС	
120		19.01.13	2000	МФ	
121		19.01.13	21000	ПС	
122		22.02.13	2000	МФ	
123		22.02.13	21000	ПС	
124		14.03.13	2000	МФ	
125		14.03.13	21000	ПС	
126		18.04.13	2000	МФ	
127		18.04.13	21000	ПС	
128		20.05.13	2000	МФ	
129		20.05.13	21000	ПС	
130		14.06.13	1035	МФ	
131	Сліпне	28.05.07	1749	МФ	
132		01.07.07	2990	МФ	
133		02.09.07	2720	МФ	
134		30.09.07	2780	МФ	
135		28.10.07	2635	МФ	
136		22.03.08	2940	МФ	
137		18.04.08	2900	МФ	
138		16.05.08	2990	МФ	

Продовження табл. В

1	2	3	4	5	6
139	Сліпне	20.06.08	2035	МФ	
140		13.07.08	1930	МФ	
141		17.08.08	1820	МФ	
142		07.04.12	2000	МФ	
143		07.04.12	20000	ПС	
144		07.05.12	2000	МФ	
145		07.05.12	20000	ПС	
146		08.06.12	1500	МФ	
147		08.06.12	5000	ПС	
148		20.07.12	2000	МФ	
149		20.07.12	15000	ПС	
150		15.08.12	1500	МФ	
151		15.08.12	15000	ПС	
152		13.09.12	2000	МФ	
153		13.09.12	20000	ПС	
154		13.10.12	2000	МФ	
155		13.10.12	20000	ПС	
156		16.11.12	2000	МФ	
157		16.11.12	20000	ПС	
158		21.12.12	1500	МФ	
159		21.12.12	15000	ПС	
160		19.01.13	2000	МФ	
161		19.01.13	21000	ПС	
162		22.02.13	2000	МФ	
163		22.02.13	21000	ПС	
164		14.03.13	2000	МФ	
165		14.03.13	21000	ПС	
166		18.04.13	2000	МФ	
167		18.04.13	21000	ПС	
168		20.05.13	2000	МФ	
169		20.05.13	21000	ПС	
170		14.06.13	935	МФ	
171	Левадне	22.02.13	2000	МФ	
172		22.02.13	21000	ПС	
173		14.03.13	2000	МФ	
174		14.03.13	21000	ПС	
175		18.04.13	2000	МФ	
176		18.04.13	15000	ПС	
177		20.05.13	2000	МФ	
178		20.05.13	15000	ПС	
179		14.06.13	625	МФ	
180	Червоне	22.02.13	2000	МФ	
181		22.02.13	21000	ПС	
182		18.04.13	2000	МФ	
183		18.04.13	21000	ПС	
184		20.05.13	2000	МФ	
185		20.05.13	9000	ПС	
186		14.06.13	940	МФ	

Закінчення табл. В

1	2	3	4	5	6
187	Озеро	22.02.13	2000	МФ	
188		22.02.13	21000	ПС	
189		14.03.13	2000	МФ	
190		14.03.13	21000	ПС	
191		18.04.13	2000	МФ	
192		18.04.13	15000	ПС	
193		20.05.13	1500	МФ	
194		20.05.13	15000	ПС	
195		14.06.13	930	МФ	

Додаток Г.
Систематичний список видів

Cyanoprokaryota
Cyanophyceae Sachs
Chroococcales Komárek et Anagn.
Synechococcaceae Komárek et Anagn.
Aphanothece Nägeli
Aphanothece bachmannii Komárková-Legnerová et Cronberg
A. clathrata W. et G.S. West
Rhabdoderma Schmidle et Lauterborn
Rhabdoderma lineare Schmidle et Lauterborn
Rhabdogloea Schröd.
Rhabdogloea elenkini (Roll) Komárek et Anagnostidis
Merismopediaceae Elenkin
Merismopedia Meyen
Merismopedia glauca (Ehrenberg) Kützing
M. smithii De Toni
M. minima Beck
M. tenuissima Lemmermann
M. punctata Meyen
Gomphosphaeria Kütz.
Gomphosphaeria virieuxii Komárek et Hindák
Snowella Elenkin
Snowella lacustris (Chodat) Komárek et Hindák
Woronichinia Elenkin
Woronichinia compacta (Lemmermann) Komárek et Hindák
Microcystaceae Elenkin
Microcystis Kütz. ex Lemmerm.
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing
M. flos-aquae (Wittrock) Kirchner
M. pulverea (Wood) Forti emend Elenkin f. pulverea
M. wesenbergii (Komárek) Komárek in Kondrateva
Chroococcaceae Nägeli
Chroococcus Nägeli
Chroococcus minimus (Keissler) Lemmermann
Ch. cohaerens (Brébisson) Nägeli
Ch. turgidus (Kützing) Nägeli
Hormogoniophyceae Starmach
Oscillatoriales Elenkin
Pseudanabaenaceae Anagnostidis &Komarek
Romeria Koczwara in Geitler
Romeria gracilis (Koczwara) Koczwara ex Geitler
Limnothrix Meffert
Limnothrix planctonica (Woloszyńska) Meffert
Jaaginema Anagnostidis et Komarek
Jaaginema kisselevii (Anisimova) Anagnostidis et Komárek
J. woronichinii (Anisimova in Elenkin) Anagnostidis et Komárek
J. neglectum (Lemmermann) Anagnostidis et Komárek
J. perfilievii (Anisimova) Anagnostidis et Komárek
J. subtilissimum (Kützing ex De Toni) Anagnostidis et Komárek
J. pseudogeminatum (Schmid) Anagnostidis et Komárek

Geitlerinema (Anagnostidis et Komarek) Anagnostidis
Geitlerinema tenue (Anisimova) Anagnostidis
G. amphibium (Agarh ex Gomont) Anagnostidis
Spirulina Turpin ex Gomont
Spirulina major Kützing ex Gomont
S. subsalsa Oersted ex Gomont
Leptolyngbya Anagnostidis et Komarek
Leptolyngbya komarovii (Anisimova) Anagnostidis et Komárek
L. woronichinii (Anisimova) Anagnostidis et Komárek
L. thermarum (Voronichin) Anagnostidis et Komárek
L. terebrans (Bornet et Flahault ex Gomont) Anagnostidis et Komárek
Phormidiaceae Anagnostidis et Komarek
Planktothrix Anagnostidis et Komarek
Planktothrix compressa (Utermöhl) Anagnostidis et Komárek
P. agardhii (Gomont) Anagnostidis et Komárek
*Pseudophormidium (*Forti) Anagnostidis et Komarek
Pseudophormidium golenkinianum (Gomont) Anagnostidis
P. pauciramosum (Anisimova) Anagnostidis
Phormidium Kiitzing ex Gomont
Phormidium ambiguum Gomont ex Gomont
Ph. ambiguum f. *majus* Lemmerm.
Ph. terebriforme (Agardh ex Gomont) Anagnostidis et Komárek
Ph. laetevirens (Crouan ex Gomont) Anagnostidis et Komárek
Ph. boryanum (Bory ex Gomont) Anagnostidis et Komárek
Ph. tambii (Woronichin) Anagnostidis et Komárek
Ph. tergestinum Kützing ex Anagnostidis et Komárek
Oscillatoriaceae [S.F. Gray] Harvey exKirchner
Oscillatoria Vaucher ex Gomont
Oscillatoria annae Van Goor
O. angusta Koppe f. *crassa* Anissimova in Elenkin
O. quadripunctulata Bruhl et Biswas f. *crassa* (Anissimova) Elenkin
O. profunda Kirchn. in Schroeter et Kirchner f. *recta* Anissimova in Elenkin
O. tambii Woron. f. *anissimovae* Elenkin
O. terebriformis J. Agardh ex Gomont f. *pseudogrunowiana* Elenkin et Kossinsk. in Elenkin
O. limosa Agardh ex Gomont
O. angustissima W. et G.S. West sensu Prescott
O. komarovii Anisimova et Elenkin
Lyngbya C. Agardh ex Gomont
Lyngbya aestuarii Liebman ex Gomont
L. aerugineo-caerulea Gomont
L. maior Meneghini ex Gomont
L. salina Kützing ex Starmach
Plectonemataceae Elenkin
Plectonema Thur. ex Gomont
Plectonema golenkinianum Gomont f. *anissimovianum* Elenkin
Nostocales (Borzi) Geitler
Anabaenaceae Elenkin
Anabaena Bory ex Bornet et Flahault
Anabaena bergii Ostenfeld

A. bergii var. *minor* Kiselev
A. flos-aquae Bréb. in Bréb. et Godey
A. knipowitschii Ussatsch.
Aphanizomenonaceae Elenkin
Aphanizomenon Morr. ex Bornet et Flahault
Aphanizomenon flos-aquae Ralfs ex Bornet et Flahault

Euglenophyta
Euglenophyceae Schoenichen
Euglenales Bütschli
Euglenaceae G.A. Klebs
Collacium Ehrenb.
Collacium sideropus Skuja
Euglena Ehrenb.
Euglena acus Ehrenb. var. *acus*
E. acus var. *longissima* Deflandre
E. acus var. *minor* Hansg.
E. adhaerens Matv.
E. caudata Hubner var. *caudata*
E. clara Skuja
E. gracilis G.A. Klebs f. *gracilis*
E. oxyuris Schmarda f. *oxyuris*
E. oxyuris f. *lata* (Christjuk) T.G. Popova
E. oxyuris f. *major* (Woron.) T.G. Popova
E. slavjanskiensis Proschk.-Lavr.
E. texta (Dujard.) Hubner var. *texta*
E. vermicularis Proshk.-Lavr.
E. viridis Ehrenb.
Phacus Dujard.
Phacus brevicaudatus (G.A. Klebs) Lemmerm.
Ph. curvicauda Svirenko
Ph. swirenkoi Skvortsov
Strombomonas Deflandre
Strombomonas acuminata (Schmarda) Deflandre
Trachelomonas Ehrenb.
Trachelomonas curta Da Cunha f. *curta*
T. granulata Svirenko
T. volvocina Ehrenb. var. *volvocina*

Dinophyta
Dinophyceae Pascher
Gymnodiniales Apstein
Gymnodiniaceae (Bergh) Lankester
Amphidinium Clap. et J. Lachm.
Amphidinium rostratum Proshk.-Lavr.
Gymnodinium F. Stein
Gymnodinium olivaceum Skvortzov
G. paradoxum A.J. Schill.
G. uberrimum (G.J. Allman) Kof. et Swezy
Woloszynskia R.H. Tomps.

Woloszynskia neglecta (A.J. Schill.) R.H. Thomps.
W. pascheri (Süchl.) Stosch
Peridiniales Haeck.
Glenodiniaceae Willey et Hickson
Sphaerodinium Wołosz.
Sphaerodinium cinctum (Ehrenb.) Wołosz.
Peridiniaceae Ehrenb.
Peridiniopsis Lemmerm.
Peridiniopsis oculatum (F. Stein) Bourr.
Peridinium Ehrenb.
Peridinium bipes F. Stein

Chrysophyta
Chrysophyceae Bourr.
Chromulinales Pascher
Chromulinaceae Engl.
Chromulina Cienk.
Chromulina flavicans (Ehrenb.) Buetschli
Chrysococcaceae Lemmerm.
Chrysococcus G.A. Klebs
Chrysococcus rufescens G.A. Klebs var. *rufescens*
Pedinellaceae Pascher
Pedinella Vysotsky
Pedinella hexacostata Vysotsky
Ochromonadales Bourr.
Dinobryonaceae Ehrenb.
Dinobryon Ehrenb.
Dinobryon cylindricum O.E. Imhof var. *cylindricum*
Pseudokephyrion Pascheremend. W.G.G. Schmid
Pseudokephyrion schilleri (J. Schiller) W. Conrad
Ochromonadaceae Senn
Ochromonas Vysotsky
Ochromonas triangulata Vysotsky
Wyssotzkia Lemmerm.
Wyssotzkia biciliata (Vysotskiy) Lemmerm.

Xanthophyta
Mischococcales Bourr. sensu Dogadina
Characiopsidaceae Paschersensu Matv. et Dogadina
Characiopsis Borzi
Characiopsis aquilonaris Skuja
Ch. falx Pascher
Pleurochloridaceae Pascher sensu Matv. et Dogadina
Botridiopsis Borzi
Botrydiopsis arhiza Borzi
Chlorarkys Pascher
Chlorarkys simplex Pascher
Vischeria Pascher
Vischeria stellata (Chodat) Pascher
Ophiocytiales Dogadina

Ophiocytiaceae Bourr. sensu Dogadina
Ophiocytium Nägeli
Ophiocytium cochleare (Eichw.) A. Braun

Cryptophyta
Cryptophyceae Pascher
Cryptomonadales Engler
Cryptomonadaceae Ehrenb.
Cryptomonas Ehrenb. emend. Hill.
Cryptomonas caudata Massart
Cr. marssonii Skuja
Cr. ovata Ehrenb.

Bacillariophyta
*Mediophyceae (*Joese et Proschk.-Lavr.) Medlin et Kaczmarska
Rhizosoleniales P.C. Silva
Rhizosoleniaceae De Toni
Urosolenia Round et R.M. Crawford in Round, Crawford et Mann
Urosolenia eriensis (H.Sm.) Round et R.M. Crawford in Round
Chaetocerotales Round et R.M. Crawford in Round, Crawford et Mann
Chaetocerotaceae Ralfs in A. Pritch.
Chaetoceros Ehrenb.
Chaetoceros muelleri Lemmerm.
Thalassiosirales Glezer et I.V. Makarova
Stephanodiscaceae I.V. Makarova in Glezer et Makarova
Cyclotella Kütz.
Cyclotella meneghiniana Kütz.
C. stelligera (Cleve et Grunow) Van Heurck
Bacillariophyceae Haeckel emend. Medlin et Kaczmarska
Fragilariales P.C. Silva
Fragilariaceae Grev.
Catacombas D.M. Williams et Round
Catacombas gaillonii (Bory) D.M. Williams et Round
Diatoma Bory
Diatoma anceps (Ehrenb.) Kirchn.
D. elongatum (Lyngb.) C. Agardh
D. vulgare Bory var. *vulgare*
Ctenophora (Grunow) D.M. Williams et Round
Ctenophora pulchella (Ralfs ex Kütz.) D.M. Williams et Round
Fragilaria Lyngb.
Fragilaria capucina Desm. var. *capucina*
F. capucina var. *amphicephala* (Kütz.) Lange-Bert. ex Bukht.
F. crotonensis Kitton
F. radians (Kützing) D.M.Williams & Round
F. tenera (W. Sm.) Lange-Bert.
F. vaucheriae (Kütz.) Boye-Pet. var. *capitellata* (Grunow in Van Heurck) R. Ross
Fragilariforma (Ralfs) D.M. Williams et Round
Fragilariforma virescens (Ralfs) D.M. Williams et Round var. *virescens*

Pseudostaurosira D.M. Williams et Round
Pseudostaurosira brevistriata (Grunow in Van Heurck) D.M. Williams et Round
Synedra Ehrenb.
Synedra acus Kütz.
S. capitata Ehrenb.
S. pulchella Kützing var. *naviculacea* Grunow
S. ulna (Nitzsch) Ehrenb.
S. ulna Ehr. var. *amphirhynchus*
Ulnaria (Kutzing) P.Compère
Ulnaria biceps (Kützing) P.Compère
U. ulna (Nitzsch) P.Compère var. *aequalis* (Kützing) M.Aboal
Tabularia (Kütz.) D.M. Williams et Round
Tabularia fasciculata (C. Agardh) D.M. Williams et Round
Eunotiales P.C. Silva
Eunotiaceae Kütz.
Eunotia Ehrenb.
Eunotia praerupta Ehrenb. var. *praerupta*
E. sudetica O. Müll.
E. tenella (Grunow in Van Heurck) A. Cleve
Lyrellales D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Lyrellaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Petroneis Stickle et D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Petroneis humerosa (Bréb. in W. Sm.) Stickle et D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Mastogloiales D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Mastogloiaceae Mereschk.
Mastogloia Thwaites ex W.Smith
Mastogloia smithii Thwaites in W. Sm. var. *lacustris* Grunow
Cymbellales D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Rhoicospheniaceae Chen et Zhu
Rhoicosphenia Grunow
Rhoicosphenia abbreviata (C. Agardh) Lange-Bert.
Anomoeoneidaceae D.G. Mann
Anomoeoneis Pfitzer
Anomoeoneis sphaerophora (Kütz.) Pfitzer var. *sculpta* (Ehrenb.) O. Müll.
Staurophora Mereschk.
Staurophora salina (W. Sm.) Mereschk.
Cymbellaceae Grev.
Cymbella C. Agardh
Cymbella affinis Kütz. var. *affinis*
C. amphicephala Nägeli in Kütz. var. *amphicephala*
C. helvetica Kütz. var. *helvetica*
C. laevis Nägeli in Kütz.
C. pusilla Grunow in A.W.F. Schmidt et al.
C. tumida (Bréb.) Van Heurck var. *tumida*
C. tumidula Grunow in A.W.F. Schmidt et al.
Encyonema Kütz.
Encyonema neogracile Krammer
E. elginense (Krammer) D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
E. perpusilla (A. Cleve) D.G. Mann in Round, Crawford et Mann

E. prostrata (Berk.) Kütz.
Encyonopsis Krammer
Encyonopsis microcephala (Grunow in Van Heurck) Krammer
Placoneis Mereschk.
Placoneis gastrum (Ehrenb.) Meresch.
Pl. elginensis (W. Greg.) E.J. Cox var. *exigua* (W. Greg.) P. Tsarenko comb. nova
Pl. placentula (Ehrenb.) Mereschk. var. *placentula*
Pl. placentula var. *jenisseyensis* (Grunow in Cleve et Grunow) Bukht.
Pl. placentula var. *rostrata* (Mayer) P. Tsarenko comb. nova
Gomphonemataceae (Kütz.) Grunow
Gomphoneis Cleve
Gomphoneis olivaceum (Horn.) Daw. et Ross et Sims
Gomphonema (C. Agardh) Ehrenb.
Gomphonema acuminatum Ehrenb. var. *acuminatum*
G. angustatum (Kütz.) Rabenh. var. *angustatum*
G. constrictum Ehr. var. *capitatum* (Ehr.)
G. micropus Kutz.
G. parvulum Kütz.
G. productum (Grunow in Van Heurck) Lange-Bert. et E. Reichardt
Achnanthales P.C. Silva
Achnanthaceae Kütz.
Achnanthes Bory
Achnanthes brevipes C. Agardh var. *brevipes*
Ach. brevipes var. *intermedia* (Kütz.) Cleve
Ach. coarctata (Bréb. in W. Sm.) Grunow in Cleve et Grunow
Ach. longipes C. Agardh
Achnanthidiaceae D.G.Mann
Karayevia Round et Bukht.
Karayevia clevei (Grunow in Van Heurck) Bukht. var. *clevei*
Planothidium Round et Bukht.
Planothidium joursacense (Héribaud-Joseph) Lange-Bertalot
Pl. lanceolata (Bréb. in Kütz.) Round et Bukht.
Pl. hauckianum (Grunow) Round et Bukht. var. *rostrata* (Schulz) Bukht.
Cocconeidaceae Kütz.
Cocconeis Ehrenb.
Cocconeis pediculus Ehrenb.
C. placentula Ehrenb. var. *placentula*
Naviculales Bessey
Cavinulaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Cavinula D.G. Mann et Stickle in Round, Crawford et Mann
Cavinula cocconeiformis (W. Greg. ex Grev.) D.G. Mann et Stickle in Round, Crawford et Mann
Cosmioneidaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Cosmioneis D.G. Mann et Stickle in Round, Crawford et Mann
Cosmioneis pusilla (W.Sm.) D.G. Mann et Stickle in Round, Crawford et Mann
Diadesmidaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Luticola D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Luticola mutica (Kütz.) D.G. Mann in Round, Crawford et Mann

L. cohnii (Hilse in Rabenh.) D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Sellaphoraceae Mereschk.
Fallacia Stickle et D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Fallacia pygmaea (Kütz.) Stickle et D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Sellaphora Mereschk.
Sellaphora pupula (Kütz.) Mereschk. var. *pupula*
S. pupula var. *rostrata* (Hust.) P. Tsarenko comb. nova.
Pinnulariaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Caloneis Cleve in Cleve et Grove
Caloneis amphisbaena (Bory) Cleve var. *amphisbaena*
C. molaris (Grunow) Krammer in Krammer et Lange-Bert.
C. silicula (Ehrenb.) Cleve
C. sublinearis (Grunow in Van Heurck) Krammer
Pinnularia Ehrenb.
Pinnularia cocconeis (Ehrenberg) Ehrenberg
P. appendiculata (C. Agardh) Cleve var. *intermedia* (Manguin) P. Tsarenko comb. Nova
P. lata (Bréb.) W. Sm.
P. viridis (Nitzsch) Ehrenb.
Diploneidaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Diploneis Ehrenb.
Diploneis elliptica (Kütz.) Cleve
D. interrupta (Kütz.) Cleve
Naviculaceae Kütz.
Adlafia Lange-Bert. in Moser et al.
Adlafia bryophila (J.B. Petersen) Lange-Bert. in Moser et al.
Ad. minuscula (Grunow in Van Heurck) Lange-Bert. in Lange-Bert. et Genkal var. *minuscula*
Hippodonta Lange-Bert., D. Metzeltin et A. Witkowski
Hippodonta capitata (Ehrenb.) Lange-Bert., D. Metzeltin et A. Witkowski
H. hungarica (Grunow) Lange-Bert., D. Metzeltin et A. Witkowski
Mayamaea Lange-Bert.
Mayamaea atomus (Kütz.) Lange-Bert.
Microcostatus Johansen & Sray
Microcostatus krasskei (Hustedt) J.R.Johansen & J.C.Sray
Navicula Bory
Navicula amphibola Cleve
N. angusta Grunow
N. capitatoradiata H. Germ.
N. cari Ehrenb.
N. crucicula (W. Sm.) Donkin
N. digitoradiata (W. Greg.) Ralfs in A. Pritch
N. gregaria Donkin
N. kotschyi Grunow var. *kotschyi*
N. lanceolata (C. Agardh) Ehrenb. var. *lanceolata*
N. oblonga (Kütz.) Kütz. var. *oblonga*
N. protracta Grunow in Cleve
N. radiosa Kütz.
N. salinarum Grunow in Cleve et Grunow f. *salinarum*
N. scutum (Schum.) Van Heurck

N. subtilissima Cleve
N. tripunctata (O.F. Müll.) Bory
N. veneta Kütz.
N. vulpina Kütz.
Pleurosigmataceae Mereschk.
Gyrosigma Hassall
Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rabenh. var. *acuminatum*
G. peisonis (Grunow) Hust. in Pascher
G. spenceri (J.T. Quekett) Griffith et Henfr.
Stauroneidaceae D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Craticula Grunow
Craticula cuspidata (Kütz.) D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
C. halophila (Grunow in Van Heurck) D.G. Mann in Round, Crawford, Mann
Stauroneis Ehrenb.
Stauroneis phoenicenteron Ehrenb. var. *phoenicenteron*
Amphipleuraceae Grunow
Amphiprora Ehrenberg
Amphiprora kjellmanii Cleve var. *striolata* (Grunow) Cleve
Thalassiophysales D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Catenulaceae Mereschk.
Amphora Ehrenb.
Amphora coffeaeformis (C. Agardh) Kütz. var. *coffeaeformis*
A. commutata Grunow in Van Heurck
A. holsatica Hust.
A. ovalis (Kütz.) Kütz.
A. pediculus (Kütz.) Grunow in A.W.F. Schmidt et al. var. *pediculus*
A. veneta Kütz.
Undatella Paddock et P.A. Sims
Undatella lineolata (Ehrenb.) P. Tsarenko comb. nova
Bacillariales Hendey emend. D.G. Mann
Bacillariaceae Ehrenb.
Bacillaria J.F. Gmel. in Linne
Bacillaria paradoxa J.F. Gmel. in Linne
Cylindrotheca Rabenh.
Cylindrotheca closterium (Ehrenb.) Reimer et F.W. Lewis
Hantzschia Grunow
Hantzschia amphioxys (Ehrenb.) Grunow in Cleve et Grunow var. *amphioxys*
H. amphioxys var. *capitata* O. Müll.
H. spectabilis (Ehrenb.) Hust.
H. virgata (Roper) Grunow in Cleve et Grunow var. *virgata*
H. vivax (W. Sm.) Perag. in Temp. et Perag
Nitzschia Hassal
Nitzschia acicularis (Kütz.) W. Sm. var. *acicularis*
N. amphibia Grunov
N. communis Rabenh.
N. commutata Grunow in Cleve et Grunow
N. frustulum (Kütz.) Grunow in Cleve et Grunow var. *frustulum*
N. hantzschiana Rabenh.
N. intermedia Hantzsch ex Cleve et Grunow f. *intermedia*
N. lanceolata W. Sm.

N. linearis W. Sm. var. *linearis*
N. obtusa W. Sm.
N. palea (Kütz.) W. Sm. var. *palea*
N. paleacea (Grunow in Cleve et Grunow) Grunow in Van Heurck
N. pusilla (Kütz.) Grunow emend. Lange.-Bert.
N. reversa W.Sm f. *reversa*
N. scalpelliformis (Grunow in Van Heurck) Grunow in Cleve et Grunow
N. sigmoidea (Nitzsch) W. Sm.
N. sublinearis Hust. in A.W.F. Schmidt et al.
N. subtilis (Kütz.) Grunow in Cleve et Grunow
N. umbonata (Ehrenb.) Lange.-Bert.
N. vermicularis (Kütz.) Hantzsch in Rabenh.
N. vitrea G. Norman var. *vitrea*
Tryblionella W. Sm.
Tryblionella angustata W. Sm. var. *angustata*
T. apiculata Grunow in Cleve et Grunow
T. circumsuta (Bailey) Ralfs in A. Pritch.
T. gracilis W. Sm. var. *gracilis*
T. hungarica (Grunow) D.G. Mann in Round, Crawford et Mann var. *hungarica*
T. victoriae Grunov
Rhopalodiales D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Rhopalodiaceae (Karsten) Topach. et Oksiyuk
Rhopalodia O. Müll.
Rhopalodia gibba (Ehrenb.) O. Müll. var. *gibba*
Rh. gibberula (Ehrenb.) O. Müll. var. *gibberula*
Rh. musculus (Kütz.) O.Müll.
Rh. operculata (C. Agardh) Håk.
Epithemia Bréb. in Bréb. et P. Godey
Epithemia adnata (Kütz.) Bréb. in Bréb. et P. Godey
E. argus (Ehrenb.) Kütz. var. *argus*
E. sorex Kütz. var. *sorex*
Surirellales D.G. Mann in Round, Crawford et Mann
Entomoneidaceae Reimer in Patrick et Reimer
Entomoneis Ehrenb.
Entomoneis paludosa (W. Sm.) Reimer in Patrick et Reimer var. *paludosa*
E. paludosa var. *subsalina* (Cleve) Krammer in Lange-Bert et Krammer
Surirellaceae Kütz.
Campylodiscus Ehrenb.
Campylodiscus clypeus Ehrenb.
C. hibernicus Ehrenberg
Surirella Turpin
Surirella bifrons Ehrenb.
S. brebissonii Krammer et Lange.-Bert. var. *kuetzingii* Krammer et Lange.-Bert.
S. brightwellii W.Smith var. *baltica* (Schum.) Krammer in Lange-Bert. et Krammer
S. capronii Bréb. et Kitton
S. striatula Turpin var. *striatula*

Chlorophyta
- *Pedinophyceae Moestrup*
  - *Pedinomonadales Korschikov*
    - *Pedinomonadaceae Korschikov*
      - *Pedinomonas Korschikov*
        - *Pedinomonas salina* Proschk.-Lavr. et Anisimova in Proschk.-Lavr.
- *Chlorodendrophyceae* Massjuk
  - *Chlorodendrales* F.E. Fritsch
    - *Chlorodendraceae* Oltm.
      - *Tetraselmis* F. Stein
        - *Tetraselmis arnoldii* (Proschk.-Lavr.) R.E. Norris et al.
        - *T. contracta* (N. Carter) Butcher
- *Ulvophyceae* (Lamour.) Stewart et Mattox
  - *Ulotrichales* Borzi
    - *Ulotrichaceae* Kütz. emend. Borzi
      - *Ulothrix* Kütz.
        - *Ulotrix flacca* (Dillwyn) Thur. in Le Jolis
        - *U. tenerrima* (Kütz.) Kütz.
        - *U. zonata* (Weber & Mohr) Kützing var. *zonata*
        - *U. zonata* var. *inaequalis* (Kütz.) Rabenh.
  - *Ulvales* F.F. Blackman et Tansley
    - *Ulvaceae* Lamouroux ex Dumort.
      - *Ulva* L. emend. Thur.
        - *Ulva intestinalis* L. var. *crispa* (Roth) C. Agardh
        - *U. procera* (Ahlner) Hayden et al.
  - *Cladophorales* Haeckel
    - *Cladophoraceae* Wille in Warm.
      - *Cladophora* Kütz.
        - *Cladophora siwaschensis* C. Meyer
- *Trebouxiophyceae* Friedl
  - *Chlorellales* H.C. Bold et Wynne
    - *Chlorellaceae* Brunnth. sensu Krienitz et al.
      - *Chlorella* Beijer.
        - *Chlorella vulgaris* Beijer. f. *vulgaris*
      - *Closteriopsis* Lemmerm.
        - *Closteriopsis acicularis* (G.M. Sm.) J.H. Belcher et Swale
      - *Dictyosphaerium* Nägeli
        - *Dictyosphaerium chlorelloides* (Naummann) Komárek et Perm.
        - *D. pulchellum* Wood
        - *D. subsolitarium* van Goor
    - *Oocystaceae* Bohlin
      - *Nephrochlamys* Korschikov
        - *Nephrochlamys allanthoidea* Korschikov
      - *Oocystis* Nägeli ex A. Braun
        - *Oocystis borgei* J. Snow var. *borgei*
        - *O. elliptica* West
        - *O. lacustris* Chodat
        - *O. rhomboidea* Fott
  - *Trebouxiales* Friedl
    - *Botryococcaceae* Wille
      - *Botryococcus* Kütz.
        - *Botryococcus terribilis* Komárek et Marvan

Chlorophyceae T.A. Chr.
- *Dunaliellales* H. Ettl
  - *Dunaliellaceae* T.A. Chr.
    - *Dunaliella* Teodor.
      - *Dunaliella minuta* W. Lerche
      - *D. salina* (Dunal) Teodor.
- *Chlamydomonadales* F.E. Fritsch in G.S. West et F.E. Fritsch
  - *Chlamydomonadaceae* G.M. Sm.
    - *Carteria* Dies. emend. Francé
      - *Carteria globosa* Korschikov in Pascher
    - *Chlamydomonas* Ehrenb.
      - *Chlamydomonas ovata* P.A.Dangeard
      - *Ch. reinhardtii* P.A. Dang.
  - *Phacotaceae* (Bütsch.) Oltm.
    - *Phacotus* Perty
      - *Phacotus lenticularis* (Ehrenb.) Diesing
- *Tetrasporales* Pascher
  - *Chlorangiellaceae* Bourr. et Fott
    - *Chlorangiopsis* Korschikov
      - *Chlorangiopsis epizootica* (Korschikov) Korschikov
      - *Ch. rotatoriorum* (Proschk.-Lavr.) Petlov. et P. Tsarenko inTsarenko et Petlovany
    - *Maleochloris* Pascher
      - *Maleochloris sessilis* Pascher
- *Sphaeropleales* Kütz. emend. M.A. Buchheim et al.
  - *Neochloridaceae* H. Ettl et Komárek
    - *Chlorotetraedron* McEntee et al.
      - *Chlorotetraedron incus* (Teiling) Komárek et Kovaček
    - *Golenkinia* Chodat
      - *Golenkinia radiata* Chodat
  - *Radiococcaceae* Fott ex Komárek
    - *Coenococcus* Korschikov
      - *Coenococcus planctonicus* Korschikov
    - *Radiococcus* Schmidle
      - *Radiococcus planctonicus* J.W.G. Lund
  - *Characiaceae* (Nägeli) Wille in Warming
    - *Ankyra* Fott
      - *Ankyra judayi* (G.M. Sm.) Fott var. *judayi*
      - *A. ocellata* (Korschikov) Fott
    - *Pseudoschroederia* E. Hegew. et Schnepf
      - *Pseudoschroederia robusta* (Korschikov) E. Hegew. et Schnepf
  - *Hydrodictyaceae* (S.W. Gray) Dumort.
    - *Tetraedron* Kütz.
      - *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansg. var. *minimum* f. *minimum*
  - *Selenastraceae* (F.F. Blackman et Tansley) F.E. Fritsch in West et Fritsch
    - *Ankistrodesmus* Corda
      - *Ankistrodesmus spiralis* (W.B. Turner) Lemmerm.
    - *Hyaloraphidium* Pascher et
      - *Hyaloraphidium contortum* Pascher et Korschikov ex Korschikov var. *contortum*
    - *Monoraphidium* Komárk.-Legn.
      - *Monoraphidium arcuatum* (Korschikov) Hindák

M. contortum (Thur.) Komárk.-Legn.
M. griffithii (Berk.) Komárk.-Legn.
M. irregulare (G.M. Sm.) Komárk.-Legn.
M. komarkovae Nygaard
M. minutum (Nägeli) Komárk.-Legn.
Scenedesmaceae Oltm.
Acutodesmus (E. Hegew.) P. Tsarenko in Tsarenko et Petlovany
Acutodesmus acuminatus (Lagerh.) P. Tsarenko in Tsarenko et Petlovany
A. dimorphus (Turpin) P. Tsarenko in Tsarenko et Petlovany
A. obliquus (Turpin) P. Tsarenko in Tsarenko et Petlovany
A. pectinatus (Meyen) P. Tsarenko in Tsarenko et Petlovany var. *pectinatus*
A. wisconsinensis (G.M. Sm.) P. Tsarenko in Tsarenko et Petlovany
Coelastrum Nägeli
Coelastrum astroideum De Not.
Crucigenia Morren
Crucigenia fenestrata (Schmidle) Schmidle
C. tetrapedia (Kirchn.) West et G.S. West
Desmodesmus (Chodat) An, Friedl et E. Hegew.
Desmodesmus armatus (Chodat) E. Hegew. var. *armatus*
D. bicaudatus (Dedus.) P. Tsarenko
D. communis (E. Hegew.) E. Hegew.
D. intermedius (Chodat) E. Hegew.
D. lefevrei (Deflandre) An, Fridl et E. Hegew.
D. protuberans (F.E. Fritsch et Rich) E. Hegew.
D. spinosus (Chodat) E. Hegew.
Scenedesmus Meyen
Scenedesmus ellipticus Corda
Tetrastrum Chodat
Tetrastrum staurogeniaeforme (Schröd.) Lemmerm.

Charophyta
Conjugatophyceae Engler
Desmidiales C.E.Bessey
Desmidiaceae Ralfs
Cosmarium Corda ex Ralfs
Cosmarium botrytis Meneghini ex Ralfs
C. laeve Rabenh. var. leave
Zygnematales C.E.Bessey
Zygnemataceae Kützing
Spirogyra Link
Spirogyra porticalis (O.F.Müller) Dumortier

Додаток Д

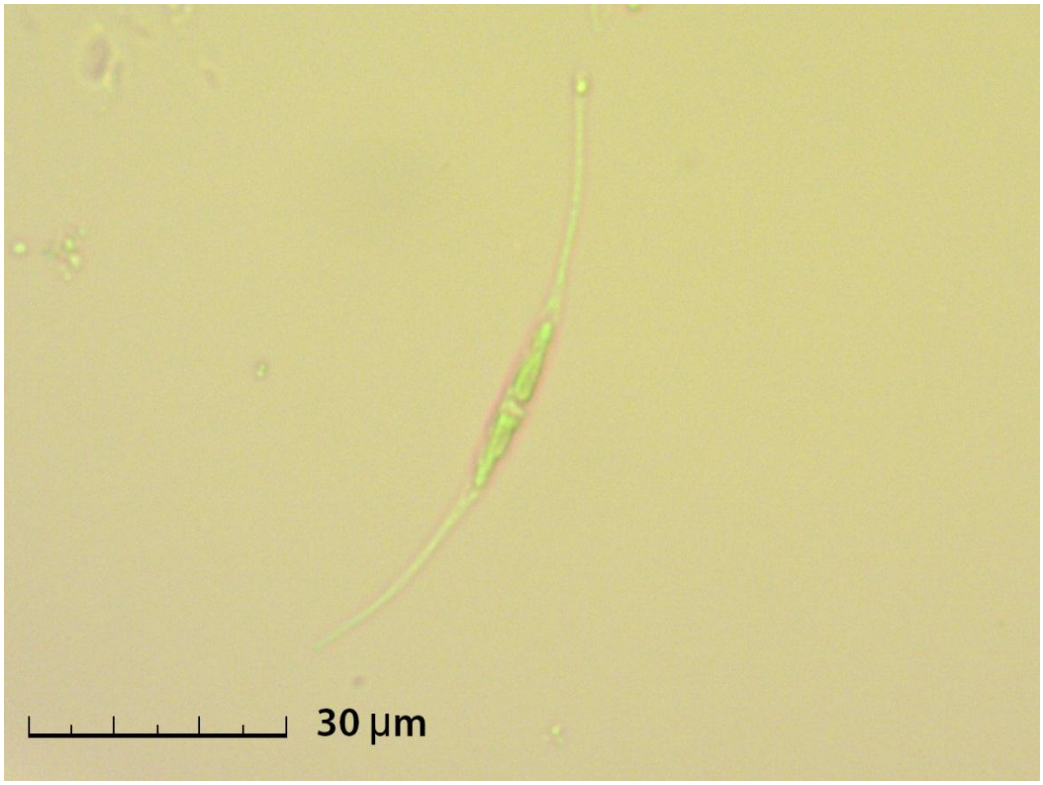

Рис. Д.1. Мікрофотографія *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimer et F.W. Lewis в озері Вейсове

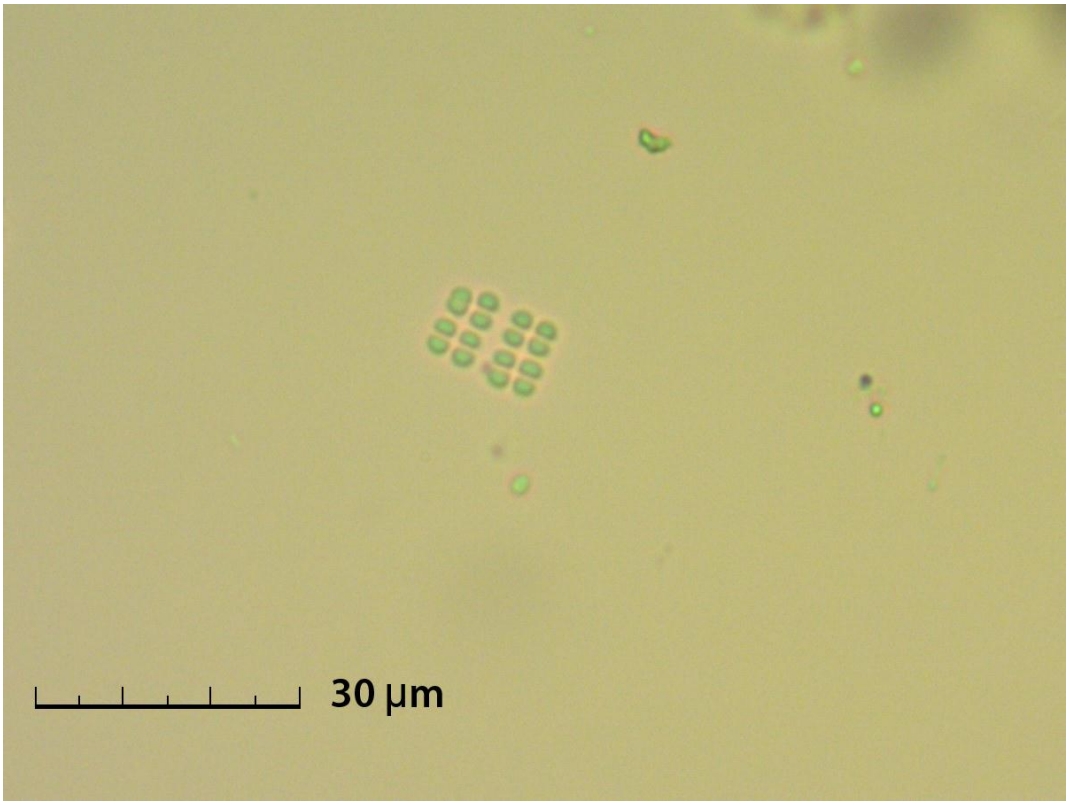

Рис. Д.2. Мікрофотографія *Merismopedia punctata* Meyen in Wiegmann в озері Вейсове

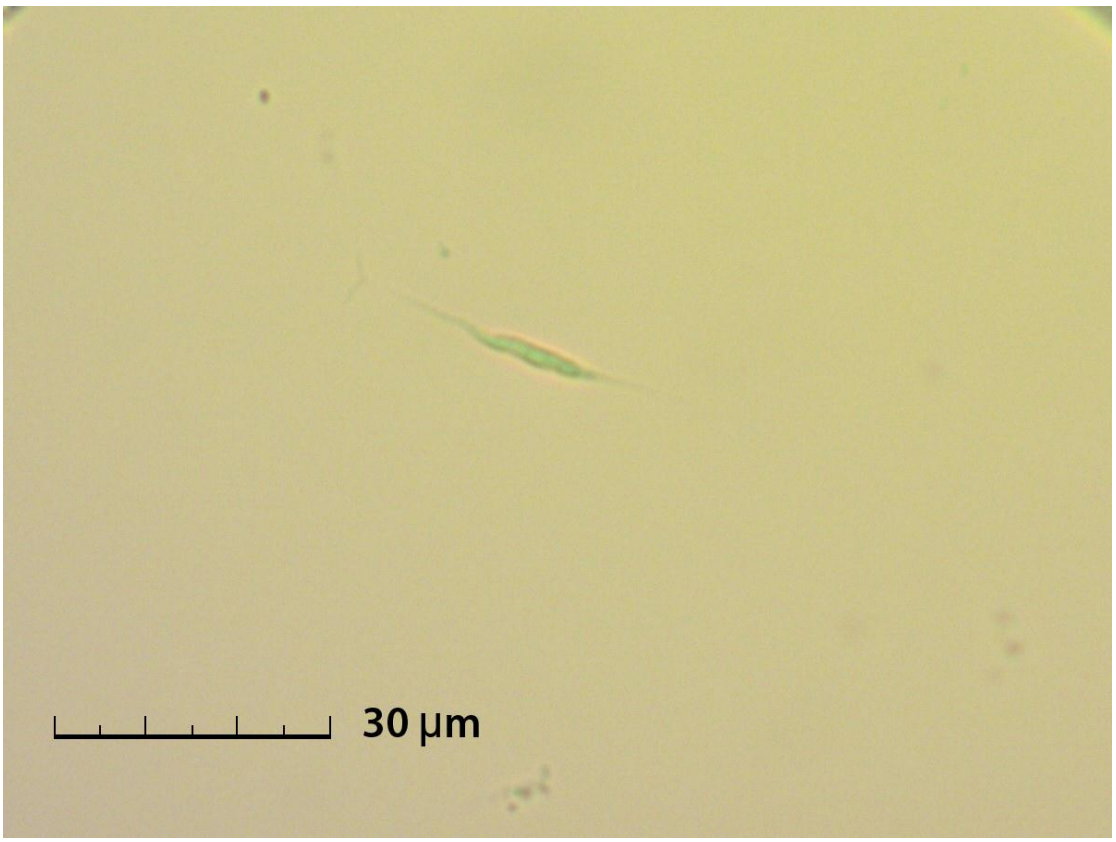

Рис. Д.3. Мікрофотографія *Ankyra ocellata* (Korschikov) Fott в озері Вейсове

Рис. Д.4. Мікрофотографія ланцюгу *Achnanthes brevipes* C. Agardh в озері Гаряче

Рис. Д.5. Мікрофотографія *Euglena oxyuris* Schmarda f. *oxyuris* в озері Гаряче

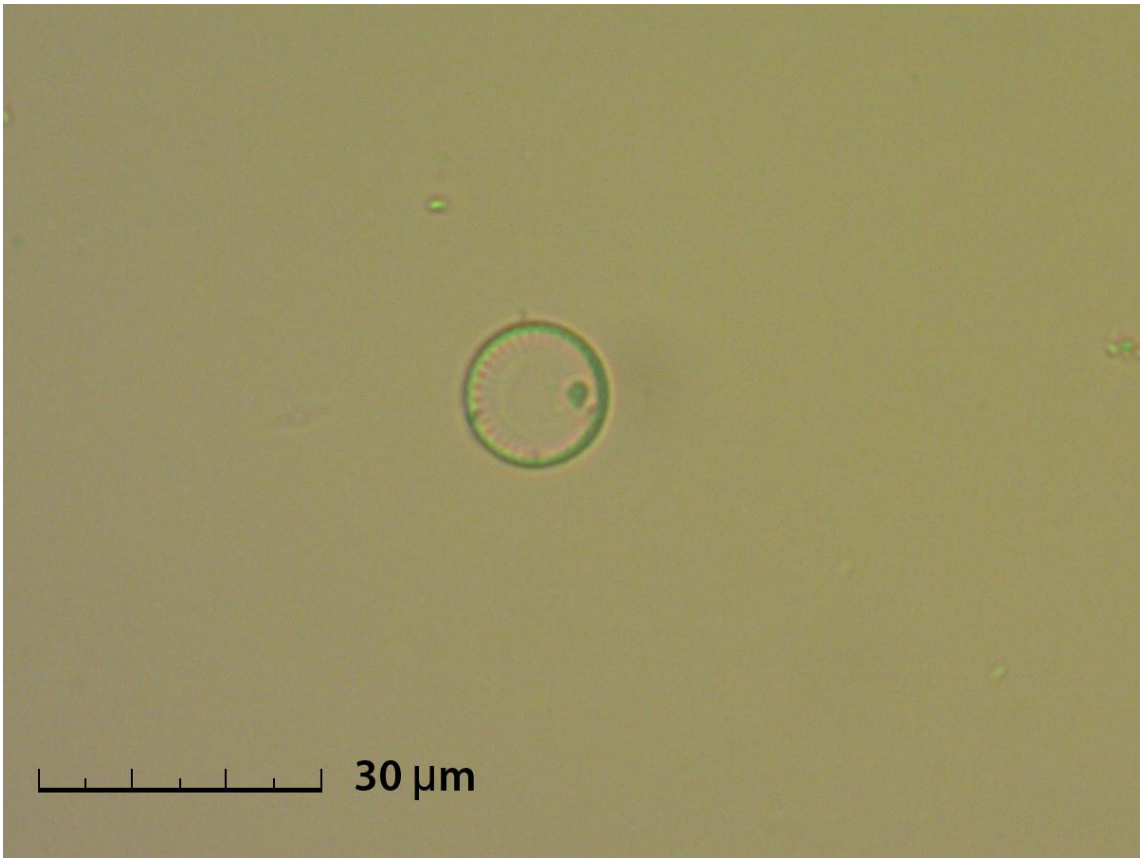

Рис. Д.6. Мікрофотографія *Cyclotella meneghiniana* Kütz. в озері Гаряче

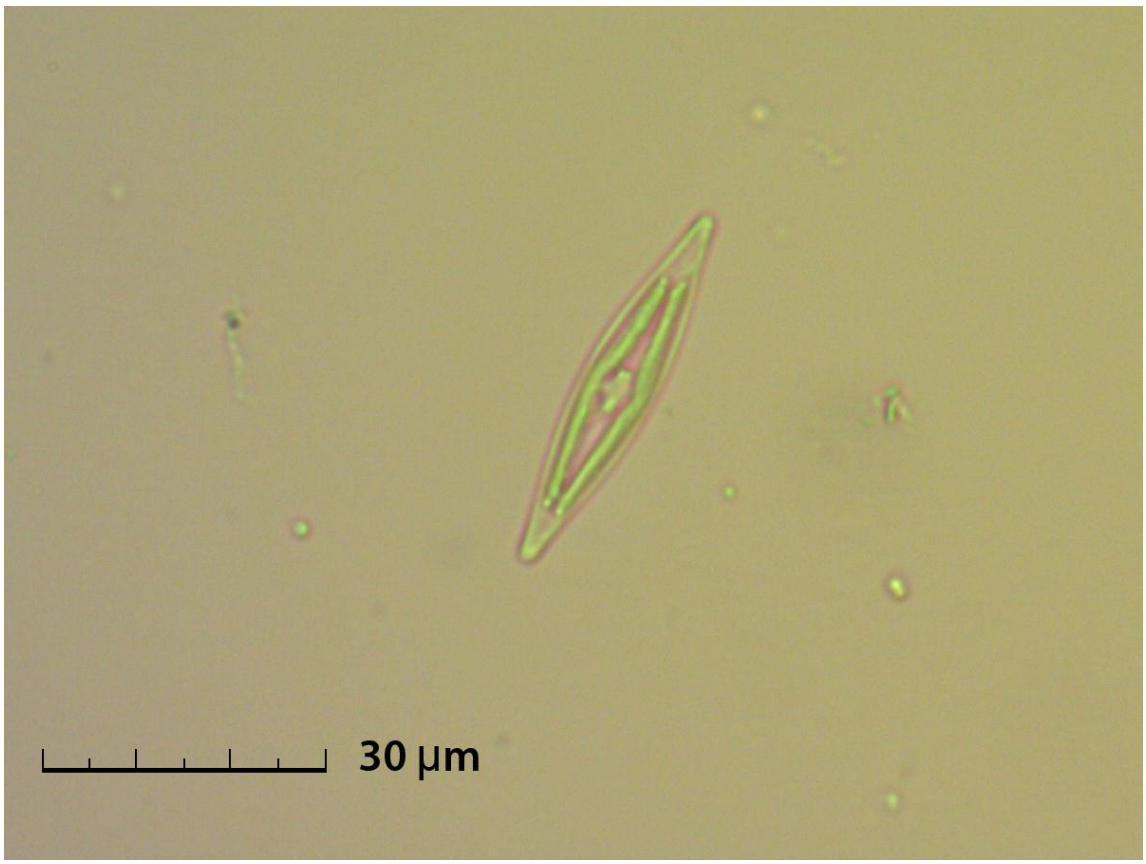

Рис. Д.7. Мікрофотографія *Navicula gregaria* Donkin в озері Гаряче

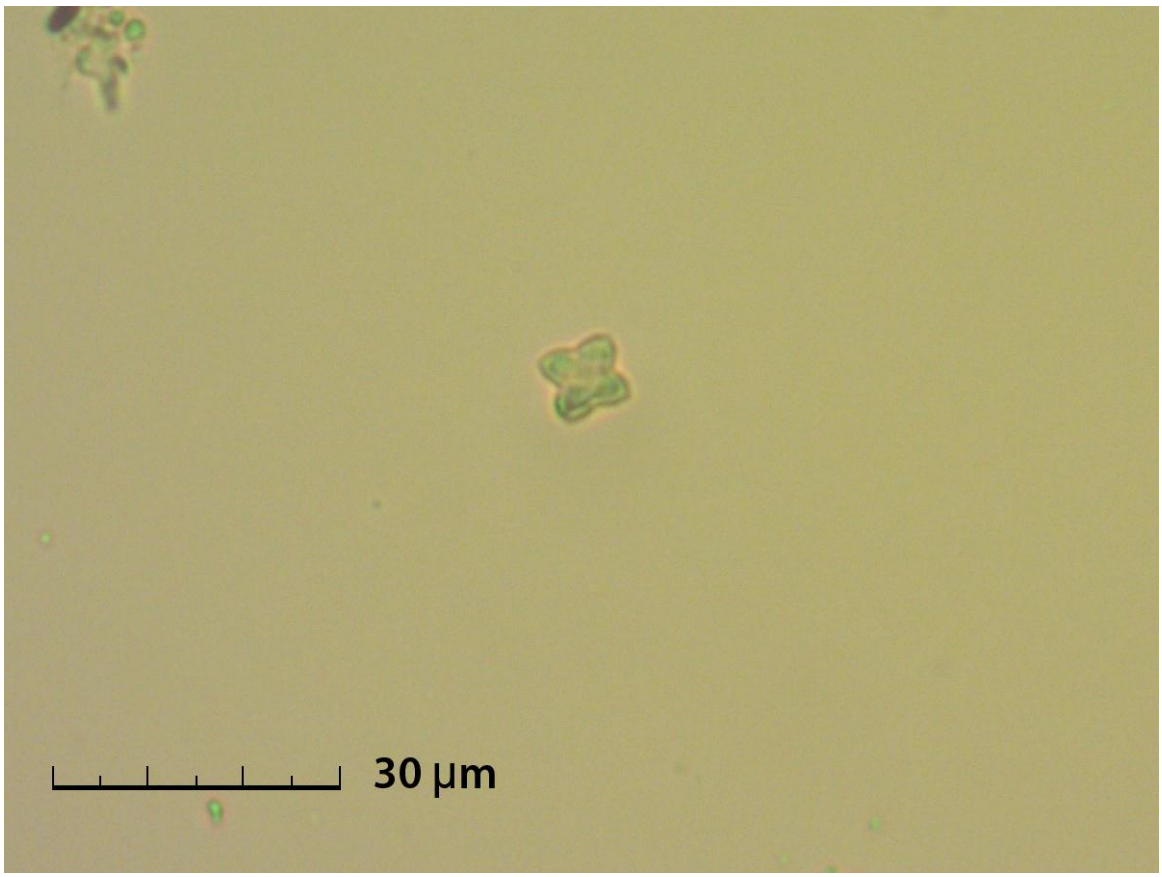

Рис. Д.8. Мікрофотографія *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansg. var. *minimum* f. *minimum* в озері Гаряче

Рис. Д.9. Мікрофотографія *Campylodiscus clypeus* Ehrenb. в озері Ріпне

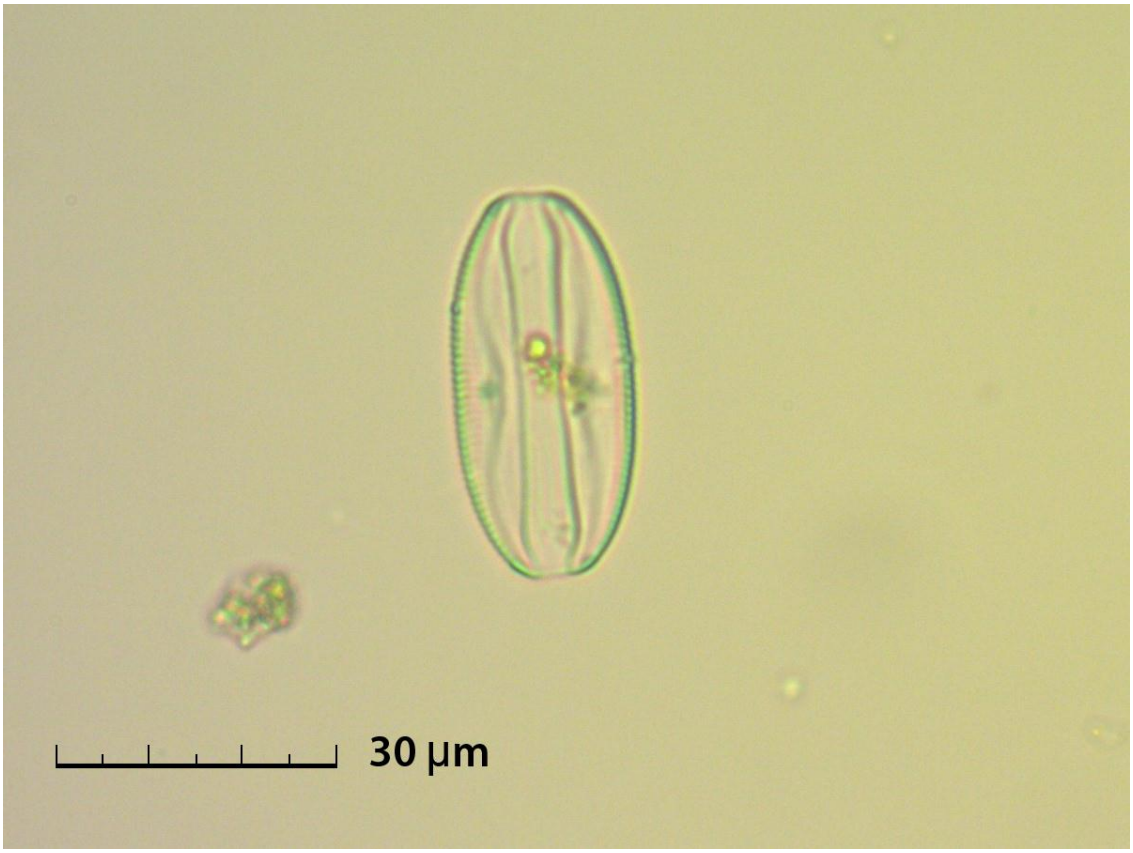

Рис. Д.10. Мікрофотографія *Amphora commutata* Grunow in Van Heurck в озері Ріпне

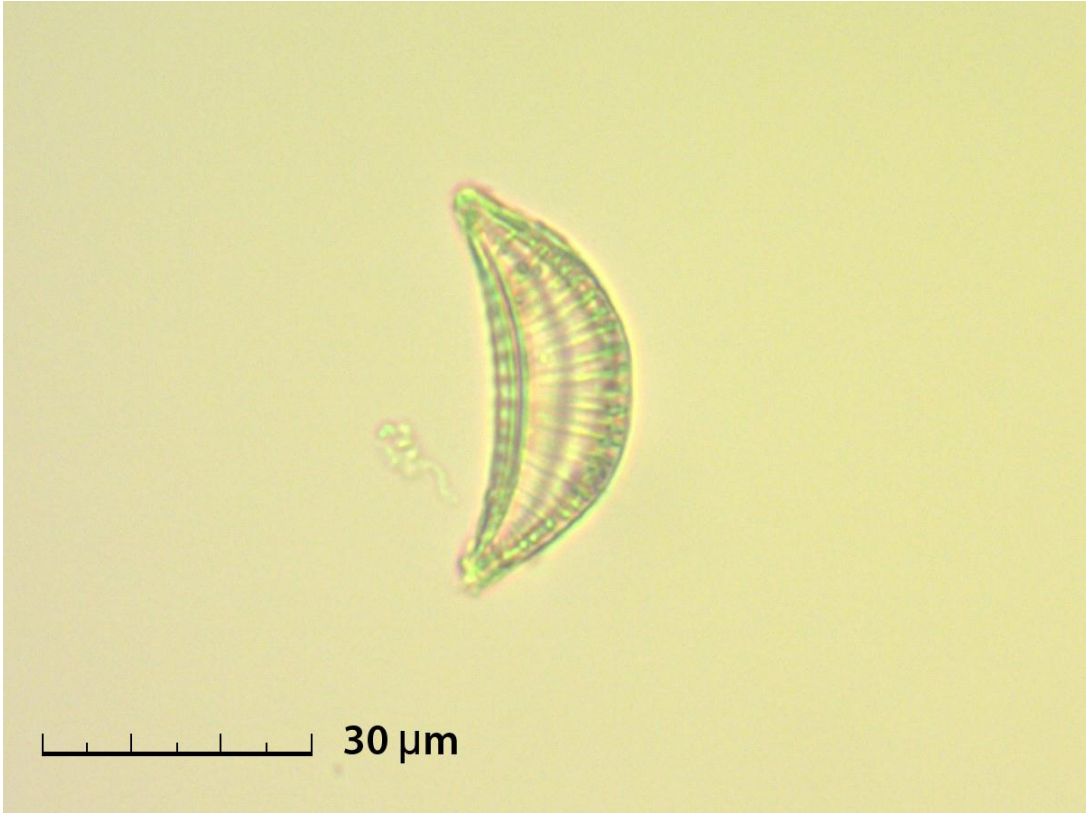

Рис. Д.11. Мікрофотографія *Rhopalodia musculus* (Kütz.) O.Müll. в озері Ріпне

Рис. Д.12. Мікрофотографія *Surirella striatula* Turpin var. *striatula* в озері Ріпне

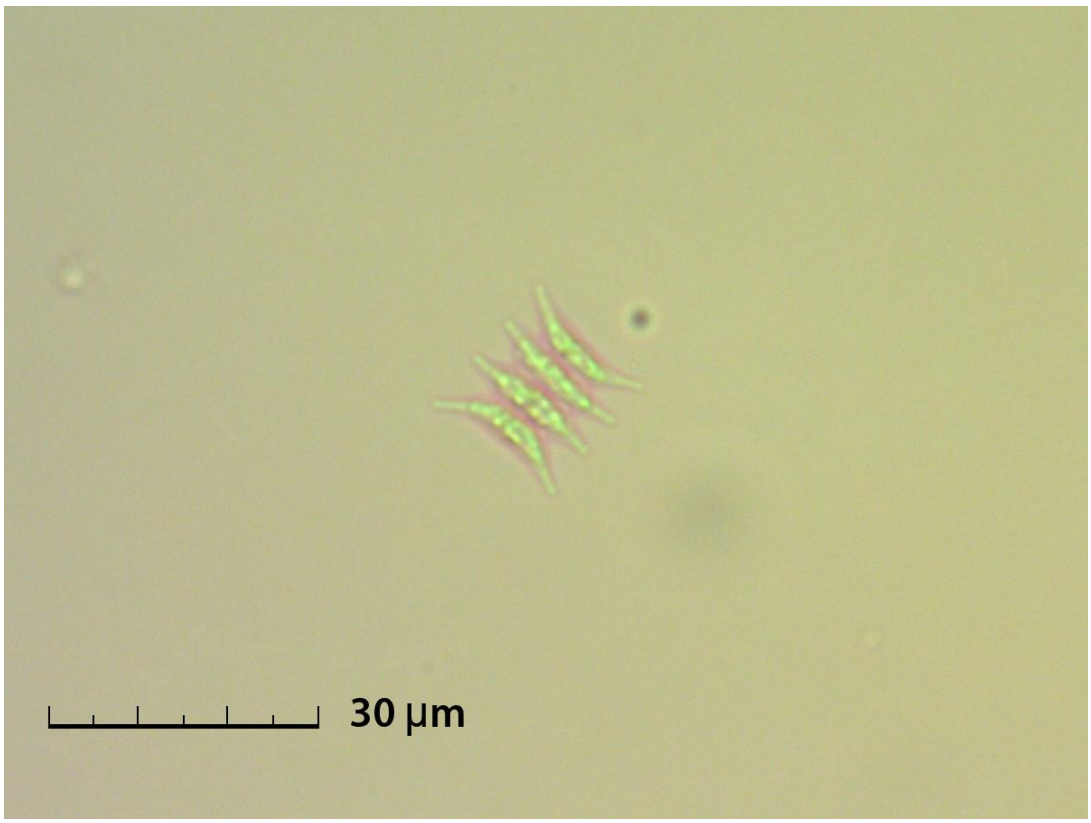

Рис. Д.13. Мікрофотографія *Acutodesmus dimorphus* (Turpin) P. Tsarenko in Tsarenko et Petlovany в озері Сліпне

Рис. Д.14. Мікрофотографія *Euglena oxyuris* Schmarda f. *oxyuris* та *Cyclotella meneghiniana* Kütz. в озері Сліпне

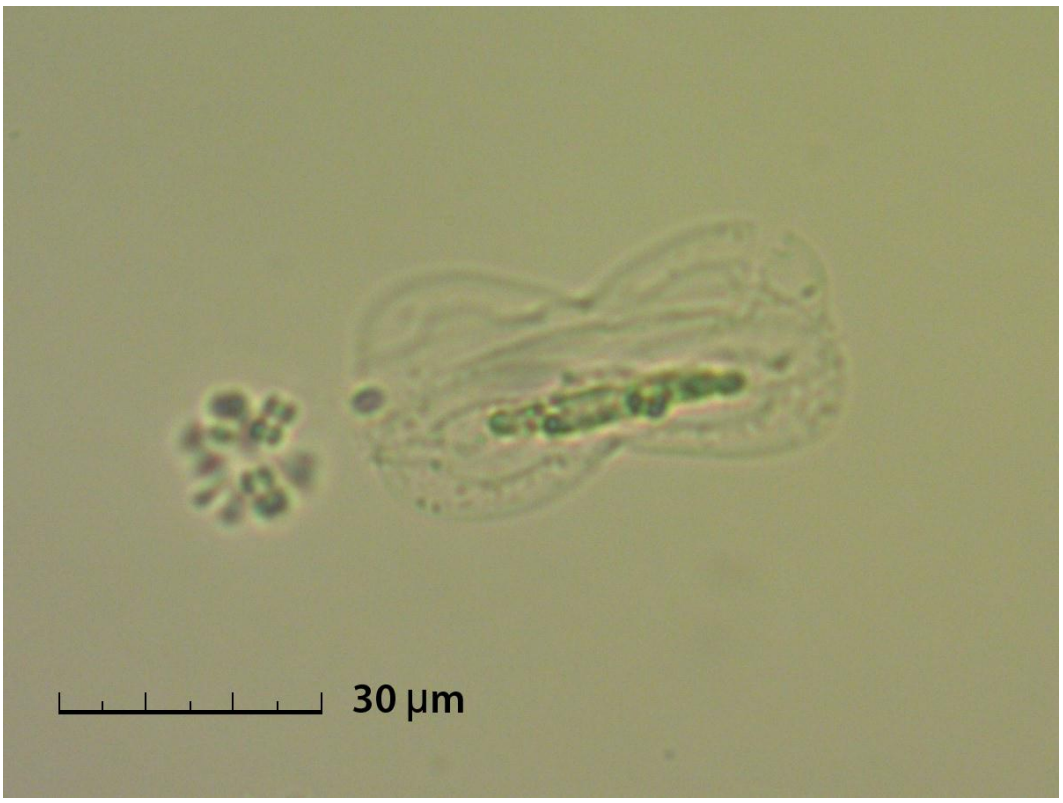

Рис. Д.15. Мікрофотографія *Entomoneis paludosa* (W. Sm.) Reimer in Patrick et Reimer var. *subsalina* (Cleve) Krammer in Lange-Bert et Krammer в озері Сліпне

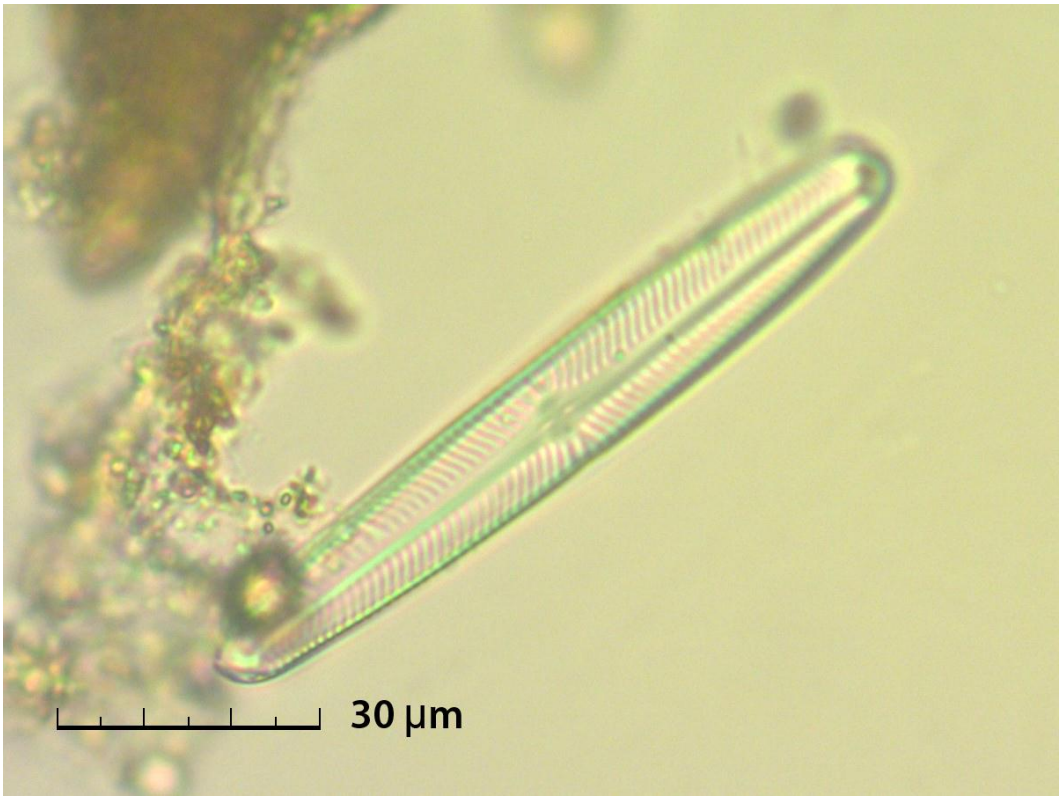

Рис. Д.16. Мікрофотографія *Navicula oblonga* (Kütz.) Kütz. var. *oblonga* в озері Сліпне

Рис. Д.17. Мікрофотографія *Diatoma elongatum* (Lyngb.) C. Agardh в озері Сліпне

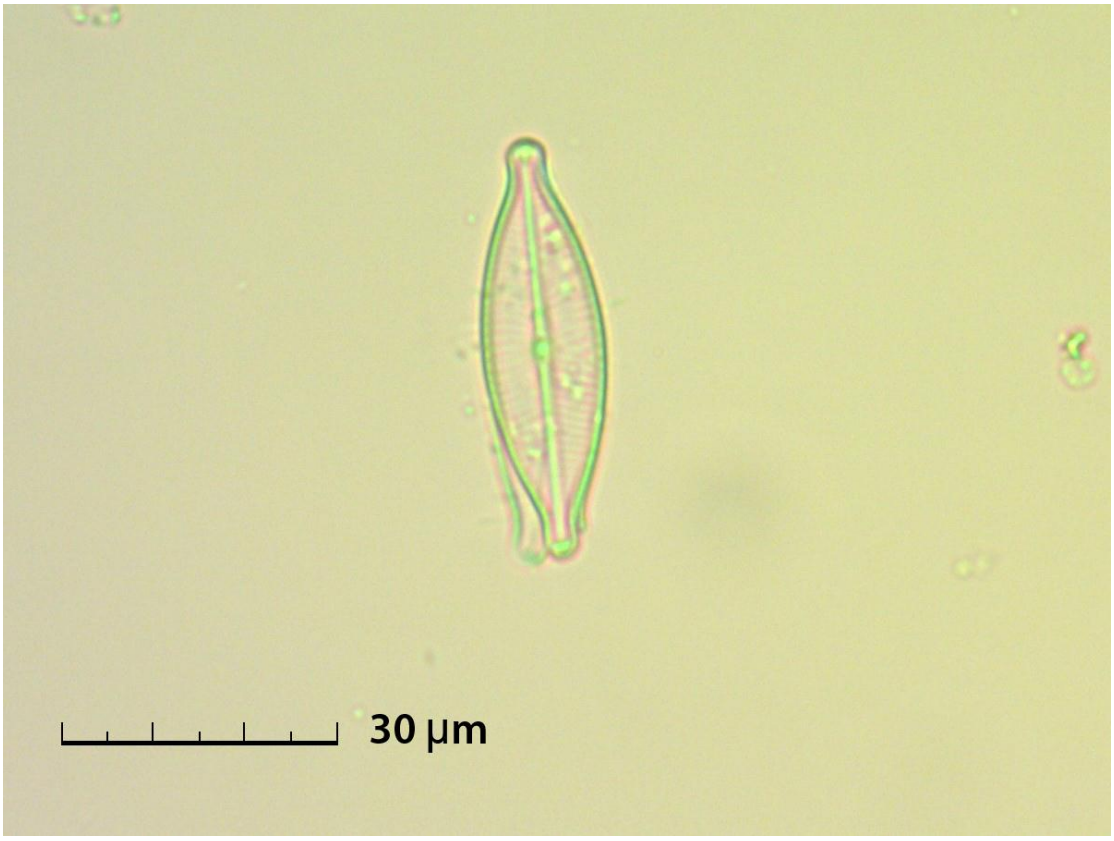

Рис. Д.18. Мікрофотографія *Craticula halophila* (Grunow in Van Heurck) D.G. Mann in Round, Crawford, Mann в озері Сліпне

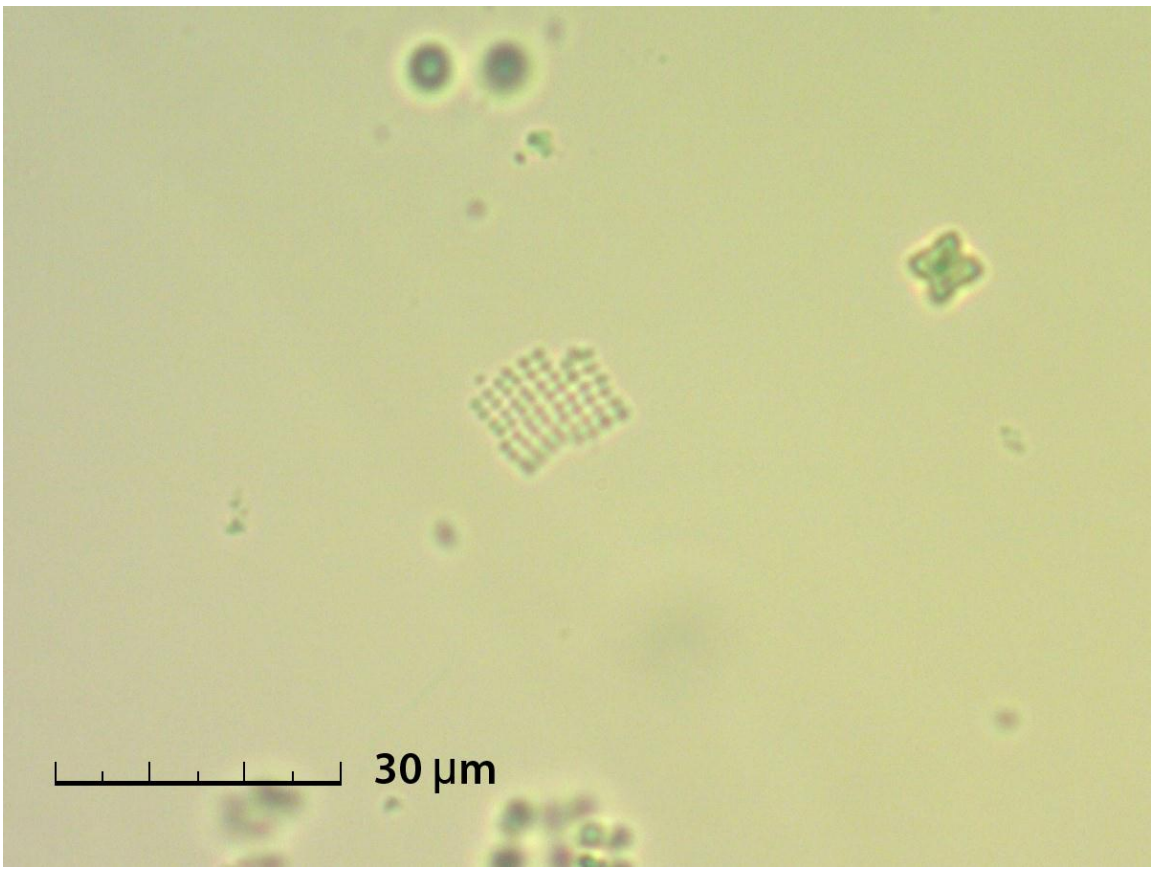

Рис. Д.19. Мікрофотографія *Merismopedia minima* Beck в озері Сліпне

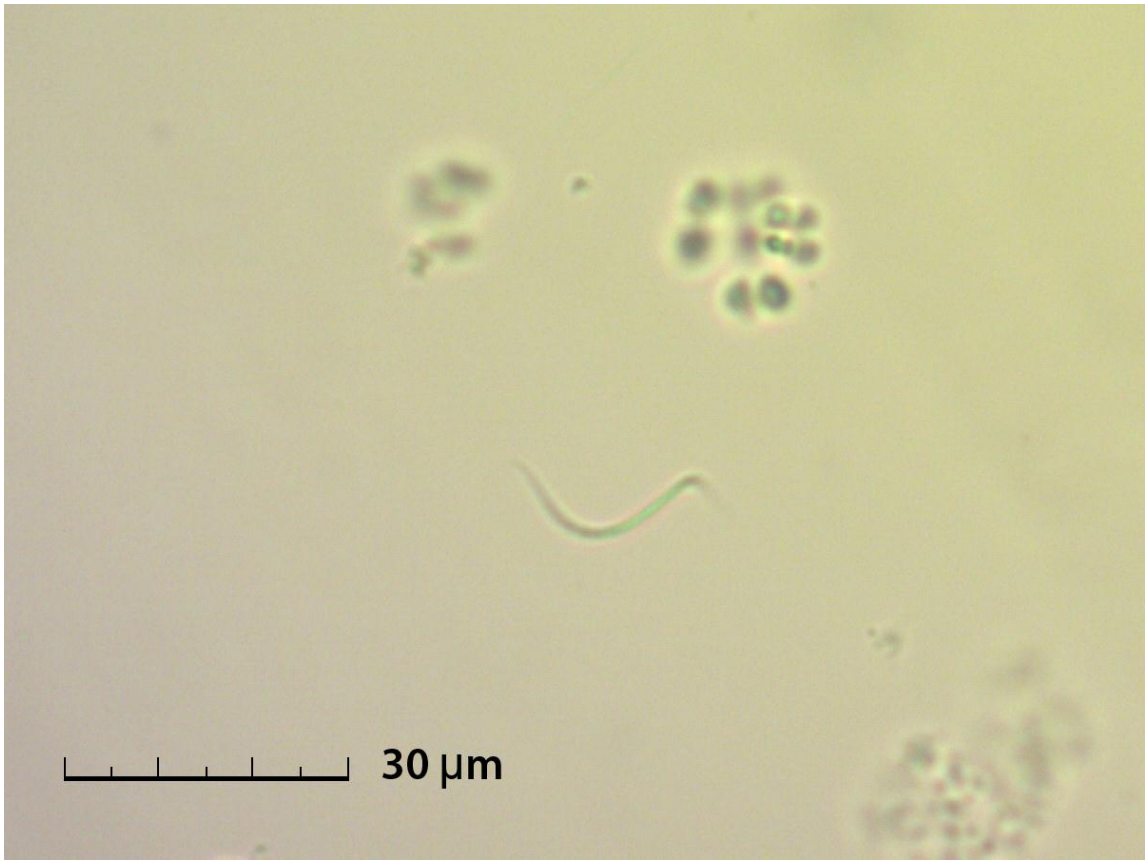

Рис. Д.20. Мікрофотографія *Monoraphidium contortum* (Thur.) Komárk.-Legn. в озері Сліпне

Додаток Е

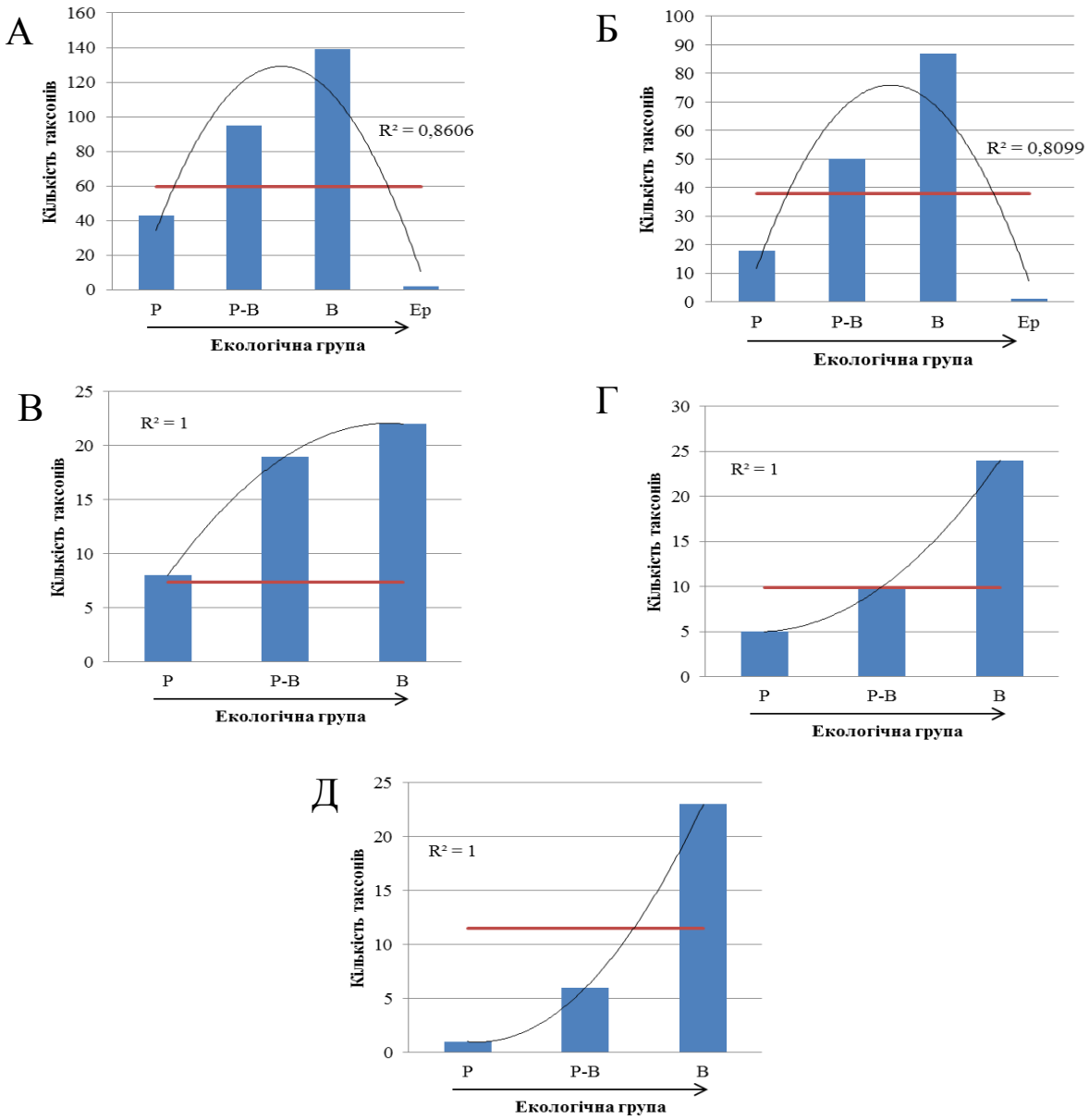

Рис. Е.1. Співвідношення індикаторів місця існування (В – бентосні; Р-В – планктонно-бентосні; Р – планктонні; Ер – епіфітні; стрілка позначає напрям посилення зв’язку із субстратом, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації) в РЛП (А), Вейсовому (Б), Левадному (В), Червоному (Г) та Озері (Д)

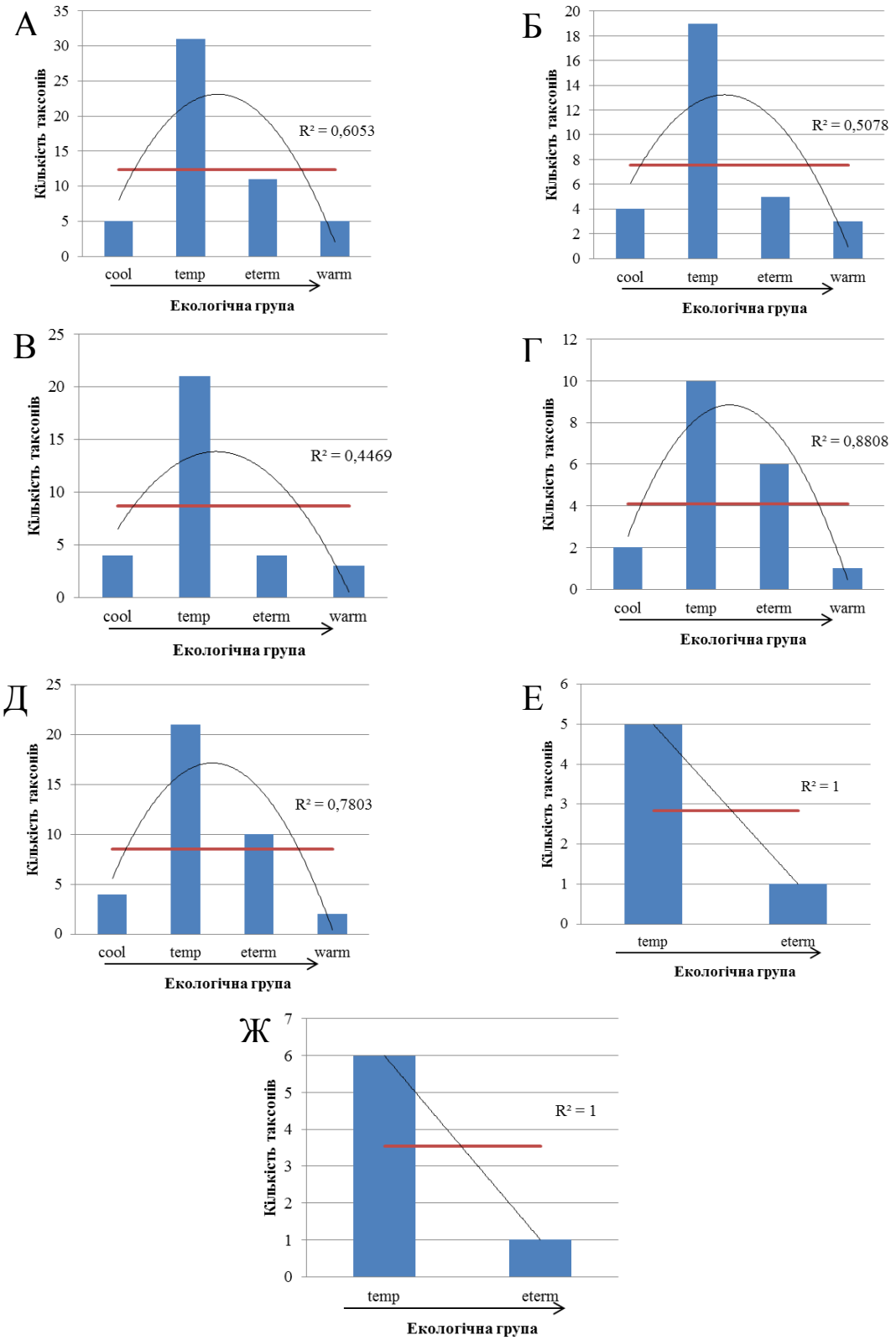

Рис. Е.2. Співвідношення індикаторів температурних умов (warm – теплолюбні; cool – холодолюбні; temp – помірного діапазону та/або індиференти; eterm – евритермні; стрілка позначає напрям збільшення температури, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації) у РЛП (А), Ріпному (Б), Вейсовому (В), Гарячому (Г), Сліпному (Д), Левадному (Е) та Червоному (Ж)

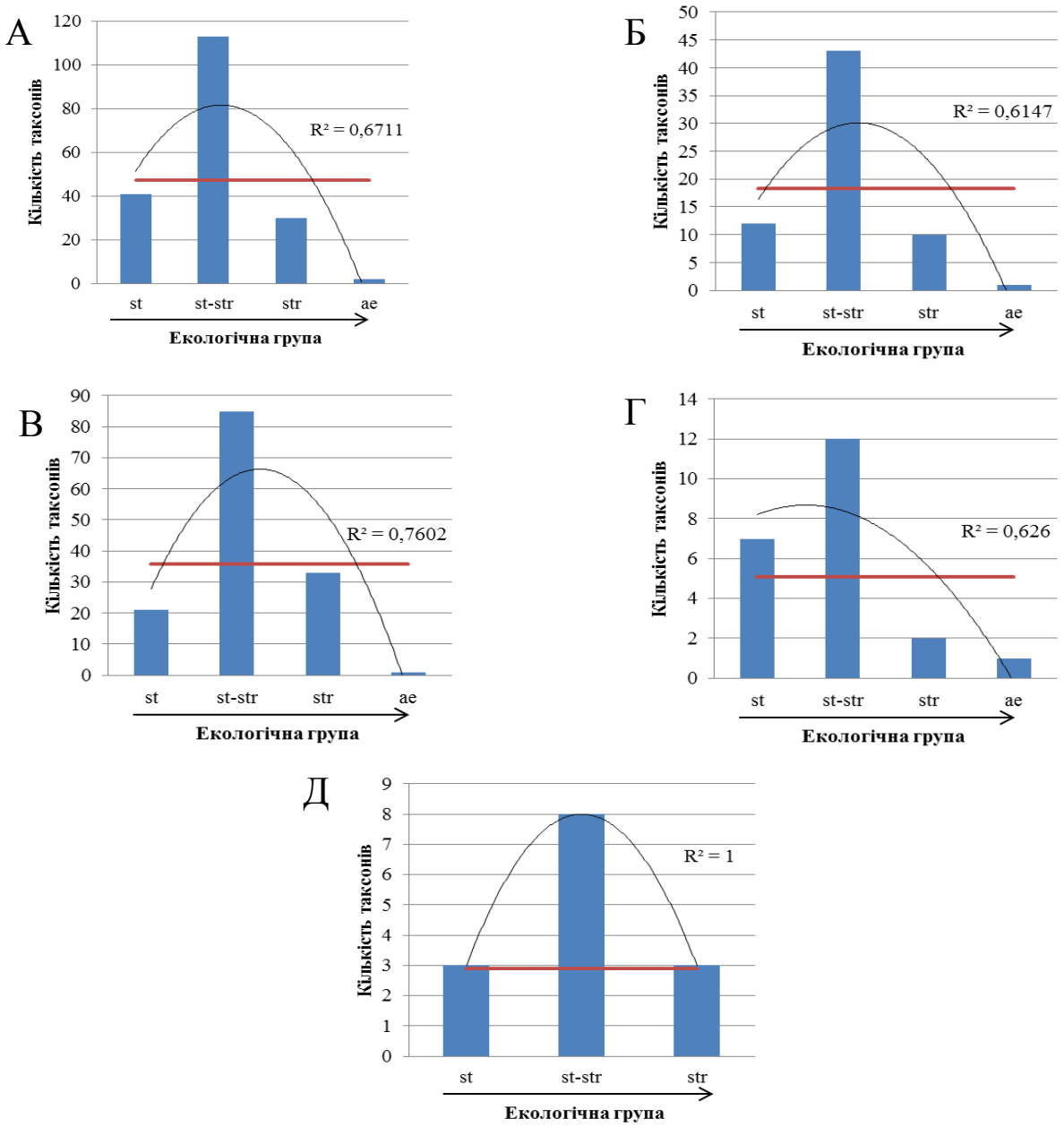

Рис. Е.3. Співвідношення індикаторів насиченості вод киснем та реофільності (st – стоячі; str – швидкотекучі; st-str – повільнотекучі та/або індиференти; стрілка позначає напрям посилення текучості вод, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації) у РЛП (А), Гарячому (Б), Сліпному (В), Червоному (Г) та Озері (Д)

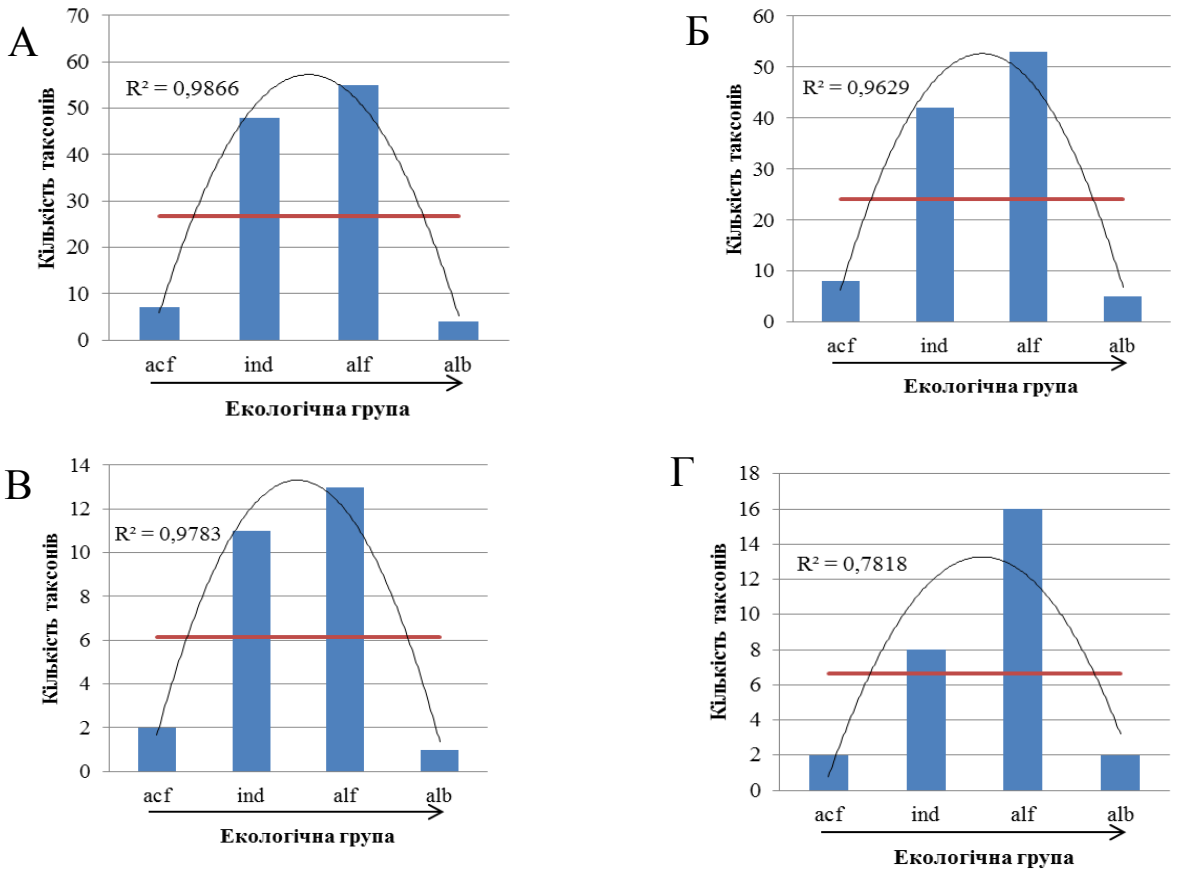

Рис. Е.4. Співвідношення індикаторів pH середовища (ind – індиференти; alf – алкаліфіли; alb – алкалібіонти; acf – ацидофіли; стрілка позначає напрям посилення лужності вод, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації) у Ріпному (А), Вейсовому (Б), Левадному (В) та Червоному (Г)

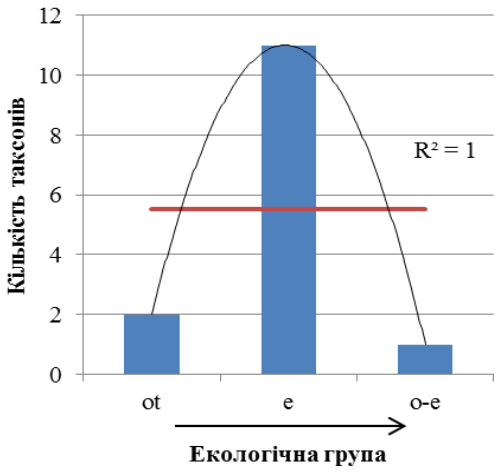

Рис. Е.5. Співвідношення кількості індикаторів рівня трофності (ot – оліготрофні; e – евтрофні; o-e – широкої амплітуди трофності; стрілка позначає напрям збільшення органічного забруднення, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації) у Червоному

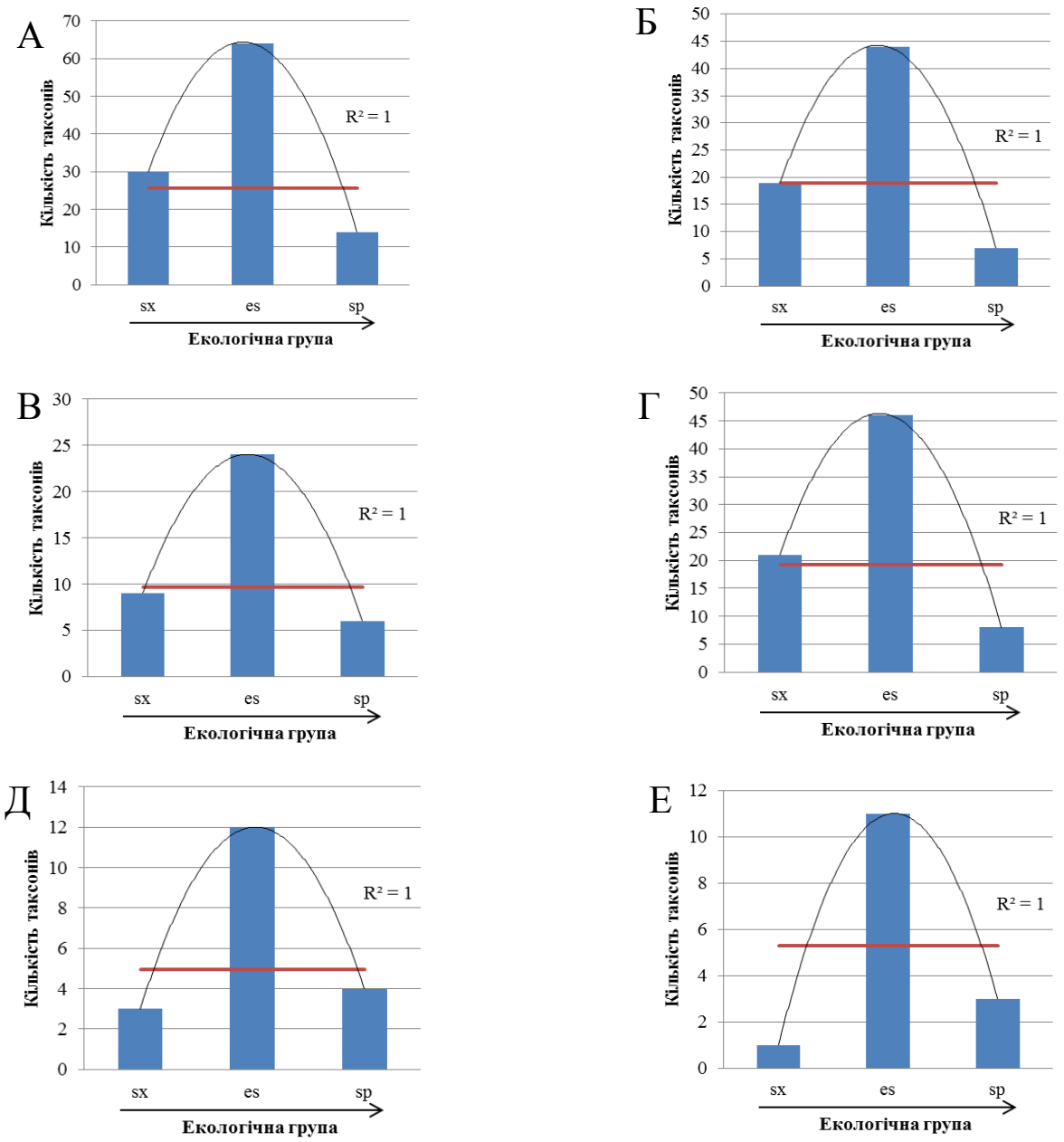

Рис. Е.6. Співвідношення індикаторів органічного забруднення за Ватанабе (sx – сапроксени; sp – сапрофіли; es – еврисапроби; стрілка позначає напрям посилення органічного забруднення, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації) у РЛП (А), Вейсовому (Б), Гарячому (В), Сліпному (Г), Левадному (Д) та Озері (Е)

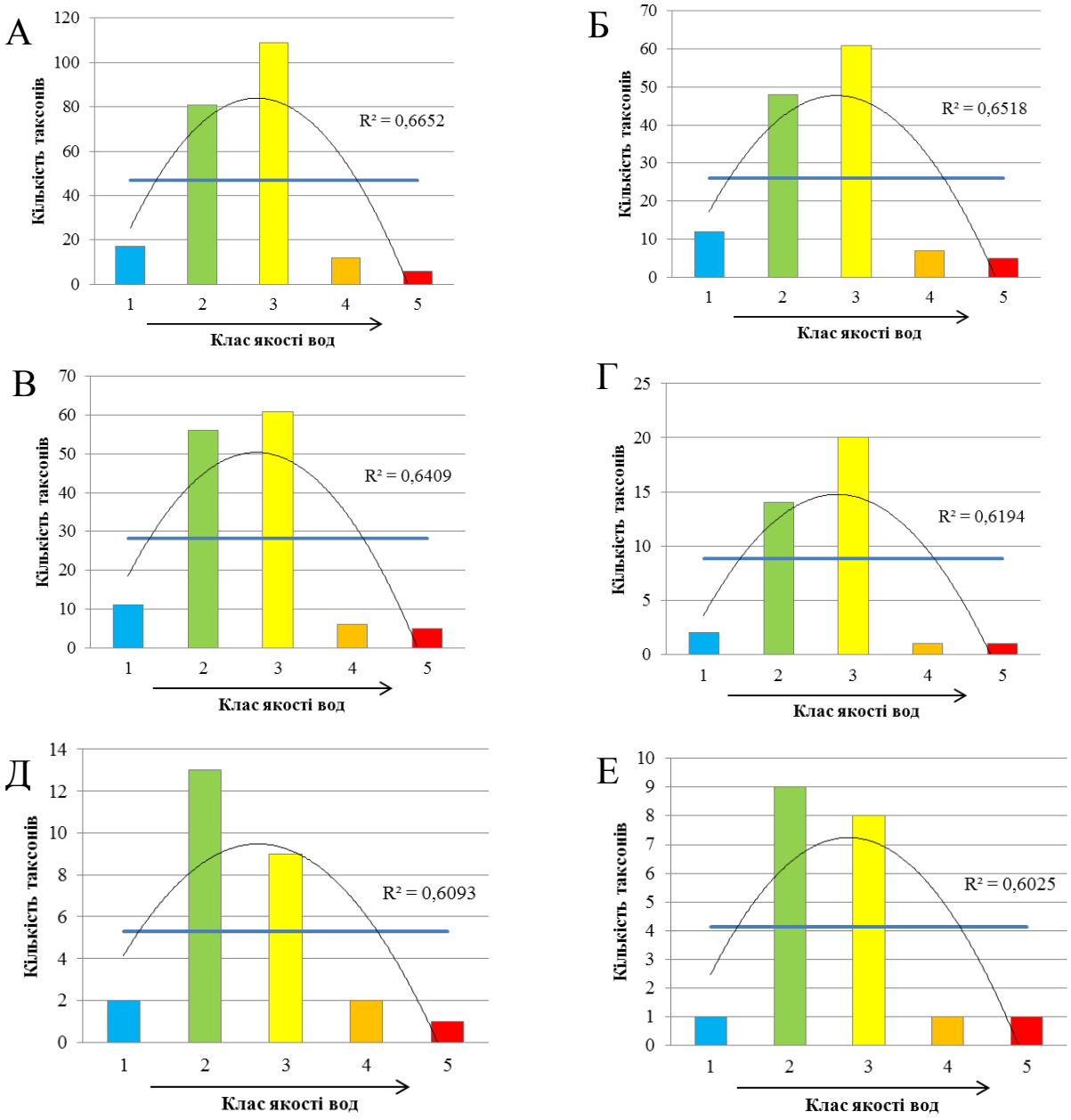

Рис. Е.7. Співвідношення кількості індикаторів класів якості води (стрілка позначає напрям погіршення якості вод, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації) в РЛП (А), Ріпному (Б), Сліпному (В), Левадному (Г), Червоному (Д) та Озері (Е)

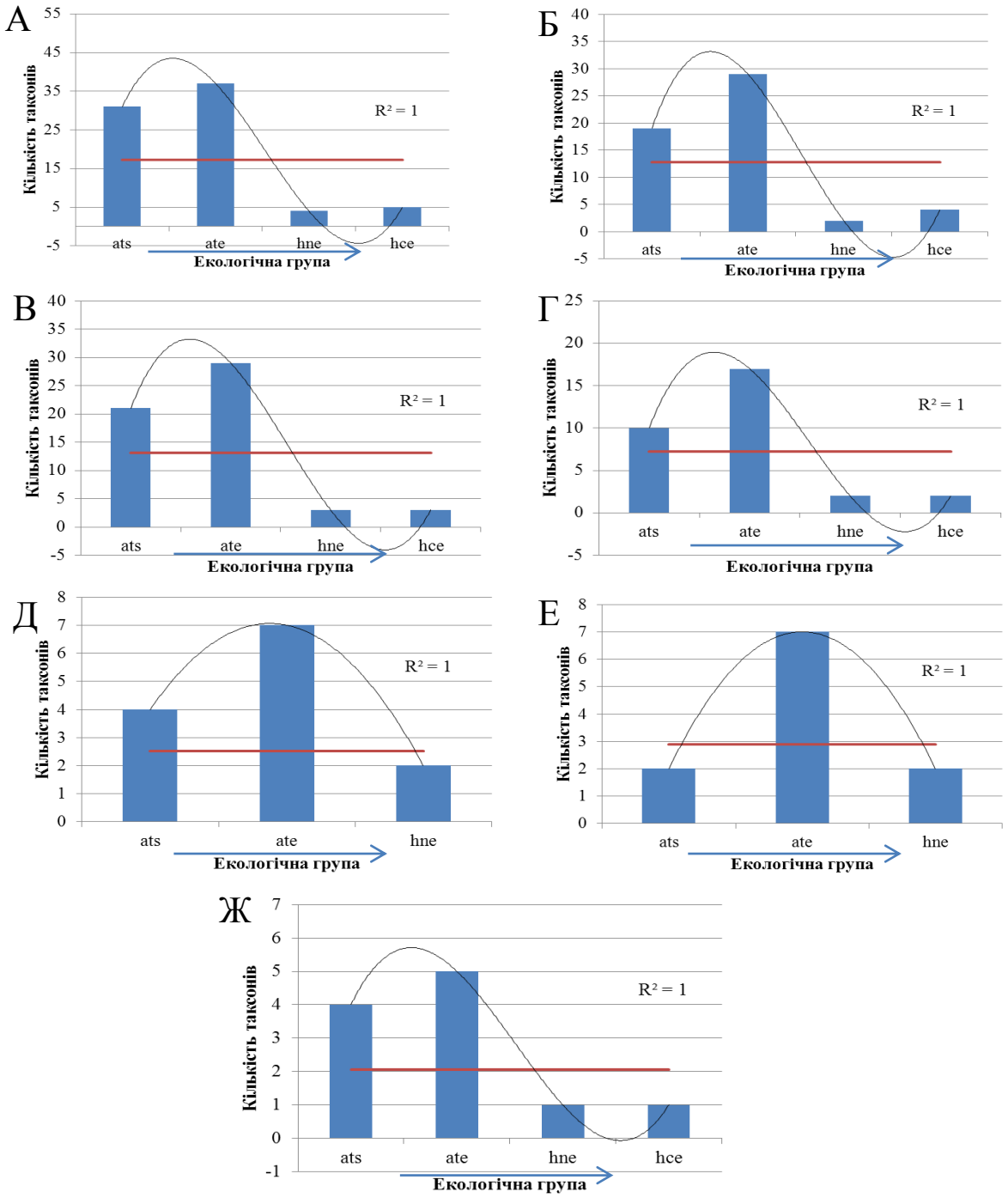

Рис. Е.8. Співвідношення кількості індикаторів типу живлення (ats – автотрофи, що розвиваються за низької концентрації азотовмісних органічних сполук; ate – автотрофи, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук; hne – факультативні гетеротрофи, які розвиваються у воді за періодичних підвищень концентрації азотовмісних органічних сполук; hce – облігатні гетеротрофи, які розвиваються у воді за підвищених концентрацій азотовмісних органічних сполук; стрілка позначає напрям посилення антропогенного навантаження, червона лінія – лінія стандартного відхилення, R^2 – величина достовірності апроксимації) в РЛП (А), Ріпному (Б), Вейсовому (В), Гарячому (Г), Левадному (Д), Червоному (Е) та Озері (Ж)

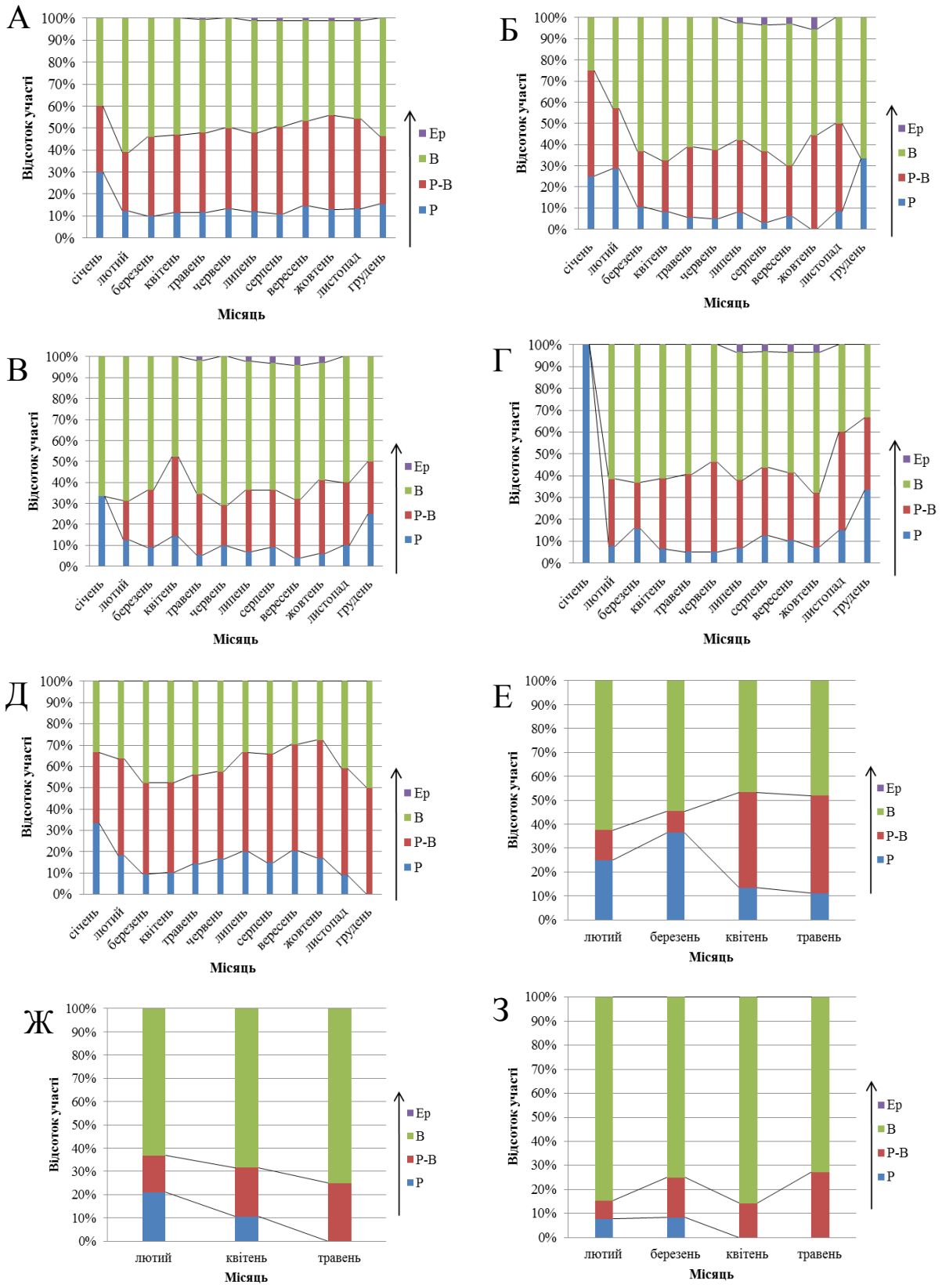

Рис. Е.9. Співвідношення індикаторів місця існування (В – бентосні; Р-В – планктонно-бентосні; Р – планктонні; Ер – епіфітні; стрілка позначає напрям посилення зв’язку із субстратом) по місяцях в РЛП (А), Ріпному (Б), Вейсовому (В), Гарячому (Г), Сліпному (Д), Левадному (Е), Червоному (Ж) та Озері (З)

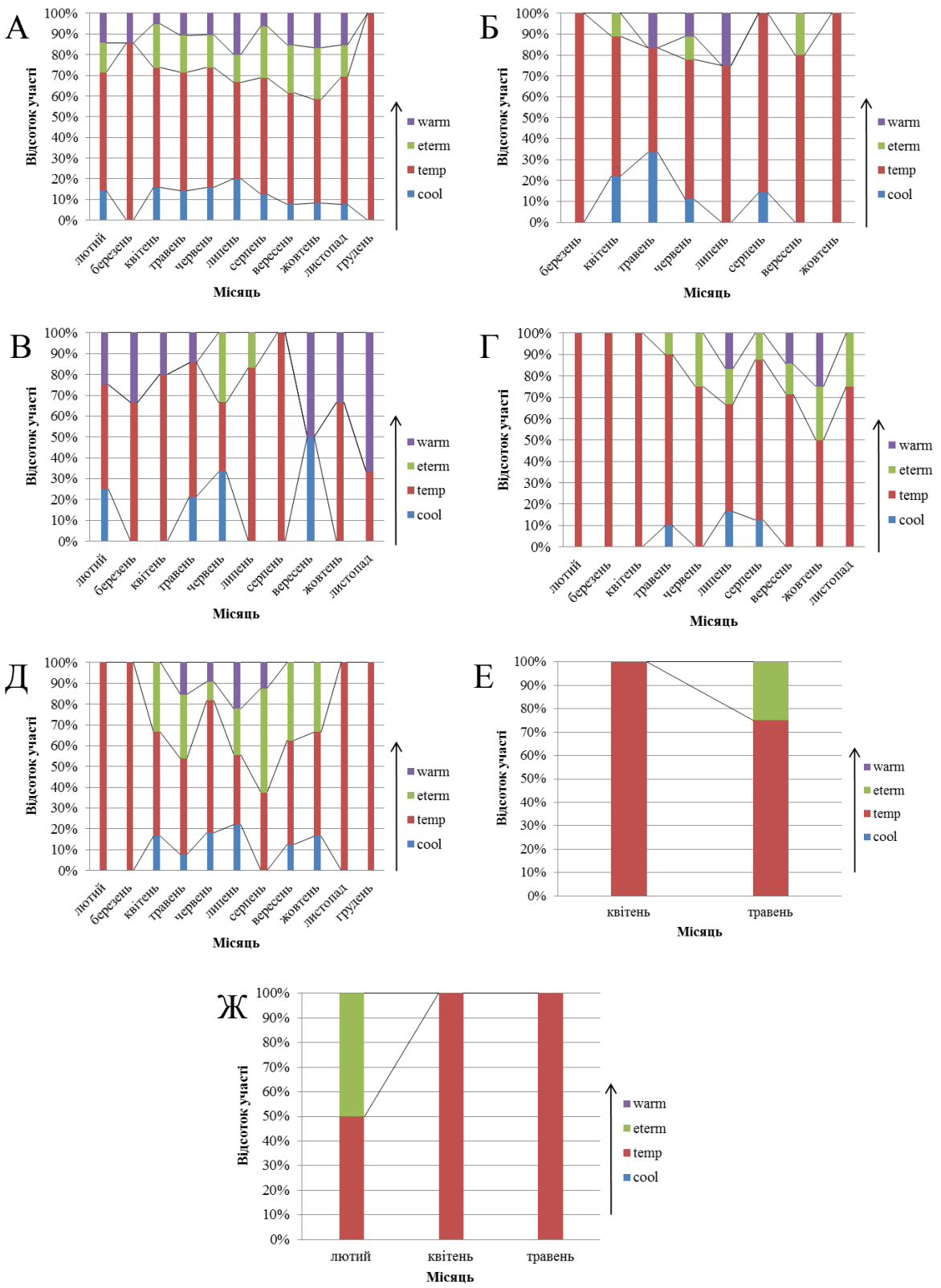

Рис. Е.10. Співвідношення індикаторів температурних умов (warm – теплолюбні; cool – холодолюбні; temp – помірного діапазону та/або індиференти; eterm – евритермні; стрілка позначає збільшення температури) по місяцях в РЛП (А), Ріпному (Б), Вейсовому (В), Гарячому (Г), Сліпному (Д), Левадному (Е) та Червоному (Ж)

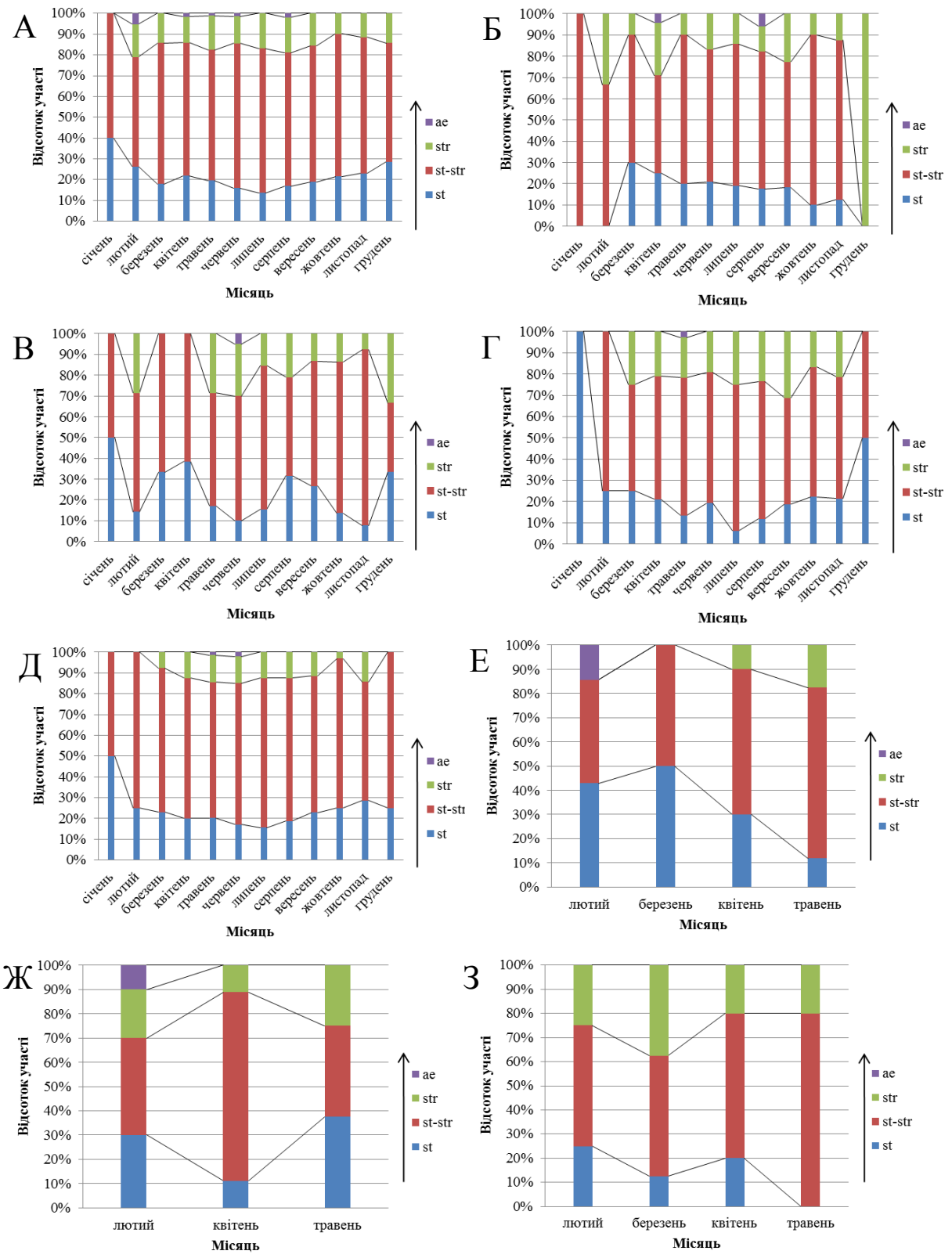

Рис. Е.11. Співвідношення індикаторів насиченості вод киснем та реофільності (st – стоячі; str – швидкотекучі; st-str – повільнотекучі та/або індиференти; стрілка позначає збільшення текучості вод) по місяцях в РЛП (А), Ріпному (Б), Вейсовому (В), Гарячому (Г), Сліпному (Д), Левадному (Е), Червоному (Ж) та Озері (З)

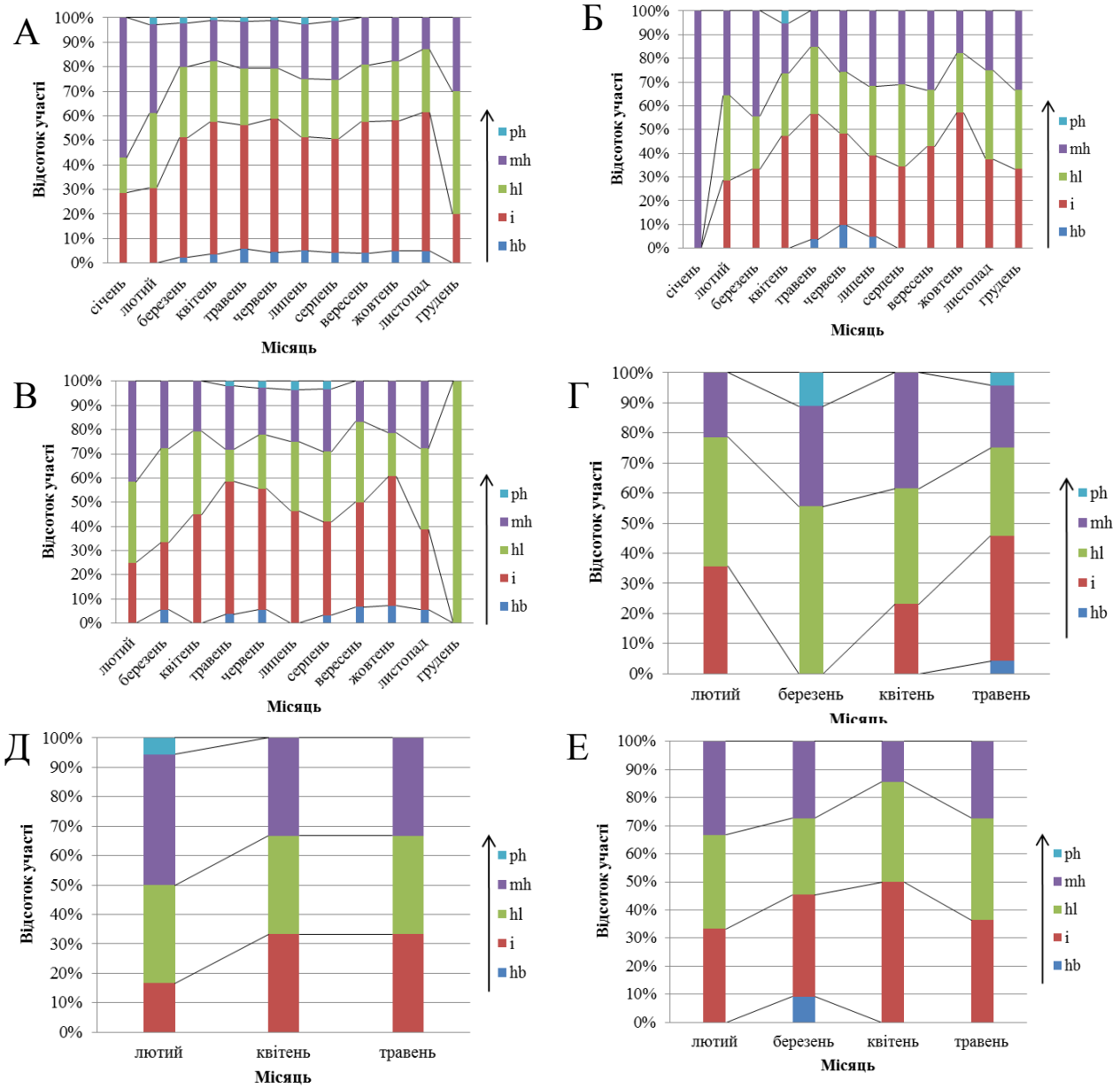

Рис. Е.12. Співвідношення індикаторів солоності (ph – полігалоби; mh – мезогалоби; i – олігогалоби-індиференти; hl – олігогалоби-галофіли; hb – олігогалоби-галофоби; стрілка позначає напрям збільшення солоності) по місяцях в РЛП (А), Вейсовому (Б), Гарячому (В), Левадному (Г), Червоному (Д) та Озері (Е)

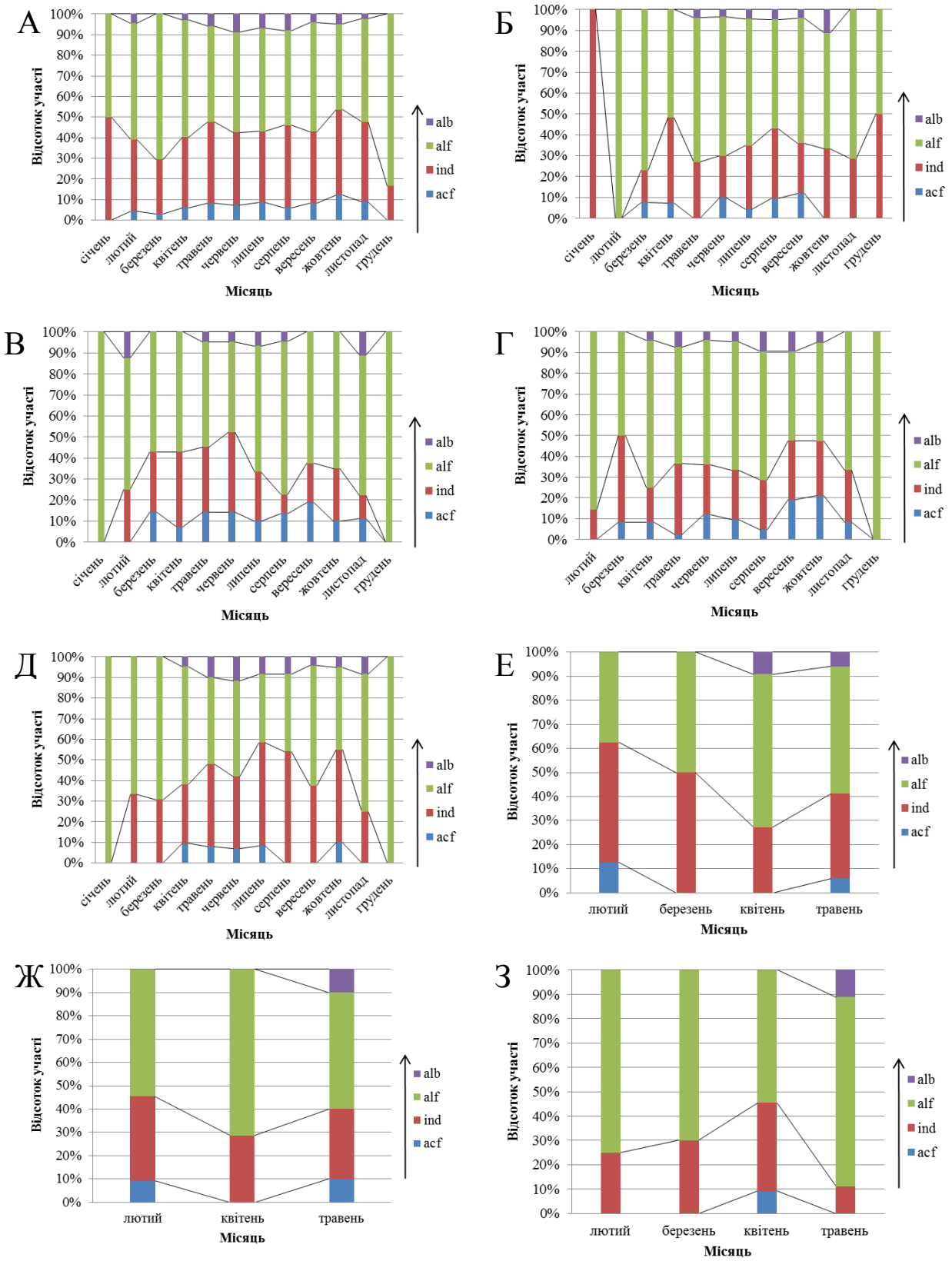

Рис. Е.13. Співвідношення індикаторів pH середовища (ind – індиференти; alf – алкаліфіли; alb – алкалібіонти; acf – ацидофіли; стрілка позначає напрям збільшення лужності) по місяцях в РЛП (А), Ріпному (Б), Вейсовому (В), Гарячому (Г), Сліпному (Д), Левадному (Е), Червоному (Ж) та Озері (З)

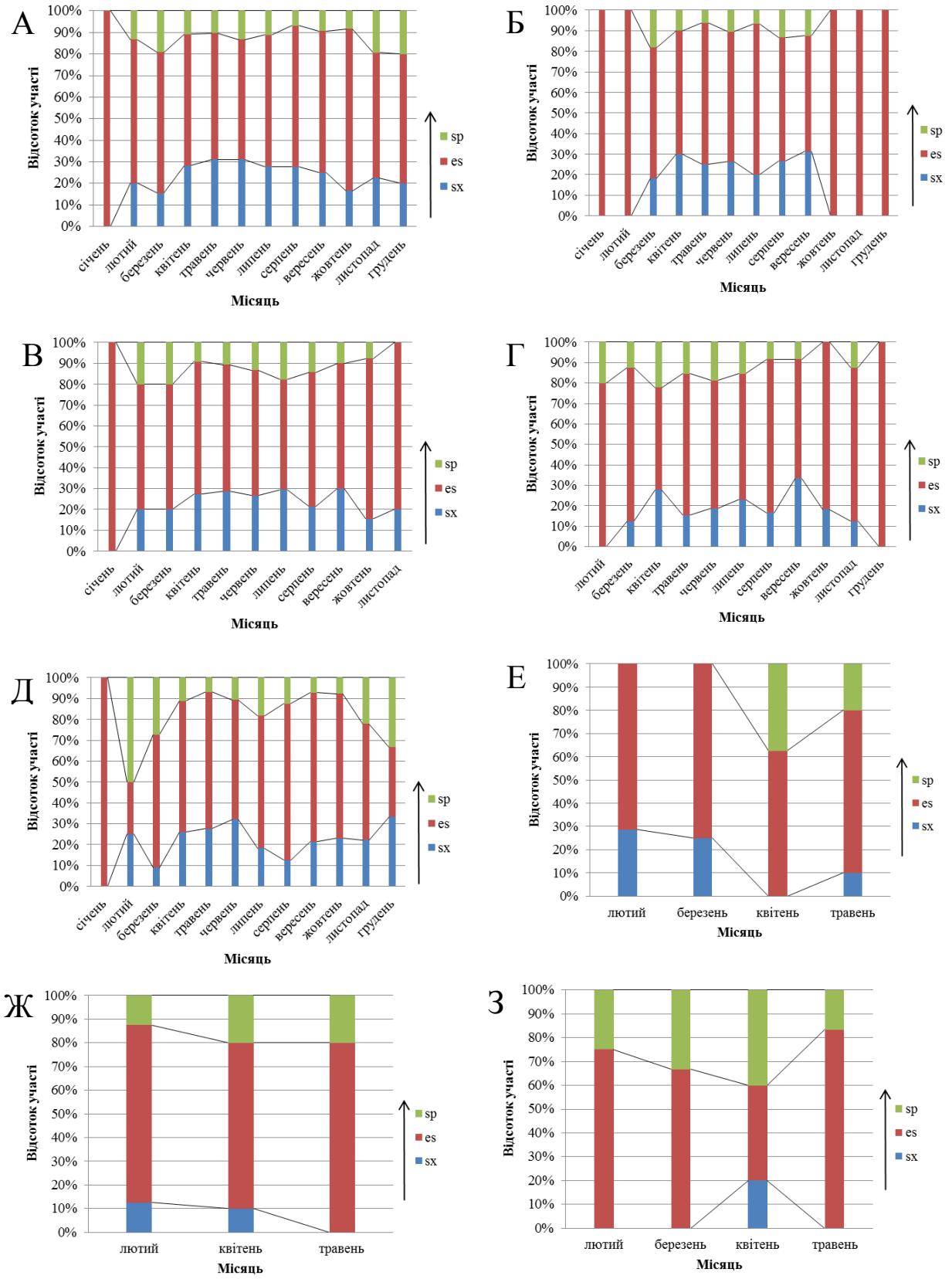

Рис. Е.14. Співвідношення індикаторів органічного забруднення за Ватанабе (sx – сапроксени; sp – сапрофіли; es – еврисапроби; стрілка позначає напрям посилення органічного забруднення) по місяцях в РЛП (А), Ріпному (Б), Вейсовому (В), Гарячому (Г), Сліпному (Д), Левадному (Е), Червоному (Ж) та Озері (З)

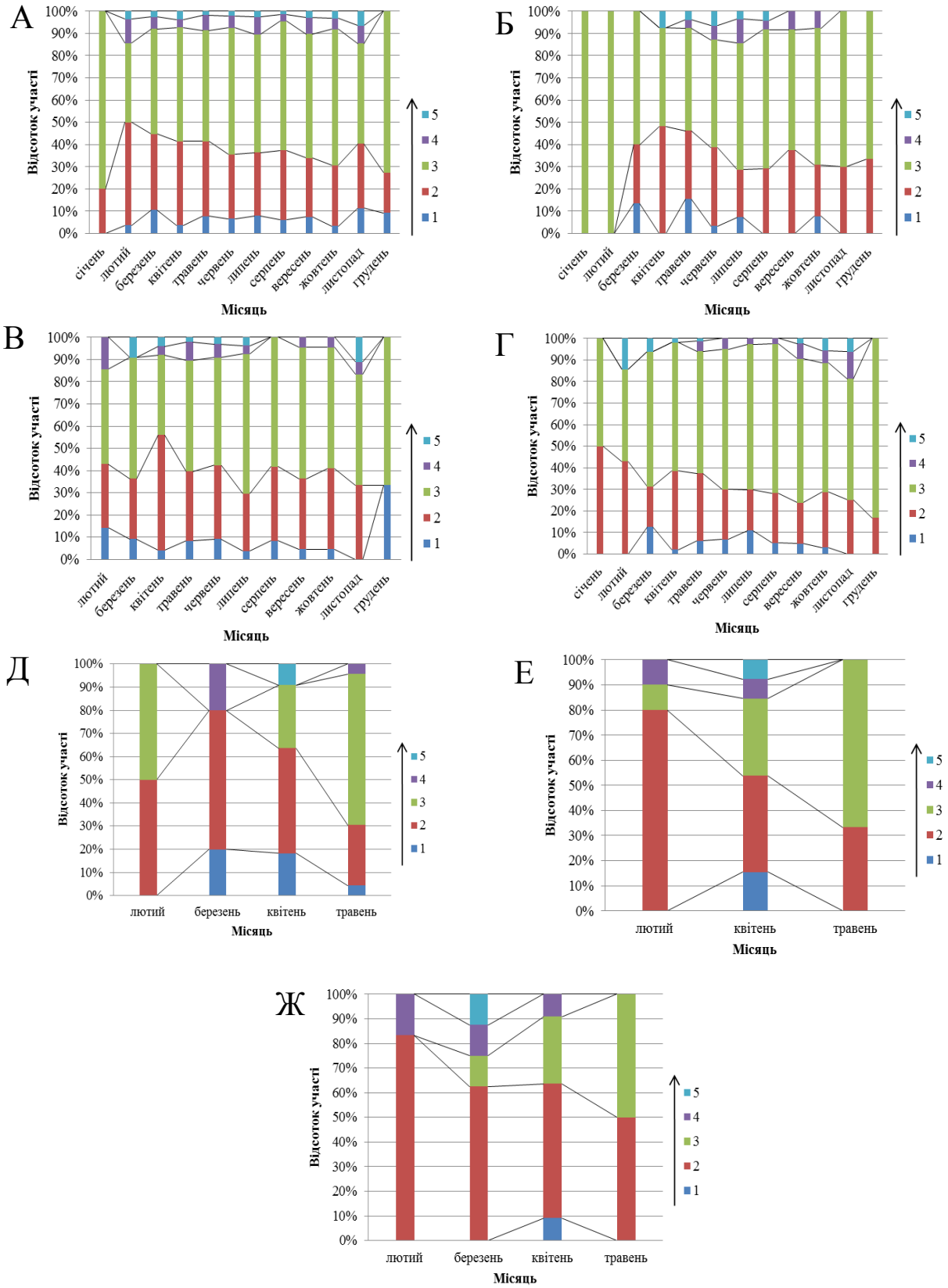

Рис. Е.15. Співвідношення кількості індикаторів класів якості води (стрілка позначає напрям погіршення якості води) по місяцях в РЛП (А), Ріпному (Б), Гарячому (В), Сліпному (Г), Левадному (Д), Червоному (Е) та Озері (Ж)

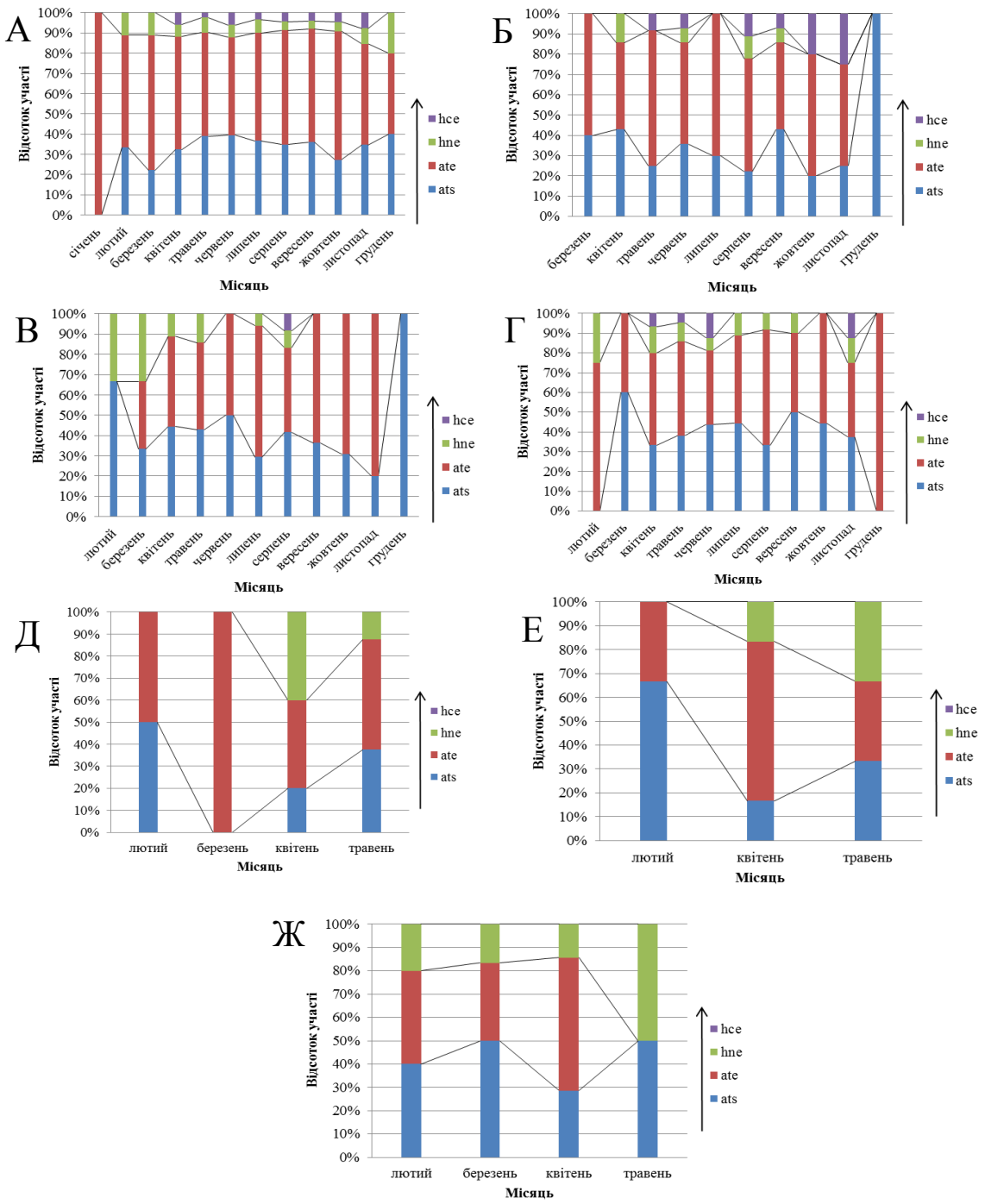

Рис. Е.16. Співвідношення кількості індикаторів типу живлення (ats – автотрофи, що розвиваються за низької концентрації азотовмісних органічних сполук; ate – автотрофи, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук; hne – факультативні гетеротрофи, які розвиваються у воді за періодичних підвищень концентрації азотовмісних органічних сполук; hce – облігатні гетеротрофи, які розвиваються у воді за підвищених концентрацій азотовмісних органічних сполук; стрілка позначає напрям збільшення антропогенного навантаження) по місяцях в РЛП (А), Ріпному (Б), Вейсовому (В), Гарячому (Г), Левадному (Д), Червоному (Е) та Озері (Ж)

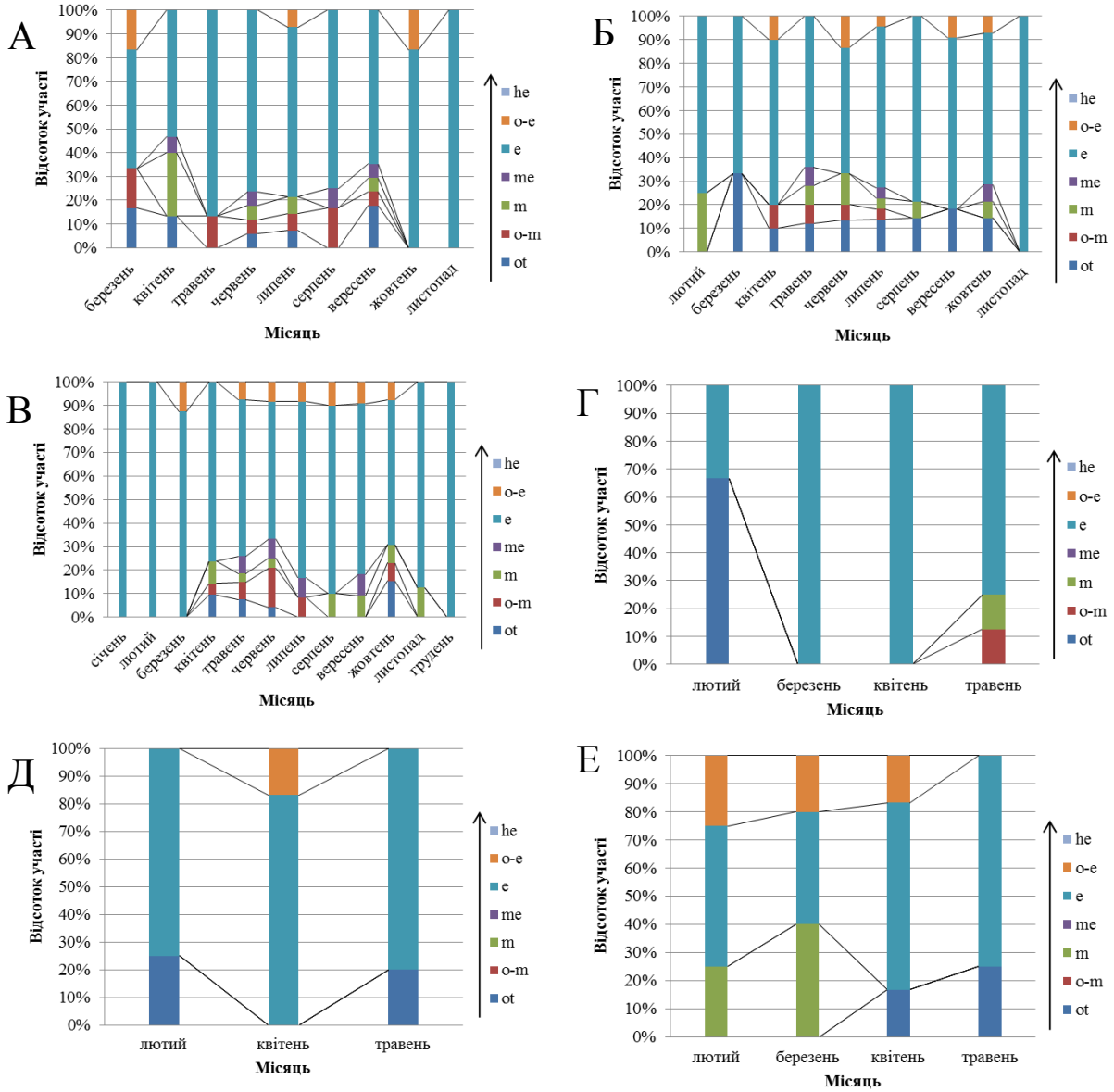

Рис. Е.17. Співвідношення кількості індикаторів рівня трофності (ot – оліготрофні; o-m – оліго-мезотрофні; m – мезотрофні; me – мезо-евтрофні; e – евтрофні; he – гіпертрофні; o-e – широкої амплітуди трофності; стрілка позначає напрям збільшення органічного забруднення) по місяцях в Ріпному (А), Вейсовому (Б), Сліпному (В), Левадному (Г), Червоному (Д) та Озері (Е)

Додаток Ж

Таблиця Ж.1

Сезонні зміни чисельності (млн. кл /дм^3) фітопланктону за відділами у Слов'янських солоних озерах

Сезон / Відділ	весна			літо			осінь			зима		
	Min	Max	$x_{ср}$	Min	Max	$x_{ср}$	Min	Max	$x_{ср}$	Min	Max	$x_{ср}$
Озеро Ріпне												
Cyanoprokaryota	0,004	0,017	0,002	0,007	0,144	0,022	0,005	0,019	0,005	0	0	0
Euglenophyta	0	0	0	0,011	0,015	0,001	0,007	0,011	0,002	0	0	0
Dinophyta	0,008	1,268	0,123	0	0	0	0,007	0,007	0,001	0,001	0,453	0,144
Xanthophyta	0,009	0,036	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyta	0,006	0,166	0,056	0,006	1,943	0,207	0,005	0,636	0,121	0,019	0,024	0,007
Chlorophyta	0,004	0,066	0,008	0,014	7,340	0,910	0,005	0,088	0,027	0,006	0,019	0,008
Σ	0,192			1,140			0,155			0,159		
середнє±станд. відхил.	0,412±0,486											
Озеро Вейсовое												
Cyanoprokaryota	0,007	0,422	0,073	0,007	1,536	0,167	0,008	0,047	0,016	0,006	0,006	0,001
Chrysophyta	0	0	0	0,007	0,007	0,001	0	0	0	0	0	0
Dinophyta	0,096	0,206	0,017	0	0	0	0,099	0,334	0,030	0	0	0
Bacillariophyta	0,022	23,671	3,779	0,029	7,162	0,757	0,017	4,867	1,072	0,382	1,267	0,463
Chlorophyta	0,007	6,383	0,712	0,014	3,234	0,457	0,012	2,491	0,393	0,019	0,252	0,150
Σ	4,581			1,381			1,511			0,614		
середнє±станд. відхил.	2,022±1,752											
Озеро Гаряче												
Cyanoprokaryota	0,004	1,162	0,141	0,008	0,338	0,071	0,006	0,098	0,016	0	0	0
Euglenophyta	0,025	0,051	0,005	0,008	0,011	0,001	0,009	0,025	0,005	0	0	0
Dinophyta	0,006	0,312	0,028	0	0	0	0	0	0	0,014	0,041	0,006
Bacillariophyta	0,015	12,558	1,501	0,015	2,780	0,738	0,007	0,431	0,154	0,041	0,075	0,018
Chlorophyta	0,006	0,180	0,017	0,007	89,037	11,421	0,006	193,890	33,012	0,012	0,109	0,054
Σ	1,691			12,232			33,187			0,078		
середнє±станд. відхил.	11,797±15,244											
Озеро Сліпне												
Cyanoprokaryota	0,005	14,190	1,621	0,339	25,379	4,213	0,017	1,434	0,614	0	0	0
Euglenophyta	0,012	0,070	0,007	0,008	3,125	0,199	0,015	0,054	0,009	0	0	0
Dinophyta	0,006	8,688	0,446	0,008	2,214	0,267	0,006	0,109	0,030	0,006	0,234	0,060
Bacillariophyta	0,007	8,157	0,996	0,011	6,822	0,964	0,017	3,995	1,644	0,011	0,027	0,011
Chlorophyta	0,004	4,101	0,563	0,038	15,398	1,767	0,090	4,175	1,226	0,006	0,053	0,029
Σ	3,632			7,410			3,523			0,100		
середнє±станд. відхил.	3,666±2,986											
Озеро Левадне												
середнє±станд. відхил.	5,977±5,869											
Озеро Червоне												
середнє±станд. відхил.	0,641±0,557											
Озеро												
середнє±станд. відхил.	0,470±0,121											

Таблиця Ж.2

Сезонні зміни біомаси (мг/дм^3) фітопланктону за відділами у Слов'янських солоних озерах

Сезон / Відділ	весна			літо			осінь			зима		
	Min	Max	$x_{ср}$	Min	Max	$x_{ср}$	Min	Max	$x_{ср}$	Min	Max	$x_{ср}$
Озеро Ріпне												
Cyanoprokaryota	0,0002	0,163	0,011	0,002	4,374	0,618	0,0004	0,373	0,051	0	0	0
Euglenophyta	0	0	0	0,011	1,917	0,071	0,215	1,385	0,113	0	0	0
Dinophyta	0,016	11,816	1,148	0	0	0	0,037	0,037	0,002	3,114	3,503	1,114
Xanthophyta	0,025	0,029	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacillariophyta	0,002	0,310	0,055	0,0004	34,851	1,907	0,0001	0,835	0,147	0,006	0,058	0,008
Chlorophyta	0,0001	0,164	0,009	0,0007	0,903	0,120	0,0002	22,418	1,940	0,0002	0,010	0,002
Σ	1,226			2,717			2,253			1,123		
середнє±станд. відхил.	1,830±0,781											
Озеро Вейсовое												
Cyanoprokaryota	0,0002	9,102	0,440	0,001	5,484	1,104	0,0009	0,415	0,049	0,007	0,007	0,002
Chrysophyta	0	0	0	0,178	0,178	0,007	0	0	0	0	0	0
Dinophyta	0,475	1,024	0,084	0	0	0	1,392	7,390	0,665	0	0	0
Bacillariophyta	0,009	5,113	0,826	0,0389	1,399	0,376	0,006	0,894	0,235	0,172	0,834	0,261
Chlorophyta	0,0006	1,348	0,149	0,0004	0,404	0,074	0,001	0,339	0,059	0,035	0,452	0,184
Σ	1,498			1,561			1,008			0,447		
середнє±станд. відхил.	1,129±0,517											
Озеро Гаряче												
Cyanoprokaryota	0,0002	6,670	0,751	0,0008	7,250	0,577	0,0002	0,103	0,022	0	0	0
Euglenophyta	0,055	0,110	0,010	0,034	1,301	0,091	0,011	2,131	0,113	0	0	0
Dinophyta	0,039	1,862	0,190	0	0	0	0	0	0	0,319	0,957	0,142
Bacillariophyta	0,008	7,534	0,964	0,003	3,374	0,915	0,002	0,234	0,064	0,011	0,155	0,020
Chlorophyta	0,0002	0,295	0,016	0,003	2,950	0,561	0,001	3,352	0,966	0,022	0,303	0,119
Σ	1,931			2,143			1,165			0,281		
середнє±станд. відхил.	1,380±0,845											
Озеро Сліпне												
Cyanoprokaryota	0,0002	6,343	0,870	0,032	19,381	2,789	0,003	1,079	0,260	0	0	0
Euglenophyta	0,301	2,556	0,222	0,189	99,034	5,376	0,080	0,356	0,061	0	0	0
Dinophyta	0,149	7,205	0,883	0,136	13,545	1,809	0,099	1,097	0,398	0,090	3,311	0,840
Bacillariophyta	0,001	1,950	0,590	0,010	1,306	0,330	0,005	0,864	0,294	0,005	0,340	0,094
Chlorophyta	0,0002	0,981	0,168	0,003	0,695	0,164	0,006	1,612	0,272	0,0008	0,064	0,016
Σ	2,734			10,468			1,285			0,950		
середнє±станд. відхил.	3,859±4,473											
Озеро Левадне												
середнє±станд. відхил.	2,323±2,241											
Озеро Червоне												
середнє±станд. відхил.	0,925±0,920											
Озеро												
середнє±станд. відхил.	1,110±0,626											

Додаток 3

Таблиця 3.1

Зміна чисельністі фітопланктону (млн. кл/дм^3) по місяцях у Слов'янських озерах

Озеро / Місяць	Ріпне	Вейсове	Гаряче	Сліпне	Левадне	Червоне	Озеро
Січень	0,004	0,193	0,048	0,004	–	–	–
Лютий	4,749	1,102	0,159	0,223	0,080	1,451	0,551
Березень	min 0,033 max 1,183	min 0,071 max 0,237	min 0,023 max 0,059	min 0,164 max 4,078	0,132	–	0,560
Квітень	min 0,022 max 0,156.	min 0,029 max 0,755	min 0,015 max 0,280	min 0,032 max 1,099	8,864	0,231	0,436
Травень	min 0,018 max 0,072	min 0,115 max 18,790	min 0,196 max 13,754	min 0,934 max 9,717	14,580	0,240	0,304
Червень	min 0,004 max 0,711	min 0,086 max 4,074	min 0,895 max 2,149	min 0,513 max 7,415	–	–	–
Липень	min 0,291 max 1,959	min 0,580 max 3,613	min 0,373 max 1,365	min 1,961 max 2,709	–	–	–
Серпень	min 0,064 max 1,340	min 0,053 max 1,544	min 1,157 max 86,318	min 1,214 max 21,879	–	–	–
Вересень	min 0,115 max 0,337	min 0,126 max 2,047	min 0,822 max 172,856	min 3,468 max 6,957	–	–	–
Жовтень	min 0,024 max 0,339	min 0,453 max 0,974	min 0,102 max 50,439	min 2,158 max 4,254	–	–	–
Листопад	min 0,020 max 0,093	min 0,576 max 4,652	min 0,192 max 2,182	0,267	–	–	–
Грудень	0,012	0,497	0,028	0,056	–	–	–

Таблиця 3.2

Зміна біомаси фітопланктону (мг/дм^3) по місяцях у Слов'янських озерах

Озеро / Місяць	Ріпне	Вейсове	Гаряче	Сліпне	Левадне	Червоне	Озеро
Січень	0,0002	0,405	0,086	0,030	–	–	–
Лютий	3,360	0,693	0,710	2,679	0,117	2,304	1,580
Березень	min 0,099 max 10,432	min 0,030 max 0,161	min 0,019 max 0,277	min 0,164 max 2,287	0,194	–	0,815
Квітень	min 0,038 max 0,095	min 0,122 max 3,417	min 0,036 max 1,441	min 0,081 max 1,751	2,349	0,255	1,763
Травень	min 0,033 max 0,139	min 0,050 max 4,554	min 0,316 max 13,012	min 2,268 max 8,202	3,131	0,216	0,100
Червень	min 0,009 max 2,724	min 0,058 max 4,326	min 0,897 max 2,400	min 0,406 max 17,639	–	–	–
Липень	min 0,580 max 2,409	min 0,917 max 5,112	min 0,916 max 2,212	min 0,920 max 4,808	–	–	–
Серпень	min 0,154 max 21,864	min 0,182 max 2,817	min 0,456 max 3,322	min 1,870 max 13,660	–	–	–
Вересень	min 0,031 max 8,258	min 0,028 max 0,408	min 0,178 max 2,917	min 1,576 max 2,662	–	–	–
Жовтень	min 0,004 max 0,418	min 0,171 max 0,308	min 0,616 max 2,911	min 0,632 max 0,702	–	–	–
Листопад	min 0,023 max 0,491	min 0,357 max 0,783	min 0,177 max 0,231	0,021	–	–	–
Грудень	0,004	0,240	0,047	0,095	–	–	–

Додаток К

Таблиця К

Особливо активні види озер РПЛ «Слов'янський курорт» та їх екологічні характеристики

Вид	Озера, % активності виду							С	Т	Р	Г	pH	D	S	ТЖ	Тр
	Ріпне	Вейсове	Гаряче	Сліпне	Левадне	Червоне	Озеро									
Ankyra judayi var. judayi	—	—	99,00	—	—	—	—	Ep	—	—	—	—	—	b	—	—
Ankyra ocellata	—	75,81-90,00	93,81-97,70	—	—	—	—	Ep	—	—	oh	—	—	—	—	—
Chaetoceros muelleri	—	99,78	—	79,22	94,70	—	—	P-B	temp	st-str	hl	alb	—	o	—	e
Cyclotella stelligera	—		—	—	95,02	—	—	P-B	—	st	i	ind	es	x	—	—
Cylindrotheca closterium	—	82,97-95,29	—	—	—	—	—	B	—	—	mh	—	—	—	—	—
Cymbella tumidula	—	83,11	83,11	—	—	—	—	B	—	str	i	alf	—	o	ats	—
Dunaliella salina	—	—	76,61-87,91	—	—	—	—	P	—	st	mh	—	—	—	—	—
Gymnodinium uberrimum	—	—	82,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x-b	—	—
Hyaloraphidium contortum var. tenuissimum	—	—	—	92,18	—	—	—	P-B	—	—	i	—	—	b	—	—
Lyngbya maior	—	81,81	—	—	—	—	—	P	—	—	—	—	—	b	—	—
Monoraphidium minutum	—	—	—	81,03	—	—	—	P-B	—	st-str	—	—	—	b-a	—	—
Oocystis lacustris	76,44-92,33	—	—	—	—	—	—	P-B	—	st-str	hl	—	—	b-o	—	—
Peridiniopsis oculatum	99,61	—	—	77,96	—	—	—	P	—	st	—	—	—	—	—	—
Pseudoschroederia robusta	—	—	92,33-99,91	—	—	—	—	P-B	—	st-str	i	—	—	o-a	—	—

Примітки: С – приуроченість до субстрату (місцезростання) (В – бентосні; Р-В – планктонно-бентосні; Р – планктонні; Ер – епіфітні); Т – температурний режим (temp – помірного діапазону та/або індиференти); Р – реофільність, текучість вод та їх насичення киснем (st – стоячі; str – швидкотекучі; st-str – повільнотекучі та/або індиференти); Г – галобність: солоність (mh – мезогалоби; oh – олігогалоби; i – олігогалоби-індиференти; hl – олігогалоби-галофіли); pH – індикація pH середовища (ind – індиференти; alf – алкаліфіли; alb – алкалібіонти); D – ступінь сапробності за Ватанабе [173] (es – еврисапроби); S – ступінь сапробності за Пантле-Буком у модифікації Сладечека [162] (x – 0,0 – ксеносапробіонти; x-b – 0,8 – ксено-бетамезосапробіонти; o – 1,0 – олігосапробіонти; b-o – 1,6 – бета-олігосапробіонти; o-a – 1,8 – оліго-альфамезосапробіонти; b – 2,0 – бетамезосапробіонти; b-a – 2,4 – бета-альфамезосапробіонти); ТЖ – тип живлення та відношення до кількості азотовмісних органічних сполук [171] (ats – автотрофи, що розвиваються за низької концентрації азотовмісних органічних сполук); Тр – трофність [171]: (e – евтрофні)

Додаток Л

Таблиця Л

Середні об’єми клітин фітопланктону (мкм^3) в Слов’янських озерах

Види	Геометричні форми для підрахунку об’єму	РЛП	Ріпне	Вейсове	Гаряче	Сліпне	Левадне	Червоне	Озеро	За визна-чником
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Achnanthes brevipes var. *brevipes*	Призма на основі еліпсу	6392	4660	6913	4256	-	4293	11113	7119	17486
Achnanthes brevipes var. *intermedim*	Призма на основі еліпсу	5125	4198	6188	4988	-	-	-	-	11736
Achnanthes longipes	Призма на основі еліпсу	6005	6632	5601	5783	-	-	-	-	7065
Acutodesmus dimorphus	Циліндр з двома конусами	1048	-	-	1173	923				1454
Adlafia minuscula	Призма на основі еліпсу	146	93	102	142	173	-	177	186	134
Adlafia bryophila	Призма на основі еліпсу	202	182	212	132	-	-	-	283	105
Amphora commutata	Призма на основі еліпсу	1515	1828	1388	1003	1370	-	1989	-	715
Amphora holsatica	Циліндр з двома конусами	218	178	397	203	124	199	204	-	2944
Amphora coffeiformis	Циліндр з двома конусами	138	74	199	190	88	-	-	-	84
Ankyra judayi	Циліндр з двома конусами	450	-	628	272	-	-	-	-	282
Ankyra ocellata	Циліндр з двома конусами	232	199	249	247	-	-	-	-	168
Caloneis molaris	Призма на основі еліпсу	3156	-	-	-	3156	-	-	-	1431
Campylodiscus clypeus	Циліндр	84998	89696	84201	103257	62839	-	-	-	138474
Chaetoceros muelleri	Параллеліпіпед	43	-	51	37	46	41	36	44	81
Cocconeis pediculus	Призма на основі еліпсу	415	356	350	378	578	-	-	-	1425
Cocconeis placentula	Призма на основі еліпсу	319	193	584	238	259	-	-	-	1988
Craticula halophila	Циліндр з двома конусами	2309	2323	2298	2447	2261	2164	1374	3298	4153
Cyclotella meneghiniana	Циліндр	1374	1953	1061	1563	1686	1225	754	-	4522
Cylindrotheca closterium	Циліндр з двома конусами	207	204	248	146	51	302	-	289	1013
Cymbella pusilla	Циліндр з двома конусами	438	548	238	317	745	-	-	342	846
Cymbella tumidula	Циліндр з двома конусами	307	232	351	336	344	280	421	183	433
Cymbella laevis	Циліндр з двома конусами	264	203	378		212	-	-	-	606
Desmodesmus communis	Циліндр з двома півсферами	550	1164	124	312	600	-	-	-	1311

Продовження табл. Л

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dictyosphaerium pulchellum	Сфера	591	1171	89	-	514	-	-	-	432
Diatoma anceps	Циліндр з двома конусами	133	185	109	69	169	-	-	-	705
Diatoma elongata	Циліндр з двома півсферами	1043	-	850	1966	727	630	-	-	1150
Encyonopsis microcephala	Циліндр з двома конусами	30	25	21	47	27	-	-	-	40
Entomoneis paludosa	Призма на основі еліпсу	2390	-	2346	-	-	-	-	2433	5838
Entomoneis paludosa var. *subsalina*	Призма на основі еліпсу	2435	2145	1371	2465	3126	-	3794	1711	5838
Euglena oxyuris	Циліндр з двома півсферами	83589	126759	-	64640	59368	-	-	-	145722
Euglena viridis	Циліндр з двома півсферами	2297	-	-	987	3606	-	-	-	3768
Gymnodinium uberrimum	Витягнутий сфероїд	12289	-	23013	6625	7229	-	-	-	5277
Gomphonema parvulum var. *micropus*	Призма на основі еліпсу	3830	-	4894	2581	4015	-	-	-	65894
Hyaloraphidium contortum var. *tenuissimum*	Параллеліпіпед	56	44	-	71	69	40	-	-	18
Luticola mutica	Призма на основі еліпсу	982	-	1267	1163	-	-	-	515	459
Monoraphidium minutum	Параллеліпіпед	27	27	20	31	27	32	-	-	250
Monoraphidium contortum	Параллеліпіпед	88	90	101	84	77	-	-	-	206
Navicula capitatoradiata	Циліндр з двома конусами	822	727	801	800	679	-	1105	-	873
Navicula gregaria	Циліндр з двома конусами	743	814	818	506	837	929	593	704	1053
Navicula lanceolata	Циліндр з двома конусами	1307	2538	1279	696	715	-	-	-	649
Navicula angusta	Циліндр з двома конусами	302	119	404	382		-	-	-	2234
Navicula oblonga	Призма на основі еліпсу	8065	-	7359	-	8770	-	-	-	15366
Navicula protracta	Циліндр з двома конусами	836	-	563	565	910	1239	1105	633	891
Navicula rotaeana	Еліпсоїд	329	332	295	-	296	-	393	-	236
Navicula salinarum	Циліндр з двома конусами	847	867	899	703	919	-	-	-	1276
Navicula subtilissima	Циліндр з двома конусами	267	215	132	169	401	649	168	138	258
Navicula veneta	Циліндр з двома конусами	319	233	216	258	391	417	538	184	272
Nitzschia amphibia	Циліндр з двома конусами	294	374	329	326	357	168	91	414	630
Nitzschia hantzschiana	Циліндр з двома конусами	139	148	226	120	83	-	-	118	144
Nitzschia paleacea	Циліндр з двома конусами	226	105	356	397	48	-	-	-	96
Nitzschia pusilla	Циліндр з двома конусами	65	40	47	149	24	-	-	-	118
Nitzschia reversa	Циліндр з двома конусами	447	417	243	335	-	447	795	-	455

Закінчення табл. Л

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Oocystis lacustris	Витягнутий сфероїд	120	132	142	-	86	-	-	-	215
Peridiniopsis oculata	Витягнутий сфероїд	11091	8041	-	-	9926	15308	-	-	12540
Pseudostaurosira brevistriata	Циліндр з двома конусами	118	-	143	93	-	-	-	-	375
Pseudoschroederia robusta	Циліндр з двома конусами	68	-	104	62	39	-	-	-	135
Sellaphora pupula var. *rostrata*	Циліндр з двома конусами	1175	1430	996	1066	1208	-	-	-	3312
Surirella brightwellii var. *baltica*	Призма на основі еліпсу	1264	-	-	-	1276	1427	1089	-	2564
Surirella striatula	Призма на основі еліпсу	17321	19503	15543	16917	-	-	-	-	56049
Tabularia fasciculata	Циліндр з двома конусами	755	476	448	496	298	1458	1351	-	2435
Tetraëdron minimum	Параллеліпіпед	46	25	31	57	63	56	-	-	225
Woloszynskia pascheri	Витягнутий сфероїд	8947	2061	5043	-	25480	3205	-	-	17544

Додаток М

Таблиця М

Чисельність окремих масових видів (кл/дм^3) фітопланктону в озерах

Вид	Код	Ріпне	Вейсове	Гаряче	Сліпне	Левадне	Червоне	Озеро
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Cyanoprokaryota								
Anabaena bergii f. *minor*	ANABEM				91,6-100,7			
Aphanothece bachmannii	APABAC				95,7-675,2			
Lyngbya major	LYNMAR	1,8-11,6	3,0-139,8	2,5-5,3				
Merismopedia punctata	MERPUN				1,9-76,3			
Oscillatoria subtilissima	OSCSUB		8,7-22,2		1,9-264,0			
Oscillatoria kisselevii	OSCKIS				20,8-610,3			
Phormidium boryanum	PHOBOR		1,9-4,9					
Woronichinia compacta	WORCOM				7,6-46,3			
Bacillariophyta								
Achnanthes brevipes var. *brevipes*	ACHBRE	2,1-14,1	1,9-11,7	2,2-62,6			20,6	3,9-25,3
Adlafia minuscula	ADLMIN						72,8	146,3
Amphora commutata	AMPCOM	7,7-10,1					9,2-14,6	
Amphora holsatica	AMPHOL		1,9-72,8	8,7-97,7			2,3-4,6	
Catacombas gaillonii	CATGAI					2,5-3,9	2,3-16,1	
Chaetoceros muelleri	CHAMUE			1,9-6,5	24,3-6364,7	78,5-13821,1	43,7	7,7
Craticula halophila	CRAHAL	1,9-4,2	4,9-79,6		7,3-154,5	3,9-14,9	167,4	11,4
Cyclotella meneghiniana	CYCMEN			1,9-4,3	2,5-64,0	3,9-413,9		
Ctenophora pulchella	CTEPUL						7,28-252,2	
Cyclotella stelligera	CYCSTE					8428,1	115,5	
Cylindrotheca closterium	CYLCLO	2,0-32,4	26,2-779,4			39,2-169,5		14,1
Cymbella tumidula	CYMTUM	1,8-40,4	1,9-538,7	5,1-97,8		22,8	23,1-36,4	17,0-70,4
Diatoma elongatum	DIAELO					14,9		
Encyonopsis microcephala	ENCMIC			52,8				

Закінчення табл. М

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Entomoneis paludosa var. *paludosa*	ENTPAP							11,4-81,6
Entomoneis paludosa var. *subsalina*	ENTPAS		1,85-1096				2,3-22,9	3,9-105,1
Gomphonema angustatum	GOMANG							7,7
Hantzschia amphioxys var. *capitata*	HANAMC							2,8-161,8
Navicula capitatoradiata	NAVCAP	2,0-5,8		4,6-31,7				
Navicula gregaria	NAVGRE					91,3	16,2	11,3
Navicula lanceolata	NAVLAN	1,8-8,1						
Navicula protracta	NAVPRO						541,0	14,2
Navicula subtilissima	NAVSUB		2,5-26,2				27,51	
Navicula veneta	NAVVEN		5,8-29,6	2,6-45,5		9,78-11,78		39,4
Nitzschia amphibia	NITAMP		25,9-142,8	2,2-11,8		11,8		65,5-126,7
Nitzschia hantzschiana	NITHAN	97						
Nitzschia paleacea	NITPAL	3,9-13,1			26,7-282,6			
Nitzschia reversa	NITREV			2,6-8,8				
Tabularia fasciculata	TABFAS	1,9-53,3		1,9-5,3			16,2-337	
Chlorophyta								
Ankyra ocellata	ANKOCE	2,2-143,3	6,1-2747	1,9-1139,2				
Dunaliella salina	DUNSAL		77,7-192,9	47,8-169,7		22,4		82,3
Hyaloraphidium contortum var. *tenuissimum*	HYACON					9,9		
Monoraphidium minutum	MONMIN	4,5-7,3			10,1-205,7	16,3		
Monoraphidium contortum	MONCON				1,8-103,0			
Monoraphidium komarkovae	MONKOM				1,9-115,9			
Oocystis lacustris	OOCLAC	1,9-2,2						
Tetraedron minimum	TETMIN				2,1-69,5			
Dinophyta								
Gymnodinium uberrimum	GYMUBE			1,9-232,1				
Peridiniopsis oculatum	PEROCU	4732			2,13-176,2			
Woloszynskia pascheri	WOLPAS		152			278,7		

Додаток Н

Таблиця Н

Склад видів водоростей озер та їхні екологічні характеристики.

№	Види та ввт	Ріпне	Вейсове	Гаряче	Сліпне	Левадне	Червоне	Озеро	Літер. дані	Субстрат	Температ.	Реофільність	Галобність	pH	Ацидофільн.	D	Індекс S	Сапробність	Тип живлення	Трофність
1	***2***	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**
	Cyanoprokaryota																			
1	*Anabaena bergii* f. *bergii*	-	-	-	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	*Anabaena bergii* f. *minor*	-	-	+	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3	*Anabaena flos-aquae*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	st	i	–	–	–	2,0	b	–	–
4	*Anabaena knipowitschii*	-	-	+	+	-	-	-	-	–	–	–		–	–	–	–	–	–	–
5	*Aphanisomenon flos-aquae*	-	+	-	+	-	-	-	-	P	–	–	hl	–	–	–	2,2	b	–	–
6	*Aphanothece bachmannii*	-	+	-	+	-	-	-	-	P	–	–	i	–	–	–	–	–	–	–
7	*Aphanothece clathrata*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	–	hl	–	–	–	2,3	b	–	–
8	*Chroococcus cohaerens*	-	-	+	+	-	-	-	-	B, S	–	–	hb	–	–	–	–	–	–	–
9	*Chroococcus minimus*	+	+	+	+	-	-	-	-	P	–	–	hl	–	–	–	–	–	–	–
10	*Chroococcus turgidus*	+	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	–	hl	–	alf	–	1,0	o	–	–
11	*Geitlerinema amphibium*	+	+	+	+	+	-	-	-	P-B, S	–	st-str	hl	–	–	–	1,8	o-a	–	–
12	*Geitlerinema tenue*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13	*Gomphosphaeria virieuxii*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	st	–	–	–	–	–	–	–	–
14	*Jaaginema kisselevii*	-	+	+	+	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15	*Jaaginema neglectum*	-	+	+	+	-	-	-	-	P-B, S	H_2S	st-str	–	–	–	–	3,2	a	–	–
16	*Jaaginema perfilievii*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17	*Jaaginema pseudogeminatum*	-	+	-	-	-	-	-	-	P-B, S	warm	st-str	–	–	–	–	–	–	–	–
18	*Jaaginema subtilissimum*	+	+	+	+	-	-	-	+	P-B	H_2S	st	–	–	–	–	3,2	a	–	–
19	*Jaaginema woronichinii*	-	-	-	+	-	-	-	+	B, Ep	–	st	mh	–	–	–	–	–	–	–
20	*Leptolyngbya komarovii*	-	-	+	-	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21	*Leptolyngbya terebrans*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Продовження табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	*Leptolyngbya thermarum*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
23	*Leptolyngbya woronichinii*	-	-	-	-	-	-	-	+	P-B	–	st-str	mh	–	–	–	–	–	–	–
24	*Limnothrix planctonica*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	–	i	–	–	–	1,5	o-b	–	–
25	*Lyngbya aerugineo-coerulea* f. *aerugineo-coerulea*	-	-	-	-	+	-	-	-	P-B, S	–	st-str	–	–	–	–	–	–	–	–
26	*Lyngbya aestuarii* f. *aestuarii*	-	-	+	-	-	-	-	-	P-B, S	–	–	ph	–	–	–	1,3	o	–	–
27	*Lyngbya maior*	+	+	+	+	+	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	2,0	b	–	–
28	*Lyngbya salina*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
29	*Merismopedia glauca*	+	-	+	+	-	-	-	-	P-B	–	–	i	–	ind	–	1,8	o-a	–	–
30	*Merismopedia major*	-	-	+	+	+	-	-	-	P	–	–	i	–	–	–	1,5	o-b	–	–
31	*Merismopedia minima*	-	+	+	+	-	-	-	-	B, S	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
32	*Merismopedia punctata*	+	+	+	+	+	-	+	-	P-B	–	–	i	–	ind	–	1,9	o-a	–	–
33	*Merismopedia tenuissima*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	–	hl	–	–	–	2,4	b-a	–	–
34	*Microcystis aeruginosa*	-	+	-	+	-	-	-	-	P	–	–	hl	–	–	–	1,8	o-a	–	–
35	*Microcystis flos-aquae*	+	+	-	+	-	-	-	-	P	–	–	i	–	–	–	1,8	o-a	–	–
36	*Microcystis pulverea*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B, S	–	–	i	–	–	–	1,5	o-b	–	–
37	*Microcystis wesenbergii*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	–	–	–	–	–	1,8	o-a	–	–
38	*Oscillatoria angusta* f. *crassa*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
39	*Oscillatoria angustissima*	-	-	-	-	-	-	-	+	P-B	–	str	–	–	–	–	0,9	x-b	–	–
40	*Oscillatoria annae*	-	+	-	+	-	-	-	-	P-B, S	–	st	–	–	–	–	–	–	–	–
41	*Oscillatoria komarovii*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
42	*Oscillatoria limosa* f. *limosa*	+	+	+	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	hl	–	–	–	2,3	b	–	–
43	*Oscillatoria profunda* f. *recta*	-	-	-	-	-	-	-	+	B	–	st	–	–	–	–	–	–	–	–
44	*Oscillatoria quadripunctulata* f. *crassa*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
45	*Oscillatoria tambi* f. *anissimovae*	-	-	+	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
46	*Oscillatoria terebriformis* f. *pseudogrunoviana*	+	-	-	-	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
47	*Phormidium ambiguum*	+	+	+	+	+	-	-	-	B, S	eterm	st-str	i	–	ind	–	2,0	b	–	–

Продовження табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
48	*Phormidium ambiguum* f. *maius*	+	-	-	-	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
49	*Phormidium boryanum*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B, S	warm	st-str	–	–	–	–	–	–	–	–
50	*Phormidium laetevirens*	+	+	+	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
51	*Phormidium tambii*	+	+	+	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
52	*Phormidium terebriforme*	-	-	+	-	-	-	-	-	B, S	eterm	st-str	–	–	–	–	2,9	b-p	–	–
53	*Phormidium tergestinum*	-	-	+	-	-	-	-	-	B, S	–	st-str	i	–	–	–	2,4	b-a	–	–
54	*Planktothrix agardhii*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st	hl	–	–	–	1,6	b-o	–	–
55	*Planktothrix compressa*	+	-	+	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
56	*Plectonema golenkinianum* f. *anissimovianum*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
57	*Pseudophormidium golenkinianum*	-	-	-	-	-	-	-	+	B	–	–	ph	–	–	–	–	–	–	–
58	*Pseudophormidium pauciramosum*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
59	*Rhabdoderma lineare*	-	+	-	-	-	-	-	-	P	–	–	hb	–	–	–	0,9	x-b	–	–
60	*Rhabdogloea elenkinii*	-	-	-	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
61	*Romeria gracilis*	+	+	-	+	-	-	-	-	P	–	st-str	–	–	–	–	2,2	b	–	–
62	*Snowella lacustris*	+	+	+	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	2,2	b	–	–
63	*Spirulina major*	+	+	-	-	+	+	-	-	P, S	–	st	ph	–	–	–	3,0	a	–	–
64	*Spirulina subsalsa*	-	+	+	+	+	-	-	-	B	–	st-str		–	–	–	1,4	o-b	–	–
65	*Woronichinia compacta*	+	-	-	+	+	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Euglenophyta																			
66	*Collacium sideropus*	+	-	-	+	-	-	-	-	Ep	–	st	–	–	–	–	2,5	b-a	–	–
67	*Euglena acus* var. *acus*	+	-	+	+	-	-	-	-	P	eterm	st	i	7,2-8,2	ind	–	2,2	b	–	–
68	*Euglena acus* var. *longissima*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B, Ep	eterm	st-str	–	–	–	–	–	–	–	–
69	*Euglena acus* var. *minor*	+	-	-	-	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
70	*Euglena adhaerens*	-	-	+	-	-	-	-	-	B	–	st	oh	–	acf	–	1,5	o-b	–	–
71	*Euglena caudata* var. *caudata*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	st-str	mh	6,0-7,6	ind	–	3,1	a	–	–
72	*Euglena clara*	-	-	-	+	-	+	-	-	P-B	eterm	st-str	mh	–	–	–	1,3	o	–	–

Продовження табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
73	*Euglena gracilis* f. *gracilis*	-	-	+	+	-	-	-	-	P-B	eterm	st	oh	7,0-7,5	ind	–	0,9	x-b	–	–
74	*Euglena oxyuris* . *oxyuris*	+	+	+	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	mh	7,0	ind	–	2,5	b-a	–	–
75	*Euglena oxyuris* f. *lata*	+	-	+	-	-	-	-	-	P-B	–	st	–	–	–	–	–	–	–	–
76	*Euglena oxyuris* f. *major*	-	-	+	-	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
77	*Euglena slavjanskiensis*	-	-	-	-	-	-	-	+	P-B	–	st	mh	–	–	–	–	–	–	–
78	*Euglena texta* var. *texta*	-	-	+	+	-	-	-	-	P	eterm	st-str	–	–	ind	–	2,2	b	–	–
79	*Euglena vermicularis*	-	-	-	-	-	-	-	+	B, Ep	–	st	hl	7,5	ind	–	–	–	–	–
80	*Euglena viridis* f. *viridis*	+	+	+	+	-	-	-	-	P-B, S	eterm	st-str	mh	4,0-8,5	ind	–	4,1	i	–	–
81	*Phacus brevicaudatus*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	eterm	st-str	hl	–	–	–	2,0	b	–	–
82	*Phacus curvicauda*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st	i	7,4	ind	–	2,0	b	–	–
83	*Phacus swirenkoi*	-	-	-	+	-	-	-	-	–	–	st-str	–	7,2	ind	–	–	–	–	–
84	*Strombomonas acuminata*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	st-str	i	7,0	ind	–	2,0	b	–	–
85	*Trachelomonas curta* f. *curta*	-	-	-	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	2,0	b	–	–
86	*Trachelomonas granulata*	+	+	-	+	-	-	-	-	P	–	st-str	–	6,0-8,0	ind	–	–	–	–	–
87	*Trachelomonas volvocina* var. *volvocina*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	eterm	st-str	i	4,4-8,4	ind	–	2,0	b	–	–
	Dinophyta																			
88	*Amphidinium rostratum*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
89	*Gymnodinium olivaceum*	+	-	-	-	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90	*Gymnodinium paradoxum*	-	-	+	-	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
91	*Gymnodinium uberrimum*	+	-	+	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	0,9	x-b	–	–
92	*Peridiniopsis oculatum*	+	-	-	+	+	-	-	-	P	–	st	–	–	–	–	–	–	–	–
93	*Peridinium bipes*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	st-str	oh	–	–	–	1,3	o	–	–
94	*Sphaerodinium cinctum*	-	-	-	-	-	-	-	+	P	–	st-str	–	–	–	–	1,2	o	–	–
95	*Woloszynskia neglecta*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	st	–	–	–	–	1,5	o-b	–	–
96	*Woloszynskia pascheri*	+	+	-	+	+	-	-	-	P	–	st	–	–	–	–	1,6	b-o	–	–

Продовження табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Crysophyta																			
97	*Chromulina flavicans*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
98	*Chrysococcus rufescens* var. *rufescens*	+	+	-	+	-	-	-	-	P	–	–	hb	–	–	–	1,4	o-b	–	–
99	*Dinobryon cylindricum* var. *cylindricum*	-	+	-	-	-	-	-	-	P	–	–	i	–	–	–	1,5	o-b	–	–
100	*Ochromonas triangulata*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
101	*Pedinella hexacostata*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
102	*Pseudokephyrion schilleri*	-	-	-	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
103	*Wyssotzkia biciliata*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Xanthophyta																			
104	*Botrydiopsis arhiza*	+	-	-	-	-	-	-	-	B, S	–	–	–	–	–	–	1,1	o	–	–
105	*Characiopsis aquilonaris*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
106	*Characiopsis falx*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
107	*Chlorarkys simplex*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
108	*Ophiocytium cochleare*	-	-	-	-	-	-	-	+	P-B	–	–	oh	–	–	–	1,4	o-b	–	–
109	*Vischeria stellata*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Cryptophyta																			
110	*Cryptomonas caudata*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	–	i	–	–	–	–	–	–	–
111	*Cryptomonas marssonii*	+	-	-	+	-	-	-	-	P	–	st-str	i	–	–	–	1,7	b-o	–	–
112	*Cryptomonas ovata*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	st-str	hl	–	–	–	2,4	b-a	–	–
	Bacillariophyta																			
113	*Achnanthes brevipes* var. *brevipes*	+	+	+	+	+	+	+	+	B	–	–	hl	–	alf	–	–	–	–	–
114	*Achnanthes brevipes* var. *intermedia*	+	+	+	+	-	+	+	-	B	–	st	mh	–	–	–	–	–	–	–
115	*Achnanthes coarctata*	+	+	-	-	-	-	-	-	B	–	ae	–	–	neu	–	1,9	o-a	–	–
116	*Achnanthes longipes*	+	+	+	-	-	-	-	-	B	–	–	hl	–	–	–	–	–	–	–
117	*Adlafia bryophila*	+	+	+	-	-	-	+	-	B	–	str	hb	–	neu	es	–	b-a	ats	m
118	*Adlafia minuscula* var. *minuscula*	+	+	+	+	+	+	+	-	B	–	–	i	–	alf	es	–	b-a	–	ot

Продовження табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
119	*Amphiprora kjellmanii* var. *striolata*	-	-	-	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
120	*Amphora coffeaeformis* var. *coffeaeformis*	+	+	+	+	-	-	-	-	B	–	st-str	mh	–	alf	–	–	a	ate	e
121	*Amphora commutata*	+	+	+	+	-	+	+	-	B	–	–	hl	–	–	–	–	–	–	e
122	*Amphora holsatica*	+	+	+	+	+	+	-	-	P	–	st-str	hl	–	–	–	–	–	–	–
123	*Amphora ovalis*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	temp	st-str	i	6,2-9	alf	sx	2,7	a-b	ate	e
124	*Amphora pediculus* var. *pediculus*	+	+	-	-	-	-	-	-	B	temp	st	i	8.0	alf	sx	1,8	o-a	ate	e
125	*Amphora veneta*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	–	st-str	i	–	alf	es	1,0	o	ate	e
126	*Anomoeoneis sphaerophora* var. *sculpta*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	warm	st-str	hl	6,3-9	alb	–	0,8	x-b	ate	e
127	*Bacillaria paradoxa*	+	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	–	mh	–	ind	es	1,0	o	ate	e
128	*Caloneis amphisbaena* var. *amphisbaena*	-	-	+	-	-	-	-	-	B	–	st-str	hl	–	alf	–	1,2	o	ate	e
129	*Caloneis molaris*	+	+	+	+	-	-	-	-	B	–	str	i	–	neu	es	–	–	–	–
130	*Caloneis silicula*	-	-	+	+	-	-	-	-	B	–	st	i	6,3-9	alf	sp	0,3	x	ats	me
131	*Caloneis sublinearis*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	hb	–	–	–	–	–	–	–
132	*Campylodiscus clypeus*	+	+	+	+	-	-	-	-	B	temp	–	mh	–	alb	–	–	b	–	e
133	*Campylodiscus hibernicus*	+	-	-	+	-	-	-	-	B	–	–	i	–	ind	–	1,3	o	–	e
134	*Catacombas gaillonii*	-	+	+	-	+	+	+	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
135	*Cavinula cocconeiformis*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	–	str	i	6,9	ind	es	–	o	ats	o-m
136	*Chaetoceros muelleri*	-	+	+	+	+	+	+	-	P-B	temp	st-str	hl	–	alb	–	–	o	–	e
137	*Cocconeis pediculus*	+	+	+	+	-	-	-	-	B	–	st-str	i	–	alf	sx	1,8	o-a	ate	e
138	*Cocconeis placentula* var. *placentula*	+	+	+	+	+	+	-	-	P-B	temp	st-str	i	5,5-9	alf	es	1,4	o-b	ate	e
139	*Cosmioneis pusilla*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	–	–	hl	–	ind	sp	1,5	o-b	–	–
140	*Craticula cuspidata*	-	+	-	+	-	-	-	-	B	temp	st	i	6,3-9	alf	es	1,0	o	–	–
141	*Craticula halophila*	+	+	+	+	+	+	+	-	B	–	st-str	mh	–	alf	es	–	–	–	–
142	*Ctenophora pulchella*	-	-	+	+	+	+	-	-	–	–	–	–	–	–	–	1,3	o	–	–
143	*Cyclotella meneghiniana*	+	+	+	+	+	+	-	-	P-B	temp	st	hl	5,5-9	alf	sp	1,8	o-a	hne	e

Продовження табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
144	*Cyclotella stelligera*	+	-	+	+	+	+	-	-	P-B	–	st	i	6,8	ind	es	0,1	x	–	–
145	*Cylindrotheca closterium*	+	+	+	+	+	+	+	-	B	–	–	mh	–	–	–	–	–	–	–
146	*Cymbella affinis* var. *affinis*	-	+	-	+	-	-	-	-	B	temp	st-str	i	–	alf	sx	1,7	b-o	ats	e
147	*Cymbella amphicephala* var. *amphicephala*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	–	str	i	–	ind	sx	1,5	o-b	ats	o-m
148	*Cymbella helvetica* var. *helvetica*	+	-	+	+	-	-	-	-	B	–	str	i	–	alf	–	1,9	o-a	–	–
149	*Cymbella laevis*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	cool	–	i	6,3	ind	sx	–	–	–	–
150	*Cymbella pusilla*	+	+	+	+	-	-	+	-	B	–	–	mh	–	alf	es	–	–	–	–
151	*Cymbella tumida* var. *tumida*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	temp	str	i	6,8-9	alf	sx	0,2	x	ats	me
152	*Cymbella tumidula*	+	+	+	+	+	+	+	-	B	–	str	i	–	alf	–	–	o	ats	–
153	*Diatoma anceps*	+	+	+	+	-	-	-	-	P-B	cool	st-str	hl	–	alf	sx	2,1	b	–	–
154	*Diatoma elongatum*	-	+	+	+	+	+	-	-	P-B	–	–	hl	–	ind	sx	1,5	o-b	–	–
155	*Diatoma vulgare* var. *vulgare*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	i	6,2-7,5	ind	sx	2,4	b-a	ate	me
156	*Diploneis elliptica*	+	+	-	-	-	-	-	-	B	temp	str	i	–	alf	sx	1,9	o-a	ats	m
157	*Diploneis interrupta*	+	-	+	-	-	-	-	-	B	–	–	mh	–	ind	–	–	–	–	–
158	*Encyonema elginense*	-	+	-	+	-	-	-	-	B	–	st	hb	–	acf	sx	–	–	–	–
159	*Encyonema neogracile*	+	+	-	-	+	-	-	-	B	–	str	hb	–	ind	sx	2,0	b	ats	o-m
160	*Encyonema perpusilla*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	–	str	hb	–	acf	–	–	o	ats	ot
161	*Encyonema prostrata*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	–	str	i	4,7-9	alb	es	1,9	o-a	ats	e
162	*Encyonopsis microcephala*	+	+	+	+	-	-	-	-	B	–	str	i	7,9	alf	es	–	b	ats	me
163	*Entomoneis paludosa* var. *paludosa*	+	-	-	+	-	-	+	-	B	–	–	hl	–	neu	–	–	o	–	–
164	*Entomoneis paludosa* var. *subsalina*	+	+	+	+	+	+	+	-	B	–	–	hl	–	–	–	–	–	–	–
165	*Epithemia adnata*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	temp	st	i	5,5-9	alb	sx	2,5	b-a	ats	me
166	*Epithemia argus* var. *argus*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	i	–	ind	es	1,8	o	–	m
167	*Epithemia sorex* var. *sorex*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	temp	st	i	5-9	alf	sx	1,9	o-a	ats	e
168	*Eunotia praerupta* var. *praerupta*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	cool	st-str	hb	–	acf	sx	2,0	b	ats	o-m
169	*Eunotia sudetica*	+	-	-	-	-	-	-	-	P-B	–	str	i	4,8	acf	sx	1,4	o-b	ats	o-m

Продовження табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
170	*Eunotia tenella*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	–	str	hb	5,1-6,15	acf	es	1,5	o-b	ats	ot
171	*Fallacia pygmaea*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	–	st-str	mh	7,55-8,45	alb	es	1,7	b-o	hne	e
172	*Fragilaria capucina* var. *capucina*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	–	–	i	7,7	neu	es	1,0	o	–	m
173	*Fragilaria capucina* var. *amphicephala*	+	-	-	-	-	-	-	-	B	–	–	i	–	alf	sp	–	x	–	o-m
174	*Fragilaria crotonensis*	+	-	+	+	-	-	-	-	P	–	st	hl	7,5	alf	es	2,7	a-b	ate	m
175	*Fragilaria radians*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	–	–	i	–	alf	sx	–	o	–	–
176	*Fragilaria tenera*	+	+	+	+	-	-	-	-	–	–	str	hb	–	acf	sx	–	o	ats	o-m
177	*Fragilaria vaucheriae* var. *capitellata*	-	+	-	+	-	-	-	-	B	–	–	–	–	–	sx	–	–	–	–
178	*Fragilarioforma virescens* var. *virescens*	-	+	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st	i	6,8	neu	es	1,3	o	ats	o-m
179	*Gomphoneis olivaceum*	+	-	-	+	+	-	-	-	B	–	st-str	i	7,5-8,0	alf	es	2,5	b-a	ate	e
180	*Gomphonema acuminatum* var. *acuminatum*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st	i	–	alf	es	0,9	x-b	ats	e
181	*Gomphonema angustatum* var. *angustatum*	-	+	+	+	-	-	+	-	P-B	–	st-str	i	6,6	alf	es	2,0	b	–	–
182	*Gomphonema constrictum* var. *capitatum*	+	-	-	+	-	-	-	-	B	temp	–	i	7-8	alf	sx	–	b	–	–
183	*Gomphonema parvulum*	-	+	-	+	-	-	-	-	B	temp	str	i	4,5	ind	es	0,1	x	hne	e
184	*Gomphonema micropus*	-	+	+	+	-	-	-	-	B	–	str	i	–	ind	es	–	–	–	–
185	*Gomphonema productum*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	–	str	i	–	alf	es	2,2	b	ate	o-m
186	*Gyrosigma acuminatum* var. *acuminatum*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	cool	st-str	i	–	alf	–	0,7	o-x	ate	e
187	*Gyrosigma peisonis*	-	+	-	-	-	-	-	-	B	–	st-str	mh	–	alf	es	–	o	–	me
188	*Gyrosigma spenceri*	+	-	+	-	+	+	-	-	B	–	–	mh	–	alf	es	–	o	–	–
189	*Hantzschia amphioxys* var. *amphioxys*	-	+	+	-	-	-	-	-	B	temp	st-str	i	–	neu	es	1,7	b-o	ate	o-e
190	*Hantzschia amphioxys* var. *capitata*	-	+	-	-	-	+	+	-	B	–	st-str	i	–	alf	–	–	a	ate	o-e
191	*Hantzschia spectabilis*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	–	–	hl	–	neu	–	0,4	x-o	–	–
192	*Hantzschia virgata* var. *virgata*	+	+	+	+	-	-	+	-	B	–	–	mh	–	–	–	–	–	–	–

Продовження табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
193	*Hantzschia vivax*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	–	–	hl	–	alb	–	–	–	–	–
194	*Hippodonta capitata*	+	-	-	+	-	-	-	-	B	temp	st-str	hl	7,6-8,2	alf	es	1,4	o-b	ate	me
195	*Hippodonta hungarica*	-	-	-	+	-	+	-	-	B	–	st-str	i	–	alf	es	1,7	b-o	–	–
196	*Karayevia clevei* var. *clevei*	+	+	+	-	-	-	-	-	B	–	st-str	i	–	alf	sx	2,9	b-p	–	–
197	*Luticola cohnii*	+	+	+	+	+	+	-	-	B	–	ae	i	–	ind	es	−	o	–	–
198	*Luticola mutica*	+	+	+	-	-	-	+	-	B, S	–	st-str	i	7,6-8,0	ind	sp	1,0	o	ate	e
199	*Mastogloia smithii* var. *lacustris*	-	+	-	+	-	-	-	-	B	–	str	hl	–	alf	−	1,0	o	ats	e
200	*Mayamaea atomus*	+	+	-	-	-	-	-	-	B	–	−	i	–	−	es	1,3	o	–	–
201	*Microcostatus krasskei*	-	+	-	-	-	-	-	-	B	–	str	hb	–	acf	–	–	o	ats	o-m
202	*Navicula amphibola*	+	+	+	-	-	-	-	-	B	cool	str	i	–	ind	–	–	o	ats	o-m
203	*Navicula angusta*	+	+	+	+	-	-	-	-	B	–	str	hl	–	acf	sx	−	o	ats	ot
204	*Navicula capitatoradiata*	+	+	+	+	+	+	-	-	P-B	–	st-str	i	–	alf	−	2,2	b	ate	e
205	*Navicula cari*	+	-	-	-	-	-	-	-	P-B	–	–	i	–	ind	es	−	b-a	−	o-e
206	*Navicula crucicula*	+	+	-	+	-	+	-	-	B	–	–	mh	–	ind	–	–	–	–	−
207	*Navicula digitoradiata*	-	-	-	-	-	+	-	-	B	–	–	mh	–	alb	es	–	–	–	–
208	*Navicula gregaria*	+	+	+	+	+	+	+	-	B	–	–	mh	–	alf	es	0,9	x-b	ate	e
209	*Navicula kotschyi* var. *kotschyi*	+	+	+	-	-	-	-	-	B	warm	st-str	i	–	acf	–	–	o	–	–
210	*Navicula lanceolata* var. *lanceolata*	+	+	+	+	-	-	-	-	B	–	st-str	i	8,0-8,2	alf	es	0,9	x-b	ate	e
211	*Navicula oblonga* var. *oblonga*	-	+	+	+	-	-	-	-	B	–	st-str	i	–	alf	sx	2,0	b	ate	e
212	*Navicula protracta*	+	+	+	+	+	+	+	-	B	–	st-str	mh	–	ind	es	0,9	x-b	ate	e
213	*Navicula radiosa*	+	+	-	-	+	-	-	-	B	temp	st-str	i	5-9	ind	es	1,1	o	ate	me
214	*Navicula salinarum* f. *salinarum*	+	+	+	+	-	-	-	-	B	–	st-str	mh	–	neu	–	−	b	ate	e
215	*Navicula scutum*	+	+	-	-	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
216	*Navicula subtilissima*	+	+	+	+	+	+	+	-	B	–	st	i	5,1	acf	sx		o	ats	ot
217	*Navicula tripunctata*	+	+	+	+	-	-	-	-	B	–	st-str	i	–	ind	es	2,3	b	ate	e
218	*Navicula veneta*	+	+	+	+	+	+	+	-	B	–	−	hl	–	alf	es	1,1	x-o	ate	e

Продовження табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
219	*Navicula vulpina*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	–	str	i	7,9	alf	–	–	o	ats	me
220	*Nitzschia acicularis* var. *acicularis*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B	temp	–	i	7,85-8,15	alf	es	1,5	o-b	hce	e
221	*Nitzschia amphibia*	+	+	+	+	+	+	+	-	P-B, S	temp	st-str	i	4-9	alf	sp	1,3	o	hne	e
222	*Nitzschia communis*	+	+	+	-	-	-	-	-	P-B	–	st-str	i	–	alf	sp	1,2	o	hce	e
223	*Nitzschia commutata*	+	+	-	-	-	-	-	-	B	–	–	mh	–	–	–	–	–	–	–
224	*Nitzschia frustulum* var. *frustulum*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	temp	st-str	hl	–	alf	sp	–	b	hce	e
225	*Nitzschia hantzschiana*	+	+	+	+	-	-	+	-	B	–	str	i	–	alf	es	0,7	o-x	ats	m
226	*Nitzschia intermedia* f. *intermedia*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	–	–	i	–	ind	es	–	a-b	–	e
227	*Nitzschia lanceolata*	-	-	-	+	-	-	-	-	–	–	–	hl	–	alf	–	–	–	–	e
228	*Nitzschia linearis* var. *linearis*	+	+	-	-	-	-	-	-	B	temp	st-str	i	7,6	alf	es	0,0	x	ate	me
229	*Nitzschia obtusa*	+	-	-	-	-	-	-	-	B	–	–	mh	–	–	es	–	b	–	–
230	*Nitzschia palea* var. *palea*	+	-	-	-	-	-	-	-	P-B	temp	–	i	7-9	ind	sp	2,75	b-a	hce	he
231	*Nitzschia paleacea*	+	+	+	+	-	-	+	-	P-B	–	st-str	i	–	alf	es	2,2	b	hce	e
232	*Nitzschia pusilla*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B, S	–	st-str	i	–	neu	es	0,1	x	ate	o-e
233	*Nitzschia reversa* f. *reversa*	+	+	+	+	+	+	-	-	P	–	–	hl	–	–	–	–	–	–	–
234	*Nitzschia scalpelliformis*	-	-	-	-	-	-	-	+	B	–	–	hl	–	–	sp	–	–	–	–
235	*Nitzschia sigmoidea*	-	+	-	-	-	-	-	-	P-B	–	st-str	i	6,2-8,8	alf	–	1,1	o	ate	e
236	*Nitzschia sublinearis*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	–	i	–	alf	es	–	o-b	–	–
237	*Nitzschia subtilis*	+	+	-	-	-	-	-	-	B	–	–	i	–	ind	es	–	o	–	–
238	*Nitzschia umbonata*	+	+	-	-	-	+	-	-	P	–	st-str	–	–	–	es	1,7	b-o	–	–
239	*Nitzschia vermicularis*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	–	str	i	–	alf	–	1,3	o	–	o-e
240	*Nitzschia vitrea* var. *vitrea*	+	+	+	+	-	+	-	-	P-B	–	–	mh	–	alf	–	1,5	o-b	–	e
241	*Petroneis humerosa*	+	+	-	-	-	-	-	-	B	–	–	mh	–	–	–	–	–	–	–
242	*Pinnularia appendiculata* var. *intermedia*	+	-	-	-	-	-	-	-	–	–	–		–	–	–	–	–	–	–
243	*Pinnularia cocconeis*	+	+	-	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
244	*Pinnularia lata* W. Sm.	-	-	-	+	-	-	-	-	B	–	str	i	–	acf	–	–	o	–	ot

Продовження табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
245	*Pinnularia viridis*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B	temp	st-str	i	7,1	ind	es	0,6	o-x	ate	o-e
246	*Placoneis elginensis* var. *exigua*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	–	str	i	–	alf	es	0,5	x-o	ats	e
247	*Placoneis gastrum*	+	+	-	-	-	-	-	-	B	–	–	i	–	ind	sx	0,5	x-o	–	–
248	*Placoneis placentula* var. *placentula*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	temp	st-str	i	–	alf	sx	0,9	x-b	ate	e
249	*Placoneis placentula* var. *jenisseyensis*	+	-	-	+	-	-	-	-	B	–	–	i	–	alf	–	–	–	–	–
250	*Placoneis placentula* var. *rostrata*	+	+	+	-	-	-	-	-	B	–	–	i	–	alf	–	–	–	–	–
251	*Planothidium hauckianum* var. *rostrata*	+	+	-	-	-	-	-	-	B	–	–	hl	–	alf	es	–	–	–	–
252	*Planothidium joursacense*	+	-	-	-	-	-	-	-	B	–	st-str	i	–	alf	sx	–	o	ats	o-m
253	*Planothidium lanceolata*	+	-	-	-	-	-	-	-	P-B	warm	st-str	i	7,5-8,1	alf	sx	0,7	o-x	–	–
254	*Pseudostaurosira brevistriata*	+	+	+	-	-	-	-	-	P-B	–	st-str	i	7,2	alf	–	0,5	x-o	ats	o-e
255	*Rhoicosphenia abbreviata*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	i	6,7	alf	es	0,5	x-o	ate	e
256	*Rhopalodia gibba* var. *gibba*	-	-	+	+	-	-	-	-	B	temp	–	i	6,2-9	alb	es	0,4	x-o	–	–
257	*Rhopalodia gibberula* var. *gibberula*	-	-	-	-	-	+	-	-	B	temp	str	mh	4,8-9	ind	es	–	–	–	–
258	*Rhopalodia musculus*	+	+	+	-	-	-	-	-	P-B, S	–	–	mh	–	alb	–	–	x	–	–
259	*Rhopalodia operculata*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
260	*Sellaphora pupula* var. *pupula*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	eterm	st	hl	5,2-9	ind	sp	0,6	o-x	–	–
261	*Sellaphora pupula* var. *rostrata*	+	+	+	+	-	+	+	-	B	temp	–	hl	6,5-9	ind	–	–	b	–	–
262	*Stauroneis phoenicenteron* var. *phoenicenteron*	+	-	-	-	-	-	-	-	B	temp	st-str	i	7,3	ind	es	0,5	x-o	ate	me
263	*Staurophora salina*	-	+	-	-	-	-	-	-	B	–	–	mh	–	–	–	–	–	–	–
264	*Surirella bifrons*	+	-	-	-	-	-	-	-	P-B	–	st	i	–	ind	es	1,9	o-a	–	e
265	*Surirella brebissonii* var. *kuetzingii*	-	+	+	+	-	+	-	-	B	–	st-str	i	–	alf	–	–	b-a	ate	e
266	*Surirella brightwellii* var. *baltica*	+	-	-	+	+	+	+	-	B	–	–	hl	–	–	–	–	–	–	–
267	*Surirella capronii*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B, S	–	st	i	–	ind	–	0,3	x	–	me
268	*Surirella striatula* var. *striatula*	+	+	+	-	-	-	-	-	P-B	temp	–	mh	–	alf	–	–	–	–	e

Продовження табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
269	*Synedra acus*	+	+	-	+	-	-	-	-	P	–	st-str	i	–	alb	es	2,2	b	–	–
270	*Synedra capitata*	+	-	-	-	-	-	-	-	B	–	–	i	–	alf	es	1,7	b-o	–	–
271	*Synedra pulchella* var. *naviculacea*	-	-	+	-	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	sx	–	–	–	–
272	*Synedra ulna*	+	+	+	+	-	-	-	-	P-B	temp	st-str	i	5-9,2	alf	es	1,9	b-o	ate	o-e
273	*Synedra ulna* var. *amphirhynchus*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	–	–	i	–	alf	es	–	–	–	–
274	*Tabularia fasciculata*	+	+	+	+	+	+	+	-	B	–	–	mh	–	ind	es	2,4	b-a	–	–
275	*Tryblionella angustata* var. *angustata*	+	-	-	-	-	-	-	-	B	–	–	–	–	–	–	2,9	b-p	–	–
276	*Tryblionella apiculata*	+	+	-	-	-	-	-	-	B	–	–	mh	–	alf	es	1,9	o-a	–	–
277	*Tryblionella circumsuta*	-	+	-	-	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
278	*Tryblionella gracilis* var. *gracilis*	-	+	-	-	-	-	-	-	B	–	–	hl	–	alf	–	2,7	a-b	–	–
279	*Tryblionella hungarica* var. *hungarica*	+	+	+	+	+	+	+	-	P-B	–	–	mh	–	alf	sp	2,6	a-b	–	–
280	*Tryblionella victoriae*	-	-	-	-	+	-	-	-	B	–	–	hl	–	–	sp	–	b	–	–
281	*Ulnaria biceps*	-	+	-	-	-	-	-	-	B	temp	–	i	5-9	alf	–	0,9	x-b	–	–
282	*Ulnaria ulna* var. *aequalis*	+	-	-	+	-	-	-	-	B	–	–	i	–	alf	sp	–	b	–	–
283	*Undatella lineolata*	-	+	-	-	-	-	-	+	B	–	–	hl	–	–	–	–	–	–	–
284	*Urosolenia eriensis*	-	-	-	-	+	-	-	-	B	–	str	hl	–	acf	–	–	–	ats	m
	Chlorophyta																			
285	*Acutodesmus acuminatus*	-	+	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	i	–	ind	–	2,2	b	–	–
286	*Acutodesmus dimorphus*	-	+	+	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	2,0	b	–	–
287	*Acutodesmus obliquus* (	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B, S	–	st	i	–	–	–	2,8	b-p	–	–
288	*Acutodesmus pectinatus* var. *pectinatus*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	–	–	–	–
289	*Acutodesmus wisconsinensis*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	st	–	–	–	–	–	–	–	–
290	*Ankistrodesmus spiralis*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	–	–	–	–	–	2,1	b	–	–
291	*Ankyra judayi* var. *judayi*	+	+	+	-	-	-	-	-		–	–	–	–	–	–	2,1	b	–	–
292	*Ankyra ocellata*	+	+	+	-	-	-	-	-	Ep	–	–	oh	–	–	–	–	–	–	–
293	*Botryococcus terribilis*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Продовження табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
294	*Carteria globosa*	+	+	-	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
295	*Chlamydomonas ovata*	-	+	-	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
296	*Chlamydomonas reinhardtii*	+	-	-	-	-	-	-	-	P-B	–	st-str	oh	–	–	–	3,1	a	–	–
297	*Chlorangiopsis epizootica*	-	-	-	-	-	-	-	+	B	–	–	–	–	–	–	2,1	b	–	–
298	*Chlorangiopsis rotatoriorum*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
299	*Chlorella vulgaris* f. *vulgaris*	+	+	+	+	-	-	-	-	P-B, pb S	–	–	hl	–	–	–	3,1	a	–	–
300	*Chlorotetraedron incus*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	i	–	–	–	2,0	b	–	–
301	*Cladophora siwaschensis*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
302	*Closteriopsis acicularis*	-	-	-	-	+	-	-	-	P-B	–	st-str	i	–	–	–	1,9	o-a	–	–
303	*Coelastrum astroideum*	+	-	-	+	-	-	-	-	P	–	st-str	–	–	–	–	2,0	b	–	–
304	*Coenococcus planctonicus*	-	-	+	+	+	-	-	-	P	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
305	*Crucigenia fenestrata*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	2,1	b	–	–
306	*Crucigenia tetrapedia*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	i	–	ind	–	1,9	o-a	–	–
307	*Desmodesmus armatus* var. *armatus*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	1,9	o-a	–	–
308	*Desmodesmus bicaudatus*	-	-	+	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	2,0	b	–	–
309	*Desmodesmus communis* var. *communis*	+	+	+	+	+	-	-	-	P-B	–	st-str	i	–	ind	–	2,1	b	–	–
310	*Desmodesmus intermedius*	-	-	-	+	+	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	–	b	–	–
311	*Desmodesmus lefevrei*	-	-	-	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	2,0	b	–	–
312	*Desmodesmus protuberans*	-	-	-	-	+	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	–	–	–	–
313	*Desmodesmus spinosus*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	–	o-b	–	–
314	*Dictyosphaerium chlorelloides*	-	-	-	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
315	*Dictyosphaerium pulchellum*	+	+	-	+	+	-	-	-	P-B	–	st-str	i	–	ind	–	2,3	b	–	–
316	*Dictyosphaerium subsolitarium*	-	+	-	+	-	-	-	-	P	–	–	–	–	–	–	1,8	o-a	–	–
317	*Dunaliella minuta*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
318	*Dunaliella salina*	+	+	+	+	+	+	+	-	P	–	st	–	–	–	–	–	–	–	–
319	*Golenkinia radiata*	-	-	+	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	i	–	–	–	1,9	o-a	–	–

Продовження табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
320	*Hyaloraphidium contortum* var. *tenuissimum*	+	-	+	+	+	-	-	-	P-B	–	−	i	–	–	–	−	b	–	–
321	*Maleochloris sessilis*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
322	*Monoraphidium arcuatum*	-	-	+	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	2,1	b	–	–
323	*Monoraphidium contortum*	+	+	+	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	2,2	b	–	–
324	*Monoraphidium griffithii*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	2,2	b	–	–
325	*Monoraphidium irregulare*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	–	–	–	–
326	*Monoraphidium komarkovae*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st	–	–	–	–	–	–	–	–
327	*Monoraphidium minutum*	+	+	+	+	+	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	2,5	b-a	–	–
328	*Nephrochlamys allanthoidea*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	−	b	–	–
329	*Oocystis borgei* var. *borgei*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	i	−	ind	−	1,7	b-o	–	–
330	*Oocystis elliptica*	+	-	-	-	-	-	-	-	P-B	–	st-str	–	–	–	–	–	–	–	–
331	*Oocystis lacustris*	+	+	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	hl	–	–	–	1,6	b-o	–	–
332	*Oocystis rhomboidea*	-	+	-	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	1,8	o-a	–	–
333	*Pedinomonas salina*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
334	*Phacotus lenticularis*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	−	st	–	–	–	–	2,0	b	–	–
335	*Pseudoschroederia robusta*	+	+	+	+	-	-	-	-	P-B	−	st-str	i	–	–	–	1,9	o-a	–	–
336	*Radiococcus planctonicus*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
337	*Scenedesmus ellipticus*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B, S	–	st-str	–	–	–	–	–	o-b	–	–
338	*Tetraedron minimum* var. *minimum* f. *minimum*	+	+	+	+	+	-	-	-	P-B	–	st-str	i	–	–	–	2,0	b	–	–
339	*Tetraselmis arnoldii*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
340	*Tetraselmis contracta*	-	-	+	+	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
341	*Tetrastrum staurogeniaeforme*	-	-	-	+	-	-	-	-	P-B	–	st-str	i	–	–	–	2,2	b	–	–
342	*Ulothrix tenerrima*	+	-	+	+	+	-	+	-	B	–	−	i	–	–	–	1,8	o-a	–	–
343	*Ulothrix zonata*	+	-	-	-	-	-	-	-	P-B	–	st-str	i	−	ind	–	–	–	–	–
344	*Ulothrix zonata* var. *inaequalis*	+	+	+	-	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
345	*Ulotrix flacca*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Закінчення табл. Н

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
346	*Ulva intestinalis* var. *crispa*	+	-	-	-	-	-	-	-	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
347	*Ulva procera*	-	-	-	-	-	-	-	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Charophyta																			
348	*Cosmarium botrytis*	-	-	-	+	-	-	-	-	P	–	st-str	i	–	ind	–	2,3	b	–	–
349	*Cosmarium laeve* var. *laeve*	-	-	-	+	-	-	-	-	B	–	st-str	hb	–	ind	–	1,8	o-a	–	–
350	*Spirogyra porticalis*	+	+	-	+	-	-	-	-	B	–	–	–	–	–	–	1,4	o-b	–	–

* Субстрат: приуроченість до субстрату (місцезростання) [8] (B – бентосні; S – ґрунтові; pb – фікобіонти; P-B – планктонно-бентосні; P – планктонні; Ep – епіфітні); Температ.: температурний режим [8] (warm – теплолюбні; cool – холодолюбні; temp – помірного діапазону та/або індиференти; eterm – эвритермні; H_2S – сульфіди); Реофільність: текучість вод та їх насичення киснем [8] (st – стоячі; str – швидкотекучі; st-str – повільнотекучі та/або індиференти); D: ступінь сапробності за Ватанабе [173] (sx – сапроксени; sp – сапрофіли; es – еврисапроби); Сапробність та індекс S: ступінь сапробності за Пантле-Бук у модифікації Сладечека [162] (x – 0.0 – ксеносапробіонти; x-o – 0.4 – ксено-олігосапробіонти; o-x – 0.6 – оліго-ксеносапробіонти; x-b – 0.8 – ксено-бетамезосапробіонти; o – 1.0 – олігосапробіонти; o-b – 1.4 – оліго-бетамезосапробіонти; χ-α – 1,55 – ксено-альфамезосапробіонти; b-o – 1,6 – бета-олігосапробіонти; o-a – 1,8 – оліго-альфамезосапробіонти; b – 2,0 – бетамезосапробіонти; b-a – 2,4 – бета-альфамезосапробіонти; α-o – 2,6 – альфа-олігосапробіонти; a – 3,0 – альфамезосапробіонти; a-b – 3,6 – альфабетамезосапробіонти; p – 4,0 – полісапробіонти; p-a – полі-альфасапробіонти; a-p – альфа-полісапробіонти; b-p – бета-полісапробіонти); Галобність: солоність [8] (ph – полігалоби; mh – мезогалоби; oh – олігогалоби; i – олігогалоби-індиференти; hl – олігогалоби-галофіли; hb – олігогалоби-галофоби); Ацидофільн.: індикація pH середовища [8] (ind – індиференти; neu – нейтрофіли; alf – алкаліфіли; alb – алкалібіонти; acf – ацидофіли); Тип живлення: тип живлення та відношення до кількості азотовмісних органічних сполук [171] (ats – автотрофи, що розвиваються за низької концентрації азотовмісних органічних сполук; ate – автотрофи, які витримують підвищені концентрації азотовмісних органічних сполук; hne – факультативні гетеротрофи, які розвиваються у воді за періодичних підвищень концентрації азотовмісних органічних сполук; hce – облігатні гетеротрофи, які розвиваються у воді за підвищених концентрацій азотовмісних органічних сполук); Трофність [171]: (ot – оліготрофні; o-m – оліго-мезотрофні; m – мезотрофні; me – мезо-евтрофні; e – евтрофні; he – гіпертрофні; o-e – широкої амплітуди трофності)

Додаток П

Таблиця П

Гідрохімічні показники води Слов'янських солоних озер

Озеро / Показник	Абреві-атура	Ріпне	Вейсове	Гаряче	Сліпне	Левадне	Червоне	Озеро
pH	pH	7,1-7,9	6,3-7,6	6,6-7,9	7,1-8,0	6,7-7,6	7,4-8,0	6,7-7,6
Електропро-відність, млСм/см	Cond	5,21-10,28	10,45-11,08	4,98-10,98	3,59-7,23	3,4-9,81	1,31-8,89	10,84-11,26
Жорсткість загальна, мг-екв/дм^3	Hard	8,8-72,4	62,3-96,0	17,2-79,0	8,0-23,3	18,6-32,2	8,7-19,6	72,7-126,0
Лужність вільна, мг-евк/дм^3	Alk-f	0-0,3	0-0,3	0-0,4	0-0,4	0-0,1	0-0,5	0-0,4
Лужність загальна, мг-евк/дм^3	Alk	1,5-2,9	2,5-4,2	3,6-7,7	2,5-5,8	3,1-9,3	5,4-6,9	2,2-3,5
Сухий залишок, г/дм^3		31,7	71,8	60,1	5,6	19,4	9,6	83,1
HCO_3^-, мг/ дм^3	HCO3	85,4-160,8	134,2-256,2	219,6-451,4	134,2-353,8	189,1-561,2	298,9-420,9	115,9-195,2
Cl^-, мг/дм^3	Cl	8780,8-15582	15680-37044	1274-27500	1528,8-2263,8	6700-9300	4325-6750	24750-37500
B мг/ дм^3	B	0-3,72	0-12,50	0-9,45	0-13,00	0-0,62	0-0,51	0-7,20
Ba мг/ дм^3	Ba	0-0,26	0-0,36	0-0,20	0-0,15	0	0	0
Ca мг/ дм^3	Ca	123-1150	1020-1660	159-1440	80-240	230-458	120-305	1140-2060
Fe мг/ дм^3	Fe	0-0,01	0-1,31	0	0	0	0	0
K мг/ дм^3	K	2,2-266,0	29,6-318,0	13,3-265,0	11,5-260,0	5,9-27,4	4,5-78,2	75,9-265,0
Li мг/ дм^3	Li	0-0,25	0-0,96	0-0,40	0-0,21	0	0	0,26-0,96
Mg мг/ дм^3	Mg	20-216	100-223	72-161	36-153	75-131	27-80	126-286
Mn мг/ дм^3	Mn	0-0,09	0,02-1,80	0-0,11	0-0,12	0	0	0-0,36
Na г/ дм^3	Na	0,8-15,8	14,8-40,0	0,6-28,8	0,5-2,4	0,3-9,9	0,1-5,8	16,3-42,6
S мг/ дм^3	S	119-1350	905-1800	277-1570	155-592	295-711	91-333	955-2650
Si мг/ дм^3	Si	0-10,3	1,5-16,8	2,0-15,7	0-18,8	3,6-10,2	2,3-12,9	0-8,7
Sr мг/ дм^3	Sr	1,1-28,3	13,4-38,1	2,3-23,9	1,0-7,3	2,5-7,2	1,1-5,0	16,2-36,2
Zn мг/ дм^3	Zn	0	0-0,3	0	0	0	0	0-0,05
Ag, Al, As, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, Tl, V, W, Zr		не виявлено						

Додаток Р

Таблиця Р

Амплітуди коливання біологічних змінних фітопланктону в озерах

Код	Ріпне	Вейсове	Гаряче	Сліпне	Левадне	Червоне	Озеро
Число видів	4-36	3-42	1-31	3-56	12-29	13-21	12-15
Bacillariophyta	2-32	2-34	1-25	1-25	9-15	13-21	11-14
Chlorophyta	1-4	1-4	1-4	1-23	1-7	0	0-1
Cyanoprokaryota	1-4	1-8	1-6	1-15	1-7	0	0
Dinophyta	0-1	0-1	0-1	1-2	0-1	0	0
Euglenophyta	0-1	0-1	0,2	1-4	0	0	0
Індекс Шеннона	0,03-2,55	0,01-2,42	0,01-2,82	0,37-2,99	0,25-1,89	1,72-1,90	1,39-1,94
Середній об’єм клітин	0,04-24,5	0,17-4,47	0,02-6,04	0,08-11,99	0,21-1,46	0,90-1,59	0,33-4,04
Органічне забруднення	1,04-2,50	1,11-2,74	0,66-2,25	0,94-2,86	0,15-1,66	0,64-2,12	1,22-1,37

Додаток С

Таблиця С.1

Результати розрахунків коефіцієнтів Пірсона для озера Ріпне

Змінні	Чисельність	Біомаса	Індекс Шеннона	Середній об'єм клітин	Індекс сапробності	Число видів
Кореляція						
Чисельність	***	0,356916	-0,50651	0,031509	0,174711	-0,01525
Біомаса	0,356916	***	-0,32316	0,677956	-0,04045	0,19308
Індекс Шеннона	**-0,50651**	-0,32316	***	0,038022	-0,37179	0,418714
Середній об'єм клітин	0,031509	**0,677956**	0,038022	***	0,032564	0,316725
Індекс сапробності	0,174711	-0,04045	-0,37179	0,032564	***	-0,4703
Число видів	-0,01525	0,19308	**0,418714**	0,316725	**-0,4703**	***
p-коефіцієнт						
Чисельність	***	0,067616	0,007018	0,87602	0,403557	0,939818
Біомаса	0,067616	***	0,100142	0,000102	0,847753	0,983914
Індекс Шеннона	**0,007018**	0,100142	***	0,850653	0,073628	0,029724
Середній об'єм клітин	0,87602	**0,000102**	0,850653	***	0,877195	0,107479
Індекс сапробності	0,403557	0,847753	0,073628	0,877195	***	0,017672
Число видів	0,939818	0,983914	**0,029724**	0,107479	**0,017672**	***

Примітки: жирним шрифтом позначено статистично значимі результати, які були використані при подальшому аналізі

Таблиця С.2

Результати розрахунків коефіцієнтів Пірсона для озера Вейсове

Змінні	Чисельність	Біомаса	Індекс Шеннона	Середній об'єм клітин	Індекс сапробності	Число видів
Кореляція						
Чисельність	***	0,634304	-0,29849	-0,23366	0,122544	0,072469
Біомаса	**0,634304**	***	-0,33834	0,176463	0,200667	0,203368
Індекс Шеннона	-0,29849	-0,33834	***	0,004439	-0,31076	0,513682
Середній об'єм клітин	-0,23366	0,176463	0,004439	***	0,082062	-0,19009
Індекс сапробності	0,122544	0,200667	-0,31076	0,082062	***	-0,06276
Число видів	0,072469	0,203368	**0,513682**	-0,19009	-0,06276	***
p-коефіцієнт						
Чисельність	***	0,000381	0,130452	0,240794	0,559517	0,719433
Біомаса	**0,000381**	***	0,084315	0,3786	0,336151	0,308957
Індекс Шеннона	0,130452	0,084315	***	0,982468	0,130546	0,006132
Середній об'єм клітин	0,240794	0,3786	0,982468	***	0,696565	0,342266
Індекс сапробності	0,559517	0,336151	0,130546	0,696565	***	0,765682
Число видів	0,719433	0,308957	**0,006132**	0,342266	0,765682	***

Примітки: жирним шрифтом позначено статистично значимі результати, які були використані при подальшому аналізі

Таблиця С.3

Результати розрахунків коефіцієнтів Пірсона для озера Гаряче

Змінні	Чисельність	Біомаса	Індекс Шеннона	Середній об'єм клітин	Індекс сапробності	Число видів
Кореляція						
Чисельність	***	0,256667	-0,41168	-0,3429	0,223905	-0,09363
Біомаса	0,256667	***	-0,08048	-0,1592	0,004059	0,24662
Індекс Шеннона	**-0,41168**	-0,08048	***	0,42776	-0,18528	0,508612
Середній об'єм клітин	-0,3429	-0,1592	**0,42776**	***	-0,58597	0,002731
Індекс сапробності	0,223905	0,004059	-0,18528	**-0,58597**	***	0,082949
Число видів	-0,09363	0,24662	**0,508612**	0,002731	0,082949	***
p-коефіцієнт						
Чисельність	***	0,196235	0,032878	0,079947	0,271515	0,642288
Біомаса	0,196235	***	0,689846	0,427693	0,984301	0,214937
Індекс Шеннона	**0,032878**	0,689846	***	0,026031	0,364859	0,006748
Середній об'єм клітин	0,079947	0,427693	**0,026031**	***	0,001658	0,989212
Індекс сапробності	0,271515	0,984301	0,364859	**0,001658**	***	0,687059
Число видів	0,642288	0,214937	**0,006748**	0,989212	0,687059	***

Примітки: жирним шрифтом позначено статистично значимі результати, які були використані при подальшому аналізі

Таблиця С.4

Результати розрахунків коефіцієнтів Пірсона для озера Сліпне

Змінні	Чисельність	Біомаса	Індекс Шеннона	Середній об'єм клітин	Індекс сапробності	Число видів
Кореляція						
Чисельність	***	0,72009	0,266106	-0,2751	-0,27758	0,440239
Біомаса	**0,72009**	***	0,44872	-0,02487	-0,23632	0,442333
Індекс Шеннона	0,266106	**0,44872**	***	-0,11189	-0,34649	0,592264
Середній об'єм клітин	-0,2751	-0,02487	-0,11189	***	-0,09872	-0,40456
Індекс сапробності	-0,27758	-0,23632	-0,34649	-0,09872	***	-0,1349
Число видів	**0,440239**	**0,442333**	**0,592264**	**-0,40456**	-0,1349	***
p-коефіцієнт						
Чисельність	***	4,94E-05	0,198532	0,183212	0,179142	0,027639
Біомаса	**4,94E-05**	***	0,024455	0,906056	0,255408	0,026823
Індекс Шеннона	0,198532	**0,024455**	***	0,594384	0,089741	0,001813
Середній об'єм клітин	0,183212	0,906056	0,594384	***	0,638711	0,044865
Індекс сапробності	0,179142	0,255408	0,089741	0,638711	***	0,520277
Число видів	**0,027639**	**0,026823**	**0,001813**	**0,044865**	0,520277	***

Примітки: жирним шрифтом позначено статистично значимі результати, які були використані при подальшому аналізі

Таблиця С.5

Результати розрахунків коефіцієнтів Пірсона для озера Левадне

Змінні	Чисельність	Біомаса	Індекс Шеннона	Середній об'єм клітин	Індекс сапробності	Число видів
Кореляція						
Чисельність	***	0,992144	-0,90347	-0,9553	0,139726	0,863083
Біомаса	**0,992144**	***	-0,94173	-0,98436	0,015416	0,799632
Індекс Шеннона	-0,90347	**-0,94173**	***	0,958855	0,25426	-0,56446
Середній об'єм клітин	**-0,9553**	**-0,98436**	**0,958855**	***	0,1498	-0,70206
Індекс сапробності	0,139726	0,015416	0,25426	0,1498	***	0,589622
Число видів	0,863083	0,799632	-0,56446	-0,70206	0,589622	***
p-коефіцієнт						
Чисельність	***	0,007856	0,096529	0,044702	0,860274	0,136917
Біомаса	**0,007856**	***	0,058272	0,015643	0,984584	0,200368
Індекс Шеннона	0,096529	**0,058272**	***	0,041145	0,74574	0,435539
Середній об'єм клітин	**0,044702**	**0,015643**	**0,041145**	***	0,8502	0,297941
Індекс сапробності	0,860274	0,984584	0,74574	0,8502	***	0,410378
Число видів	0,136917	0,200368	0,435539	0,297941	0,410378	***

Примітки: жирним шрифтом позначено статистично значимі результати, які були використані при подальшому аналізі

Таблиця С.6

Результати розрахунків коефіцієнтів Пірсона для озера Червоне

Змінні	Чисельність	Біомаса	Індекс Шеннона	Середній об'єм клітин	Індекс сапробності	Число видів
Кореляція						
Чисельність	***	0,999737	-0,98374	0,957612	0,053407	0,494226
Біомаса	**0,999737**	***	-0,9876	0,963966	0,030495	0,51403
Індекс Шеннона	-0,98374	-0,9876	***	-0,99377	0,126786	-0,64231
Середній об'єм клітин	0,957612	0,963966	-0,99377	***	-0,23651	0,723697
Індекс сапробності	0,053407	0,030495	0,126786	-0,23651	***	-0,8417
Число видів	0,494226	0,51403	-0,64231	0,723697	-0,8417	***
p-коефіцієнт						
Чисельність	***	0,014599	0,114949	0,18602	0,965984	0,670903
Біомаса	**0,014599**	***	0,100349	0,171421	0,980583	0,656304
Індекс Шеннона	0,114949	0,100349	***	0,071072	0,919068	0,555954
Середній об'єм клітин	0,18602	0,171421	0,071072	***	0,847996	0,484883
Індекс сапробності	0,965984	0,980583	0,919068	0,847996	***	0,363113
Число видів	0,670903	0,656304	0,555954	0,484883	0,363113	***

Примітки: жирним шрифтом позначено статистично значимі результати, які були використані при подальшому аналізі

Таблиця С.7

Результати розрахунків коефіцієнтів Пірсона для Озера

Змінні	Чисельність	Біомаса	Індекс Шеннона	Середній об’єм клітин	Індекс сапробності	Число видів
Кореляція						
Чисельність	***	0,567323	0,599993	0,403323	-0,84808	-0,33226
Біомаса	0,567323	***	0,985854	0,975836	-0,81204	0,57185
Індекс Шеннона	0,599993	**0,985854**	***	0,972255	-0,87912	0,555196
Середній об’єм клітин	0,403323	**0,975836**	**0,972255**	***	-0,74806	0,726705
Індекс сапробності	-0,84808	-0,81204	-0,87912	-0,74806	***	-0,15575
Число видів	-0,33226	0,57185	0,555196	0,726705	-0,15575	***
p-коефіцієнт						
Чисельність	***	0,432677	0,400007	0,596677	0,151923	0,667741
Біомаса	0,432677	***	0,014146	0,024164	0,187961	0,42815
Індекс Шеннона	0,400007	**0,014146**	***	0,027745	0,120884	0,444804
Середній об’єм клітин	0,596677	**0,024164**	**0,027745**	***	0,251938	0,273295
Індекс сапробності	0,151923	0,187961	0,120884	0,251938	***	0,844246
Число видів	0,667741	0,42815	0,444804	0,273295	0,844246	***

Примітки: жирним шрифтом позначено статистично значимі результати, які були використані при подальшому аналізі