

Міністерство освіти та науки України
Рівненський державний гуманітарний університет
Психолого-природничий факультет
Кафедра екології, географії та туризму

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Лико Д.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2020 р.

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи магістра

зі спеціальності _____ 101 Екологія _____
(код і назва)

на тему: «Оцінка стану гідроекосистеми річки Іква за видовим багатством фітопланктону»

Виконав: студент II курсу, групи МЕ-61

Касянчук Василь Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник доцент кафедри екології, географії та туризму,
кандидат біологічних наук **Суходольська І.Л.**

(підпис)

Рецензент кандидат географічних наук, доцент кафедри
географії і туризму Міжнародного економіко-гуманітарного
університету ім. акад. С. Дем'янчука **Басюк Т.О.**

(підпис)

Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Студент _____
(підпис)

Оцінка за результатами захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів: _____

Оцінка: ЄКТС _____

Рівне – 2020 року

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 3 |
| РОЗДІЛ 1. ФІТОПЛАНКТОН ЯК ІНДИКАТОР СТАНУ ГІДРОЕКОСИСТЕМИ | 5 |
| 1.1. Загальна характеристика фітопланктону | 5 |
| 1.2. Ефективність використання фітопланктону як індикатора стану водної екосистеми..... | 8 |
| 1.3. Вплив біотичних, абіотичних та антропогенних чинників на видове багатство фітопланктону гідроекосистеми | 15 |
| ВИСНОВКИ ДО 1 РОЗДІЛУ | 21 |
| РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ | 22 |
| 2.1. Загальна характеристика р. Іква..... | 22 |
| 2.2. Методика проведення дослідження..... | 28 |
| ВИСНОВКИ ДО 2 РОЗДІЛУ | 31 |
| РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА СТАНУ РІЧКИ ІКВА ЗА ГІДРОБІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ | 32 |
| 3.1. Загальна характеристика фітопланктону річки Іква | 32 |
| 3.2. Кількісні показники фітопланктону річки Іква | 35 |
| 3.3. Еколого-географічна характеристика фітопланктону річки Іква ... | 39 |
| ВИСНОВКИ ДО 3 РОЗДІЛУ | 51 |
| РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ | 52 |
| 4.1. Правила техніки безпеки при відборі проб води..... | 52 |
| 4.2. Надзвичайні ситуації гідрологічного спрямування..... | 56 |
| ВИСНОВКИ ДО 4 РОЗДІЛУ | 59 |
| ВИСНОВКИ | 60 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 63 |
| ДОДАТКИ | 69 |

ВСТУП

Актуальність дослідження. Для оцінки стану гідроекосистеми використовують угруповання фітопланктону. Планктонні водорості є дуже чутливими до зміни компонентів гідроекосистеми та дозволяють прослідкувати зміни стану водного середовища. Крім того, фітопланктон є першою ланкою ланцюгів живлення, бере участь у біотичному кругообігу, може змінювати хімічний склад води, як забруднювати, так і очищувати. Роль фітопланктону в очищенні водоймі визначається також можливістю фіксації сполук Нітрогену за різних умов. За низьких концентрацій планктонні водорості можуть фіксувати Нітроген з повітря, а за надлишку активно його використовувати на фізіологічні процеси. Розвиток фітопланктону визначається солоністю води, вмістом розчиненого кисню, глибиною, прозорістю, текучістю, температурою, присутністю вищої водної рослинності тощо, тому враховуючи чутливість кожного з видів до цих складових можна оцінити якість води гідроекосистеми, можливості до самоочищення, відновлення та збереження гомеостазу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами. Кваліфікаційна робота відповідає наступним науковим темам «Еколого-географічний моніторинг геосистем Українського Полісся в умовах природно-антропогенних трансформацій» (Державний реєстраційний номер 0119U000510) та «Проблеми збереження біорізноманіття в умовах антропогенного впливу Західного Полісся України» (Державний реєстраційний номер 0116U006016), що виконуються на кафедрі екології, географії та туризму Рівненського державного гуманітарного університету.

Об'єкт дослідження – сезонні зміни фітопланктону річки Іква.

Предмет дослідження – показники, які характеризують структурно-функціональну організацію угруповань фітопланктону (видовий склад, таксономічні групи, еколого-географічна характеристика) та дозволяють оцінити стан гідроекосистеми р. Іква.

Мета дослідження – оцінити стан гідроекосистеми річки Іква за видовим багатством фітопланктону.

Завдання дослідження:

- розглянути особливості основних відділів фітопланктону;
- визначити основні чинники, які впливають на видове багатство фітопланктону;
- проаналізувати особливості використання фітопланктону при оцінці стану гідроекосистеми;
- дослідити сезонні зміни фітопланктону р. Іква;
- навести еколого-географічну характеристику фітопланктону та проаналізувати чутливість видів водоростей до різних екологічних чинників середовища, встановити клас якості та рівень сапробності води р. Іква.

Методи дослідження: чисельність фітопланктону визначали за допомогою камери Нажотта, а біомасу розраховували стереометричним методом. При ідентифікації водоростей використовували загальновідомі визначники серії «Визначник прісноводних водоростей України». Еколого-географічний аналіз водоростей проведено за системою розробленою С.Баріновою.

Наукова новизна. Під час дослідження визначено якісні та кількісні характеристики фітопланктону. Доповнено відомості щодо біоіндикаційних можливостей окремих видів водоростей. Оцінено якість води річки за видовим багатством фітопланктону.

Практичне значення. Результати дослідження можуть бути використані для подальшого моніторингу стану р. Іква при розробці рекомендацій щодо оптимізації екологічного стану водойми. Крім того, отримані результати можуть бути використані при вивченні курсу дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень», «Гідрологія» та «Антропогенний вплив на природні екосистеми».

Структура роботи: складається зі вступу, 4 розділів, висновку, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1. ФІТОПЛАНКТОН ЯК ІНДИКАТОР СТАНУ ГІДРОЕКОСИСТЕМИ

1.1. Загальна характеристика фітопланктону

Планктон – сукупність мікроскопічних і дрібних організмів, що живуть у товщі води у завислому стані та не можуть активно протистояти перенесенню течією. Термін «планктон» запропонував німецький океанолог В.Гензен у 1887 році. Фітопланктон потребує багато світла і переважно знаходяться в освітлених поверхневих шарах води (50-100 м), де вони утворюють плавучі «кормові угіддя» для безхребетних і риб [37].

Вегетаційний розвиток водоростей фітопланктону як сукупності починається у березні-квітні, коли рівень сонячного випромінення стає достатнім для фотосинтезу водоростей навіть під льодом. У цей період з'являються дрібні джгутикові – евгленові, дінофітові, золотисті, а також холодолюбні діатомові водорості. Коли верхній шар води прогрівся до 10-12°C, починається бурхливий розвиток холодолюбного комплексу діатомових. Влітку, при температурі води лише 15°C, спостерігається максимум продуктивності синьозелених, евгленових та зелених водоростей. Залежно від типу водойми в цей час може відбуватися «цвітіння» води, спричинене розвитком синьозелених, зелених та інших видів водоростей [41].

У прісних водоймах влітку «цвітіння» води найчастіше спричиняють синьозелені та дінофітові водорості, весною та восени - діатомові. Рідше «цвітіння» води зумовлюють зелені та жовто-зелені водорості [41].

Фітопланктон прісних вод переважно складається з діатомових, синьозелених та зелених водоростей. Поширення водоростей обумовлене освітленістю, температурою, наявністю мінеральних і органічних сполук у доступних для засвоєння формах, гідрохімічним та гідрологічним режимом. Фітопланктон – це основа автотрофної ланки водної екосистеми, продуцент органічних речовин і кисню, що формує енергетичну основу різноманіття гідробіонтів вищих трофічних рівнів, початкова ланка трофічних ланцюгів, джерело живлення безхребетних та риб на різних стадіях розвитку.

Фітопланктон характеризується високим видовим і таксономічним різноманіттям, є показником їх трофності та індикатором сапробності [37].

Пігменти фітопланктону – хлорофіл *a*, *b*, *c* та каротиноїди. Вміст хлорофілу «а» пов'язаний з первинною продукцією, трофічним статусом, евтрофікацією та самоочищенням водойм. За кількісними характеристиками різних пігментів судять про співвідношення таксономічних груп в угрупованні фітопланктону (хлорофіл «а» присутній в усіх рослинних клітинах, хлорофіл *b* – тільки в зелених та синьо-зелених, хлорофіл «с» - у діатомових, динофітових і хризомонад) [37].

Основу видового багатства альгофлори України формують зелені, стрептофітові, діатомові, синьозелені та еугленові водорості. Перелічені групи водоростей об'єднують близько 83% видів (86% вн. такс.) континентальних місцезростань або близько 89% (79,6% вн. такс.) загального видового складу водоростей флори України [41].

Зелені водорості є провідною групою за своїм видовим різноманіттям, яке сформоване, в основному, за рахунок справжніх зелених (*Chlorophyceae*), требуксієвих (*Trebouxiophyceae*) та едогонієвих (*Oedogoniophyceae*) водоростей [41].

Діатомові водорості (відділ *Bacillariophyta*) представлені біля 950 видами – понад 1160 в.в.т), які проживають в континентальних біотопах України. Основу видового складу цього відділу формують представники бацилярієвих (*Bacillariophyceae*). Зазвичай центричні діатомові мають низьке видове різноманіття порівняно з іншими представниками [41].

Синьозелені водорості – *Cyanoprocarvota* (*Cyanophyta*) представлені біля 580 видами в континентальних водоймах, а представники *Euglenophyta* становлять близько 370 видів. Низьке видове багатство мають криптофітові (*Cryptophyta*), що становить 25 видів [41].

Розподіл видового складу водоростей України за природно-кліматичними зонами та географічними регіонами України є нерівномірним. Найбагатше представлені водорості у біотопах Лісостепу, де виявлено понад

2700 видів. Видове багатство у зоні Полісся включає 2400 видів, а зоні Степу – 2300 видів [41].

Фізико-географічні особливості кожного із регіонів України, генезис регіональної флори, екологічні властивості таксономічної групи та ступінь її вивченості, обумовлюють виявлені відмінності у флористичному і систематичному різноманітті водоростей. Разом з цим, у систематичному співвідношенні провідних груп порівнюваних флор відзначається певна постійність та відповідність загальній систематичній структурі альгофлори України, а саме: формування основи видового різноманіття більшості регіонів представниками відділів *Chlorophyta*, *Bacillariophyta*, *Cyanophyta* та *Euglenophyta* [41].

Характерною рисою систематичної структури флори евгленофітових водоростей (*Euglenophyta*) України є домінуюче положення типової родини *Euglenaceae* та окремих родів – *Trachellomonas* Ehrenb., *Phacus* Duj., *Euglena* Ehrenb. Для цієї групи водоростей характерне поступове збіднення складу та зниження чисельності у водоймах рівнинної частини України в напрямку з півночі на південь. Така закономірність обумовлена, переважно, підвищенням ступеню мінералізації природних вод у цьому напрямку [41].

Таким чином, кожен відділ водоростей характеризується своїми особливостями, що зумовлює їх поширення у континентальних водоймах України.

1.2. Ефективність використання фітопланктону як індикатора стану водної екосистеми

Завдяки швидкому реагуванню на зміну гідрохімічних, гідрофізичних та гідрологічних показників води фітопланктон досить часто використовують в якості біоіндикатора. Він є зручним біоіндикатором оскільки ті чи інші види завжди присутні у водному середовищі за різних умов. Однак не всі види є індикаторами, при оцінюванні потрібно знати ці особливості та чітко відрізнити представників всіх відділів. При використанні фітопланктону в якості індикатора розцінюють та вибирають різні оцінки та шкали за різними авторами. Це залежить як від мети дослідження, так і наявних показників, які дають можливість оптимально оцінити стан гідроекосистеми та визначити кризові зони, які варіюють від стадії зворотних змін та вже незворотних змін.

Індивідуальна чутливість видів зумовлена ступенем толерантності видів до умов місцезнаходження. Порушення витривалості видів при зміні компонентів водного середовища призводить до зміни угруповання. Загалом може бути перехід від олігодомінантних до полідомінантних угруповань і навпаки. Часто за значного забруднення гідроекосистеми домінують так звані види-убіквісти, які витримують значний антропогенний тиск. До таких видів відносять відомого представника діатомових водоростей *Stephanodiscus hantzschii* Grunow in Cleve & Grunow. Даний вид є бентосним, поширений у стоячих водоймах або з повільною течією, з низький вмістом насичення киснем, а також є мешканцем полісапробних зон, зі значним забрудненням води.

Для біоіндикації за станом фітопланктону використовують представників абсолютно всіх наявних у водоймі видів. Але свої переваги має відділ діатомових, оскільки вони населяють всі субстрати. При оцінюванні присутності у воді органічних речовин, особливостей живлення видів та їхнього відношення до сполук Нітрогену використовують лише діатомові водорості.

Еколого-географічна характеристика планктонних водоростей

застосовується при оцінюванні стану водойм в Україні та за кодом [45].

У природоохоронному контексті фітопланктон розглядається як елемент біологічної якості (Biological Quality Elements (BQE)), що безпосередньо реагує на зміни вмісту біогенних речовин і у водному стовпі [10; 48]. Тому найчастіше фітопланктон використовується як індикатор евтрофікації, яка є одним із основних компонентів забруднення вод і обумовлює глобальні порушення природного балансу водних екосистем. Фітопланктон не тільки реагує на евтрофікацію, але і реалізує її наслідки, найбільш негативні на територіях із високою урбанізованістю та активним веденням господарства [10].

У якості критеріїв оцінки використовують різні показники. Такі як, чисельність, біомаса фітопланктону, вміст хлорофілу «а». Важливим показником нормального стану фітопланктону є рівень його затухаючої флуоресценції. Різниця між максимальним і стаціонарним рівнями флуоресценції клітин водоростей відображає активність їхнього фотосинтезу. За умов забруднення водойм токсичними речовинами затухаюча флуоресценція водоростей дуже незначна [7].

Структурні показники фітопланктону можуть бути використані як індикатори таких характеристик стану водного середовища, як збалансованість процесів, що відбуваються в екосистемі на певній стадії сукцесії (таксономічна структура угруповань); вміст поживних речовин (біомаса та ін.); швидкість утилізації біогенних речовин (морфо-структурні показники фітопланктону) [10].

При аналізі структури фітопланктону в окремих водних об'єктах було запропоновано підхід, згідно з яким окремі види або таксони розглядаються як негативні позитивні або індиферентні індикатори живильного впливу. Прикладом негативних індикаторів є види діатомових (*Stephanodiscus*), зелених (*Scenedesmus*) і синьозелених (*Microcystis*, *Aphanizomenon*) водоростей. Усі перераховані види є досить стійкими до тривалого та значного забруднення та характеризуються полісапробною зоною

місцезнаходження, що відповідає класу якості води дуже брудна. Прикладом позитивних індикаторів є види хризофітових (*Dinobryon*), десмідієвих (*Cosmarium*), діатомових (*Cyclotella*) водоростей [10; 48]. Всі перераховані види позитивних індикаторів проживають в олігосапробних та мезосапробних зонах, що характеризує якість води як дуже чисту, чисту та слабо забруднену.

Співвідношення позитивних і негативних видів може бути використане як показник екологічного статусу [10].

Часто при оцінці стану гідроекосистеми використовують відношення всієї біомаси представників синьо-зелених водоростей до біомаси всього виявленого у водоймі фітопланктону [10; 43]. Для індикації стану гідроекосистеми можуть використовувати видове багатство видів, відношення представників діатомових до флагелат, а також вираховують частку біомаси представників синьо-зелених до загальної біомаси решти видів, обов'язково враховують представленість та якісні і кількісні показники дуже дрібних видів. Вагоме значення при індикації відіграє зміна таксономічного складу, особливо різка та не пов'язана з сезонами. Враховують також індекси Шеннона за чисельністю і біомасою, індекси подібності та розбіжності. Це важливо при аналізі об'єктів, оскільки дають можливість прослідкувати появу нових видів та сукцесійні зміни [10; 48].

Однак при вибиранні індикаторів таких як відношення представників синьо-зелених до загальної біомаси потрібно враховувати солоність води. Ці показники ефективні для прісних водойм, але не підходять для солоних [10; 48].

Можуть виникнути суто технічні особливості щодо критеріальних показників, які зумовлені ваговими коефіцієнтами внеску кожного окремого виду-індикатора у загальний показник всього угруповання. Особливо детально потрібно аналізувати індекси подібності чи розбіжності. Для аналізу впливу процесу ефтрофікації необхідно врахувати, що індекси фітопланктону мають бути чутливі до зміни у структурі угруповань,

відповідати вимогам нормального розподілу та бути ефективними у розпізнаванні умов трофності [10; 49].

Індекси різноманітності фітопланктону можуть значно залежати від таксономічного складу та особливостей проведення аналізу. При розрахунку ключових індексів, у яких число видів відіграє дуже важливе значення, виключення рідкісних, нових, адвентивних видів, так і недостатня кількість відібраних проб може впливати на репрезентативність отриманих результатіврезультатів [10; 42].

Загалом, використання видів фітопланктону як індикаторів стану водної екосистеми ґрунтується на теоретичних та практичних дослідженнях, що здійснені різними авторами з метою формування уявлення про можливість проживання видів за різних умов (температури, солоності, освітлення, рН середовища тощо) впливу факторів середовища. На основі отриманих емпіричних даних формуються списки видів, які відповідно і реагують та ті чи інші умови. Якщо негативний вплив на розвиток фітопланктону триває незначний проміж часу, то види проявляють толерантність, якщо тривалий – види гинуть.

Найбільшою проблемою є з'ясування можливості адаптації виду при значному діапазоні впливу факторів. Оскільки на види діє не окремий фактор, а цілий комплекс показників, які змінні у часі, тому важливо підходити системно.

У науковій літературі досить дискусійним є розгляд впливу відношення біогенних елементів на видове багатство і кількісні та якісні показники. Згідно джерел оптимальним для фітопланктону вважається співвідношення Редфілда, яке становить $N : P = 1/16$) [10; 46]. Більшість підходів таке відношення Нітрогену до Фосфору розглядають як індикатор, що визначає розвиток фітопланктону та переважання тих чи інших представників окремих відділів. Зокрема, первинна продукція вважається обмеженою або Нітрогеном при $N : P < 16$, або Фосфором при $N:P > 16$ [10].

Кількість фітопланктону може бути виражена трьома шляхами:

щільність організмів, біомаса, концентрація хлорофілу «а» [10]. Як непряма характеристика кількості фітопланктону широко використовується також прозорість води, оскільки вона визначає можливість фотосинтезу видів. Щільність видів за окремих умов пов'язана із валовим вмістом біогенних речовин через велику мінливість об'єму одноклітинних водоростей. Найбільш прямою характеристикою евтрофікації є збільшення саме показників біомаси фітопланктону. Для оцінки гідроекосистем часто використовують вмісту зеленого пігменту хлорофілу «а». Ці показники можна отримати шляхом лабораторного аналізу, що потребує багато часу, або за допомогою супутників. Цей спосіб більш простіший, оскільки здатен охопити значні території за короткий проміжок часу. Більшість країн проводячи такий моніторинг мають створені бази даних, що дозволяють здійснювати довгострокові прогнози [10].

Однак і такий метод має свої переваги та недоліки. Оскільки отримані зі супутників дані про біомасу чи хлорофіл не дають можливості проаналізувати таксономічне різноманіття фітопланктону та його зміни за певний проміжок часу [10]. Сам метод вивчення фітопланктону доволі трудомісткий та потребує певної спеціальної підготовки.

При оцінюванні стану гідроекосистеми звертають увагу на частоту та інтенсивність цвітіння фітопланктону. А також на тих поширених представників відділів, які мають найбільший внесок у перебіг та тривалість процесу цвітіння.

Згідно літературних даних процес цвітіння внаслідок розвитку синьо-зелених водоростей є передбаченим лише в глибоких водоймах, оскільки на частоту й інтенсивність цвітіння особливо впливають фізичні чинники (наприклад, переміщення води та глибина проникнення сонячного світла) [10]. Хоча на сьогодні відомо, що не тільки представники синьо-зелених водоростей призводять до цвітіння води, але і зелених, діатомей та інших.

Важливою особливістю фітопланктону є тісний зв'язок його морфологічної та функціональної організації. Різні прояви цього

взаємозв'язку відображають такі показники одноклітинних водоростей як площа поверхні, що слугує біохімічним контуром трансформації речовини й енергії, та об'єм, у якому відбуваються обмінні процеси. Однакові мінливість цих основних морфометричних параметрів фітопланктону визначає такий показник як питома поверхня (S/V або S/W), що має тісні зв'язки з його питомими продукційними характеристиками [10; 35; 44; 47].

Аналіз питомої швидкості перебігу автотрофного процесу не менш важливий для екологічної характеристики водойми, ніж оцінка біомаси як результату цього процесу. Інтенсивність функціонування одиниці біомаси є фактором, що істотно впливає на динаміку мінливості цього показника. Його аналіз створює можливість прогнозу характеру і тривалості розвитку фітопланктону в умовах евтрофікації. Загалом, мінливість питомої поверхні характеризується чіткою екологічною інтерпретацією і є характеристикою як морфологічної, так і функціональної перебудови фітопланктону. Іншою перевагою питомої поверхні є можливість кількісної характеристики рослинного організму. Все зазначене забезпечує здійснення розрахунків як параметрів питомої поверхні для природних (угруповання, фітоценоз), так і для комбінаційних (популяція виду, таксономічний відділ) екосистем [10; 27]. Обґрунтування зазначених підходів та підтвердження їх ефективність забезпечила перехід до кількісного опису флористичних змін планктонних водоростей [26]. Розроблений новий інтегральний показник – індекс поверхні угруповання фітопланктону, заснований на внесенні коефіцієнта питомої поверхні у величину біомаси і тісно пов'язаний з валовими продукційними показниками фітопланктону [10].

А. Зотов наводить переваги використання фітопланктону як індикатора при оцінюванні стану гідроекосистеми. Біоіндикація за планктонними водоростями дає можливість [10]:

- оцінити флористичні перебудови фітопланктону в одиницях для всієї автотрофної ланки кількісних індексах з однаковою розмірністю;
- усунути характерну для таксономічних індексів проблему

непередбачуваності реакцій фітопланктону, внаслідок ясної екологічної інтерпретації взаємозв'язку між морфологічною та функціональною організацією водних рослин;

– проаналізувати чітко визначений і практично важливий аспект евтрофування, що відображає потенційну швидкість поглинання біогенних елементів.

Основна проблема використання індикаторів складу фітопланктону пов'язана з недостатньою теоретичною визначеністю їх відповідності конкретним процесам у водній екосистемі [10].

Таким чином, оцінка стану гідроекосистеми за видовим багатством фітопланктону та іншими показниками і критеріями має відбуватися з можливістю подальшого прогнозування.

1.3. Вплив біотичних, абіотичних та антропогенних чинників на видове багатство фітопланктону гідроекосистеми

Дослідження і детальний аналіз впливу різних факторів на поширення та розвиток фітопланктону гідроекосистеми призвели до неоднозначності у їх трактуванні.

До абіотичних факторів, які впливають на фітопланктон відносять текучість, прозорість, температуру води, пору року, інсоляцію, вміст елементів живлення, присутність токсичних та радіоактивних сполук.

Особливо важливими для фітопланктону, як фотосинтезуючих організмів, є світло та температура. Представники різних відділів планктонних водоростей мають індивідуальні потреби в освітленні та відповідно і пристосування, що проявляється у наявності в них різних типів фотосистем. Ці пристосування допомагають їм підтримувати життєдіяльність за несприятливих умов.

Так, представники відділу синьо-зелених найкраще можуть розвиватися при незначній освітленості, але потребують високих температур. Діатомовим видам потрібно більш насичене світло для нормального фотосинтезу, але більш низькі температури води порівняно з синьо-зеленими чи зеленими [8; 16].

Вплив кліматичних факторів таких як швидкість вітру, сонячна радіація та температура води впливають за різних умов на фітопланктон. Значну роль відіграє також рівень води та його зміна, яка залежить від температурних умов та кліматичних зон, де розміщена водойма. Загалом, найбільші зміни планктонних угруповань відбуваються при переході від маловоддя до багатоводдя, внаслідок зміни гідрологічних циклів [36].

На розвиток фітопланктону та домінування тих чи інших видів впливають і самі гідробіоти. Це може бути вплив зоопланктону, риб, які харчуються фітопланктоном так і вища водна рослинність. Гідробіоти, які споживають планктонні водорості, так звані фітофаги, можуть різко знижувати чисельність та біомасу видів. Різка зміна цих показників

відбувається за несприятливих умов, коли знижується температура повітря та води, а кількість біогенних елементів є настільки низькою, що види не здатні швидко поповнити свою популяцію до оптимальних значень. Зменшення чисельності фітопланктону у свою чергу впливає і на фітофагів, які змушені шукати їжу нижче за течією річки.

З вищою водною рослинністю фітопланктон конкурує за поживні речовини, такі як нітрити, нітрати, нітроген амонійний, фосфати, ферум, манган та інші. Крім того, займаючи великі площі, вища водна рослинність перешкоджає можливості фотосинтезу планктонним водоростям, оскільки закриває водну поверхню від проникнення сонячного проміння. Але при відмиранні вищої водної рослинності у будь який період, найчастіше завершення вегетаційного періоду, планктонні водорості отримують значну кількість біогенних елементів, які стимулюють їх розвиток у водоймі.

Планктонні водорості за надмірного поширення здатні виділяти токсичні речовини у водойму та викликати цвітіння води, погіршення прозорості, що унеможлиблює проходження фотосинтезу, загибель іхтіофауни або її пригнічення, зменшення розчиненого кисню у воді, споживання великої кількості поживних елементів.

Загалом, вони здатні у процесі своєї життєдіяльності змінювати середовище у позитивну чи негативну сторони. Крім того, відомо, що представники різних та одних і тих самих відділів є конкурентами за спільний ресурс. У даному випадку це місце існування видів та звісно боротьба за поживні елементи. За принципом конкурентного виключення види планктонних водоростей не можуть довго існувати у певній водоймі, якщо вони використовують спільний ресурс. Особливістю річкових екосистем є те, що їх води характеризуються текучістю та здатні поповнюватися біогенними речовинами як автохтонного так і алохтонного характеру.

Аналізуючи види, які викликають цвітіння води автори [11] помітили адвентивний вид *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, який

з'явився у водоймі та почав повністю заміщувати ще одного представника синьо-зелених водоростей *Aphanizomenon flos-aquae* (Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault.

Вплив факторів на розподіл видів та домінування окремих представників за порами року розглянуті у працях низки авторів. Вони зазначають, що значний вплив на домінантів та субдомінантів мають речовини, які виділяють у воду синьо-зелені водорості під час своєї життєдіяльності. Найбільший вплив прослідковується у періоди інтенсивного збільшення кількості видів [31].

Внаслідок посилення впливу антропогенного тиску відбувається формування олігодомінантних видів, яке призводить до мінімізації видового багатства. Це чітко видно при аналізі таксонів найвищих рангів. Варто зазначити, що збільшення видового багатства фітопланктону є своєрідним кроком, що сприяє відтворенню близької до природної структури угруповань. Однак це відбувається при зниженні впливу антропогенного тиску на гідроекосистеми. Стабілізація екосистеми до рівноважного стану або близького до нього призводить до пускових механізмів відновлення природних, типових для території угруповань фітопланктону [24].

Таким чином, можливість відновлення природних, типових для території угруповань фітопланктону значно залежить від антропогенного тиску на гідроекосистему. Але саме відновлення типових видів, що існували до впливу, можливе в тому випадку, коли цей вплив не перевищив критичні стадії та не призвів до незворотних змін чи формування сукцесійних рядів. Якщо відбуваються сукцесійні зміни, тоді формується новий стан гідроекосистеми з відповідними новими видами. За тривалого забруднення антропогенного характеру формуються угруповання, які витримують значне забруднення. Крім того, вони можуть характеризуватися не лише значною біомасою, але і чисельністю [24].

На врівноваження та відновлення природної структури типових видів фітопланктону впливає розвиток водно-повітряної вищої водної рослинності

та присутність різного типу сільськогосподарських угідь, зокрема, сінокосів, пасовищ та особливо ріллі на території, що включає площу водозбору водойми. Зазначені чинники є буферною зоною, природним фільтром, що визначає можливість та швидкість міграції біогенних елементів та органічних речовин. Якщо буферна зона є ефективною на всій ділянці річки, то це знижує надходження цих речовин безпосередньо з площі водозбору та сприяє оптимальному функціонуванню планктонних водоростей [24].

Надходження біогенних елементів, яких потребують планктонні водорості, регулює їх біомасу та чисельність. Якщо цих елементів є дуже багато, то чисельність та біомаса значно зростає. Однак, при масовому відмиранні з різних причин, в тому числі і завершенні вегетаційного періоду, необхідна значна витрата кисню на окиснення та мінералізацію утворених речовин. Зазначені процеси спричиняють зниження кисню, що призводить до надходження неокислених метаболітів, що є дуже токсичними для решти гідробіонтів, як наслідок погіршується якість води. Зокрема можуть надходити такі речовини як метан, аміак та сірководень [7].

Основними біогенними речовинами, що впливають на фітопланктон є Фосфор та Нітроген. При зростанні вмісту фосфору посилюється споживання кремнію діатомовими водоростями. Крім того, за певного співвідношення цих елементів Нітроген активно споживається фітопланктоном. Дане явище пояснюють тим, що саме Фосфор здатен посилювати біологічну фіксацію азоту Нітрогену [7].

Важливими джерелами надходження цих елементів у водойми є використання на агроценозах добрив, що містять сполуки Нітрогену та Фосфору. При їхньому потраплянні до річки з площі водозбору відбуваються не лише зміни показників складу води, але і донних відкладів. Здійснюється вплив на рН води, що зумовлює перехід речовин з водної товщі до донних відкладів та ґрунтів, або навпаки вивільнення у воду [7].

Процеси евтрофікації у водоймі відбуваються при концентрації Нітрогену вже від 0,2–0,3 мг/дм³, а фосфору від 0,01–0,02 мг/ дм³ тощо. Для

найбільш чистих оліготрофних і мезотрофних водойм характерне відношення Нітрогену до Фосфору як 30–40 : 1, для сильно гуміфікованих – 130 : 1, для евтрофних водойм воно знижується до 20–25 : 1, для гіперевтрофних – до 10–15 : 1. Таке співвідношення підтверджує при евтрофікації водойм лімітуючу роль саме Фосфору [7].

Евтрофікація гідроекосистем чітко прослідковується у сезонних змінах (весна, літо, осінь, зима) розвитку фітопланктону. Для оліготрофних водойм, які відносяться до чистих, характерне невелике зростання видів та біомаси весною [7]

Для водойм перехідного стану від досить чистих до слабо забруднених, так званих мезотрофних, характерне деяке пригнічення розвитку видів влітку. Хоча в літній період відбувається доволі помірний розвиток з піками в окремі місяці. У власне евтрофних водоймах, які характеризуються станами від помірного до значного забруднення, спостерігається зростання біомаси протягом квітня-листопада [7].

Внаслідок тривалих змін у водоймі та неконтрольованої евтрофікації значний відсоток рослин та тварин може загинути, а гідроекосистема зазнає незворотних, катастрофічних змін [7].

Водночас варто зауважити, що більшість видів зоопланктону є більш чутливими до дії багатьох токсикантів, ніж водорості. Як наслідок біомаса та чисельність фітопланктону за незначного токсичного забруднення може навіть зростати, внаслідок послаблення впливу зоопланктону на водорості. Одночасно зростають і показники деструкції фітопланктону, що приводить до самозабруднення водойм [7].

Таким чином, за тривалого і потужного забруднення водойм відбувається докорінна перебудова структури планктонних угруповань. Усі зміни відбуваються у три етапи.

На першому етапі суттєво коливається чисельність і показники біомаси популяцій; на другому – види-домінанти і субдомінанти переходять на другий план, а домінувати починають види, які раніше були пригніченими;

на третьому – повністю змінюється структура з тенденцією до зниження чисельності і біомаси планктонних угруповань. За надто пролонгованої дії токсикантів може повністю зникнути фітопланктон, внаслідок чого припиняється фотосинтез і руйнуються трофічні ланцюги. Ці зміни носять стрибкоподібний характер. Відновлення планктонних угруповань у водоймі, що зазнала токсичного впливу, потребує усунення джерела забруднення та тривалого часу для відновних процесів [7].

ВИСНОВКИ ДО 1 РОЗДІЛУ

Планктонні водорості є важливими компонентами гідроекосистеми, оскільки беруть участь у регуляції елементів у середовищі, процесах самовідновлення та самоочищення. Крім того, будучи автотрофною ланкою пливають і на решту організмів ланцюга живлення. Зручність у використанні фітопланктону при оцінюванні стані гідроекосистеми полягає у швидкій реакції на зміну параметрів середовища та впливу різних факторів.

Для оцінки стану гідроекосистеми за видовим багатством фітопланктону використовують різні параметри та шкали, щоб підібрати такі, які дозволять отримати репрезентативні результати. Більшість з них ґрунтується на індивідуальній чутливості видів до факторів водного середовища. Такі дані отримані на основі тривалих спостережень та експериментальних даних.

Зазвичай, для оцінювання стану водойми за фітопланктоном використовують чисельність, біомасу, вміст хлорофілу «а», рівень флуоресценції, кількість видів, зміну таксономічної структури, коефіцієнти подібності та схожості, індекс Шеннона тощо. Вибір показників залежить від мети дослідження, так і наявних показників, які дають можливість оптимально оцінити стан гідроекосистеми та визначити кризові зони, які варіюють від стадії зворотних змін та вже незворотних змін.

Таким чином, за тривалого забруднення водойм відбувається докорінна перебудова структури планктонних угруповань. Тому вивчення видового багатства дає можливість об'єктивно оцінити стан гідроекосистеми.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна характеристика річки Іква

Іква – річка в Україні, в межах Бродівського району Львівської області, Кременецького району Тернопільської області та Дубенського і Млинівського районів Рівненської області. Річка Іква належить до басейну р. Стир (басейн Дніпра) і є її правою притокою першого порядку [12].

Річка Іква має 9 приток довжиною більш ніж 10 км, 18 приток довжиною до 10 км. Основними притоками р. Іква в межах Рівненської області є річки Тартацька і Людомирка. До основних лівих приток річки Іква відносять річок Сосновик, Вірлянка та Повчанка. До основних правих приток відносять річки Самець, Людомирка, Тартачка, Галка та Липка.

Річка Іква бере початок у селі Черниця (Бродівський район, Львівська область). У межах Львівської області тече зі заходу на схід, у Тернопільській області повертає на північ та північний схід, а від міста Дубна (Рівненська область) до гирла тече на північний захід. Впадає річка Іква у річку Стир поблизу села Торговиці (Рівненська область) [12].

Протікає річка Іква через Вороняки, біля Кременецьких гір (з заходу та північного заходу), що на території національного природного парку «Кременецькі гори», через Кременецько-Дубнівську рівнину та Волинську височину (зокрема зі сходу та півночі Повчанської височини) [12].

У межах Львівської області р. Іква сформована на 23 км у субширотному спрямуванні з вузькою односторонньою заплавою, що тяжіє до південного берега. На території Кременецького району Тернопільської області р. Іква формує свою долину протяжністю в 40 км. На відріжку долини до с. Борщівка вона зберігає субширотний напрямок, а далі круто повертає на північ – північний схід і в районі с. Шепетин входить в адміністративну територію Дубенського району Рівненської області. Долина річки розширюється в районі впадання першої лівої притоки біля с. Раславка і правої біля с. Лопушне. Заплава досягає 350–470 м і стає двохсторонньою

[13].

Загальна довжина р. Іква 155 км, площа басейну 2250 км². Довжина річки на території Рівненської області становить 93 км, на території Тернопільської області – 56 км (рис. 2.1).

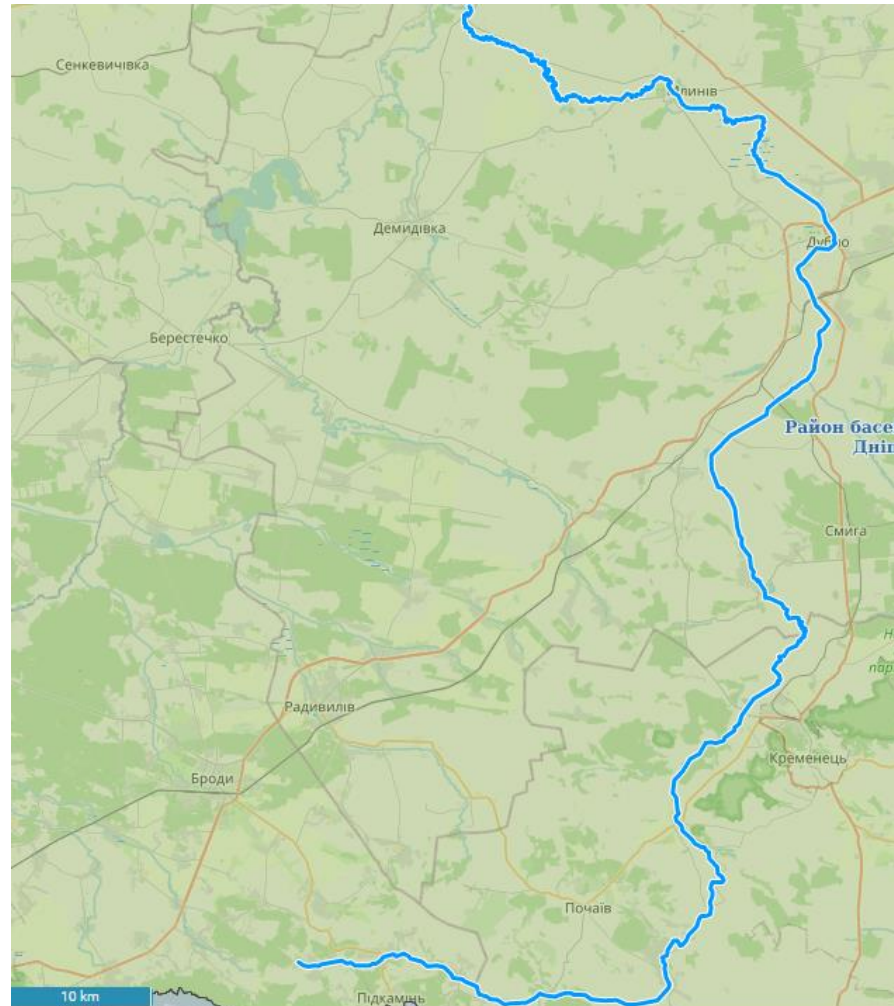


Рис. 2.1. Загальна протяжність р. Іква та території Львівської, Тернопільської та Рівненської області

Долина річки у верхів'ї коритоподібна, з крутими схилами, нижче ширина її перевищує 5 км. Заплава переважно двостороння, подекуди заболочена, від 100–200 до 650 м. Річище слабозвивисте (найбільше меандрів – біля с. Війниці та Остріїв), на окремих ділянках зарегульоване ставками і водосховищами (зокрема Млинівським). Ширина річища від 5 до 25 м, глибина 0,5–2,2 м. Похил річки 0,89 м/км. Пересічна витрата води 5,5 м³/с, максимальна – 77 м³/с [12].

Річка Іква належать до басейну Прип'яті та живляться, в основному, за

рахунок талих снігових вод, у меншій мірі – ґрунтових вод та атмосферних опадів [6].

Клімат розміщення басейну р. Іква помірно континентальний: м'яка зима з частими відлигами, тепле, нерідко дощове літо, середньорічна кількість опадів – 600–700 мм. Зима настає наприкінці листопада, а стійкий сніговий покрив утворюється в останні дні грудня – першій декаді січня. Літо, триває з кінця травня до вересня [9].

Розподіл внутрішньорічного стоку в басейні р. Іква досить нерівномірний. Для середнього за водністю року найбільша кількість стоку проходить навесні, близько 36%, влітку – 21%, восени – 19% та взимку 24%. У маловодні роки зростає частка стоку весняного періоду, в багатоводні – частка осінньо-зимового стоку [14].

Територія басейну розташована в межах Східно-Європейської рівнини, яка в минулому неодноразово піддавалася впливу материкового зледеніння та супроводжуваних його водно-льодовикових та алювіальних річкових потоків. Це, в свою чергу, вплинуло на гідрологію території, будову та склад ґрунтоутворних порід. Місцями рельєф буває хвилястим (дюннобугристим), що зумовлено нерівномірним відкладенням кінцевих морен, або ж значною їх дефляцією. Саме це є причиною широкого поширення та високої інтенсивності заболочування (оглеєння) ґрунтів, поширення торфовищ та боліт. На господарську придатність ґрунтів басейну негативно впливає дрібна плямистість заболочення, що ускладнює обробіток ґрунту, посів та збирання врожаю. Обов'язковою умовою підвищення сільськогосподарської придатності таких угідь є штучне дренажування [38].

Рельєф і сучасні рельєфоутворюючі процеси впливають на стан та функціонування річкових систем, визначають екологічну ситуацію річкових басейнів загалом. Басейн річки Іква розташований у межах однієї геоморфологічної області, а саме Волино-Подільської області пластово-денудаційних височин і пластово-аккумулятивних підвищених рівнин [38].

Крім того р. Іква протікає через такі міста як Кременець, Дубно та

Млинів, а також через багато населених пунктів, що позначається на значному каналізуванні русла.

Територія басейну р. Іква характеризується низьким показником лісистості (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Рівень лісистості басейну р. Іква та території Рівненської області

Переважаючими ґрунтами басейну р. Іква є темно-сірі опідзолені ґрунти, чорноземи неглибокі слабогумусовані, болотні ґрунти, торфовища низинні карбонатні, чорноземно-лучні ґрунти, чорноземи опідзолені, чорноземи глибокі слабогумусовані та чорноземи глибокі слабогумусовані карбонатні (рис. 2.3).

До 30% ґрунтового покриття басейну р. Іква за генезисом є гідроморфними й органогенними ґрунтами. Приурочені вони, в основному, у лісостепу – до заплави, її притерасної частини (другої тераси), і до

міждюнних елементів рельєфу – у поліській частині, на яких було і залишається періодичне перезволоження [28].

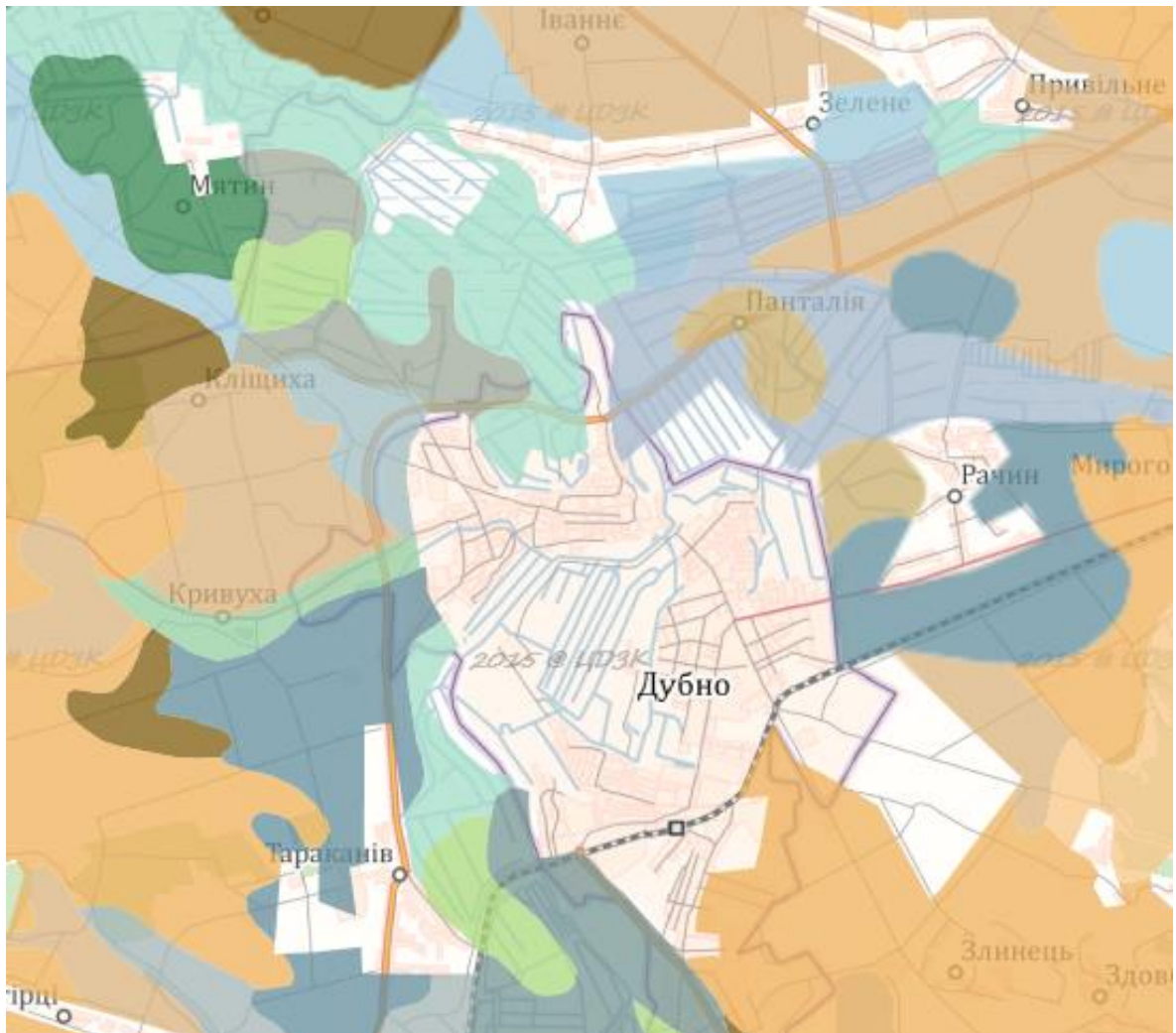


Рис. 2.3. Ґрунти басейну р. Іква та території Рівненської області: темно-сірі опідзолені ґрунти, чорноземи неглибокі слабогумусовані, болотні ґрунти, торфовища низинні карбонатні, чорноземно-лучні ґрунти, чорноземи опідзолені, чорноземи глибокі слабогумусовані| чорноземи глибокі слабогумусовані карбонатні

Природні умови регіону, в якому сформований водний басейн р. Ікви, еколого-економічні особливості та стан техногенного навантаження на водну екосистему визначають підходи до вибору схеми раціонального водокористування і відродження цієї водної системи до стабільного функціонування [28].

До основних негативних причин антропогенного впливу

водокористувачів на стан р. Іква відносять [28]:

- недостатня ефективність роботи очисних споруд комунальних підприємств;
- високий рівень зношення комунальних та відомчих мереж водогонів та каналізації, недосконалість системи приладового обліку споживання води;
- не встановлені межі водоохоронних зон та прибережних смуг більшості водотоків області;
- відсутність інструментального обліку забору та використання води, що скидається у поверхневі водойми у значній кількості водокористувачів.

Таким чином, особливості природних умов басейну річки Іква впливають на формування показників якості води, розвитку рослинності та визначають видовий склад фітопланктону.

2.2. Методика проведення дослідження

Фітопланктон є зручним об'єктом гідробіологічних досліджень, оскільки миттєво реагує навіть на незначні зміни гідроекосистеми.

Відбір проб води здійснювали протягом весни, літа та осені у р. Іква на території с. Іванне Дубенського р-ну, Рівненської області (рис. 2.4).

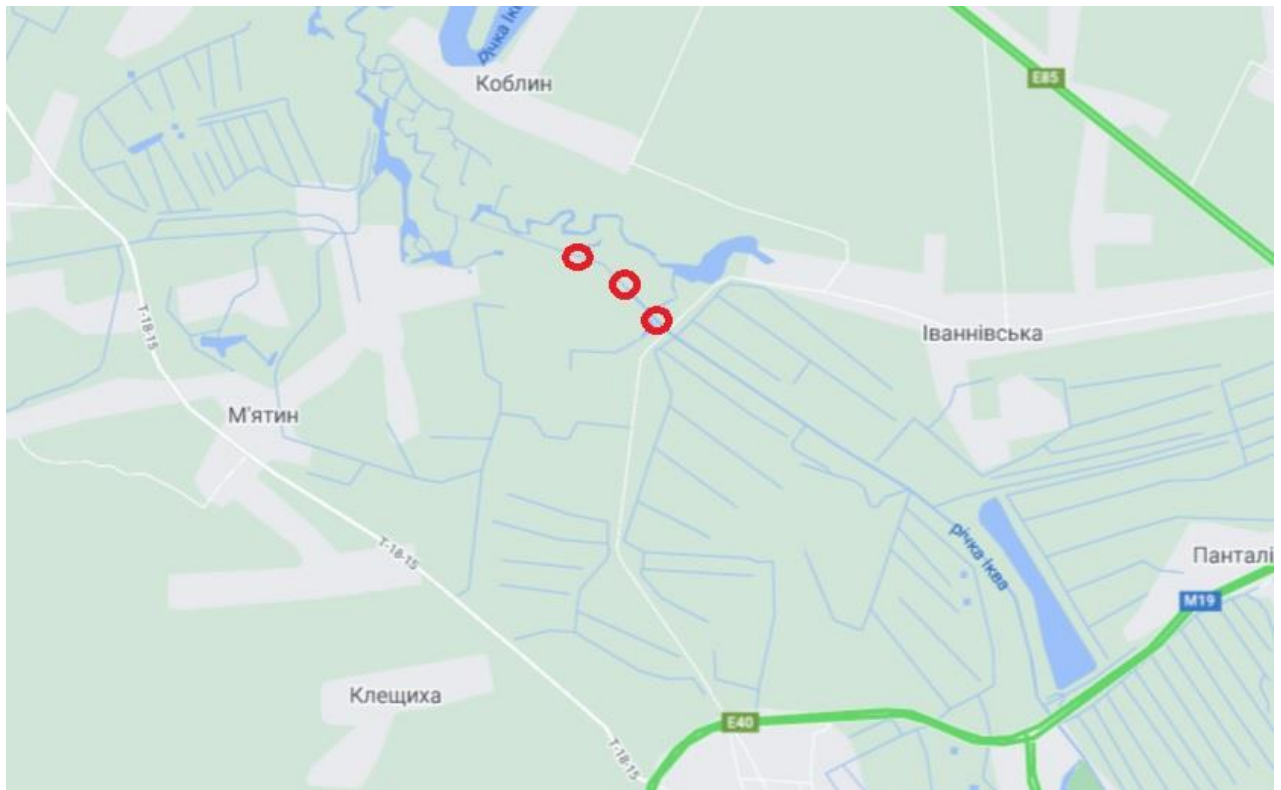


Рис. 2.4. Пункти відбору проб води с. Іванне Дубенського р-ну, Рівненської області

Воду відбирали з глибини 0,2–0,3 м, наповнюючи ємність об'ємом 1,5 дм³. Для зберігання проб та можливості почергово проводити визначення кількісних та якісних параметрів фітопланктону фіксували їх 40% розчином формальдегіду. Далі проби відстоювалися, а потім доводили їх до певного об'єму (0,05–0,1 дм³). Проведено камеральну обробку проб, що включала визначення видового складу, чисельності та біомаси планктонних водоростей. Вимірювання параметрів здійснювали за допомогою мікроскопу «Laboval» (Karl Zeiss, Німеччина). Клітини рахували з застосуванням камери Нажотта, об'єм становить 0,02 мл. Клітини рахували три рази.

Чисельність переводили на 1 дм³ за відповідною формулою

$$N = \frac{n \cdot v \cdot 1000}{V} \quad (1)$$

де, N – число клітин в 1 дм³ води;

n – число клітин в рахунковій камері;

v – об'єм концентрованої проби;

V – початковий об'єм проби.

Розрахунки біомаси планктонних водоростей здійснювали загальноприйнятими розрахунково-об'ємним методом. Індивідуальна біомаса кожного з виявлених видів шляхом множення його чисельності для кожної конкретної проби на індивідуальний об'єм клітин. Індивідуальний об'єм клітин кожного виду здійснювали з використанням стереометричного методу. Враховували індивідуальні розміри, тому порівнювали кожну клітину до певного геометричного тіла. При цьому використовували відповідні формули. Лінійні розміри визначали промірюванням клітин водоростей [25; 30; 40]. Коли визначали показники, які включають кількісний розвиток, враховували всі види, що були у пробі. Середню чисельність та біомасу визначали як середнє арифметичне для річки або певної її ділянки.

Для визначення видів планктонних водоростей користувалися визначниками серії «Визначник прісноводних водоростей України» [4; 15; 17; 18; 20; 21; 29; 33; 34; 39].

Для інтегральної оцінки структурної організації угруповань фітопланктону використовували індекс видової різноманітності Шеннона (H):

$$H = \frac{-\sum n_i}{N \log\left(\frac{n_i}{N}\right)} \quad (2)$$

де, n_i – оцінка значущості кожного виду (чисельність, біомаса);

N – сума оцінок значущості.

Індекс Шеннона розраховували за чисельністю (H/N) і за біомасою (H/B). Відповідно розмірність цих показників біт/екз. та біт/г. Даний показник враховує як кількість видів в угрупованні, так і їх рівномірність. Різноманітність угруповань залежить від особливостей їхньої структури. Загалом, чим складніша структура, тим більше різноманітність угруповань.

Екологічний аналіз водоростей проведено за системою розробленою С.Баріновою [1; 2].

ВИСНОВКИ ДО 2 РОЗДІЛУ

Іква – річка в Україні, в межах Бродівського району Львівської області, Кременецького району Тернопільської області та Дубенського і Млинівського районів Рівненської області. Річка Іква належить до басейну р. Стир (басейн Дніпра) і є її правою притокою першого порядку. Протікає р. Іква Львівською, Тернопільською та Рівненською областями. Річка Іква має 9 приток довжиною більш ніж 10 км, 18 приток довжиною до 10 км. Основними притоками р. Іква в межах Рівненської області є річки Тартацька і Людомирка. Загальна довжина р. Іква 155 км, площа басейну 2250 км².

Річка Іква належать до басейну Прип'яті. Ширина річища від 5 до 25 м, глибина 0,5–2,2 м. Похил річки 0,89 м/км. Протікає через Кременець, Дубно та Млинів, а також через багато населених пунктів, що позначається на значному каналізуванні та зарегулюванні русла.

Переважаючими ґрунтами басейну р. Іква є темно-сірі опідзолені ґрунти, чорноземи неглибокі слабогумусовані, болотні ґрунти, торфoviща низинні карбонатні, чорноземно-лучні ґрунти, чорноземи опідзолені, чорноземи глибокі слабогумусовані та чорноземи глибокі слабогумусовані карбонатні.

Відбір проб води здійснювали протягом весни, літа та осені у р. Іква на території с. Іванне Дубенського р-ну, Рівненської області. Камеральна обробка проб включала визначення видового складу, чисельності та біомаси планктонних водоростей. Вимірювання параметрів здійснювали за допомогою мікроскопу «Laboval». Клітини рахували з застосуванням камери Нажотта, об'єм становить 0,02 мл. Клітини рахували у трьох повторях. Розрахунки біомаси планктонних водоростей здійснювали загальноприйнятими розрахунково-об'ємним методом. Для визначення видів планктонних водоростей користувалися визначниками серії «Визначник прісноводних водоростей України».

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА СТАНУ РІЧКИ ІКВА ЗА ГІДРОБІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

3.1. Загальна характеристика фітопланктону річки Іква

У фітопланктоні р. Іква навесні виявлено 51 вид. Серед них, 4 види Cyanophyta, 4 види Euglenophyta, 22 види Chlorophyta, 20 видів Bacillariophyta та 1 вид Dinophyta (рис. 3.1). За чисельністю домінували представники зелених *Scenedesmus quadricauda* (1100 тис. кл/дм³) та синьо-зелених *Microcystis pulverea* (729 тис. кл/дм³). Діатомові представлені 20 видами, але їхня чисельність не є значною та коливалася в межах 0,1–3,9%. Найбільшої чисельності серед діатомових досягали *Cyclotella sp.* (229 тис. кл/дм³) та *Synedra actinastroides* (279 тис. кл/дм³). За біомасою домінували представники діатомових *Melosira granulata* (0,261 мг/дм³) та *Melosira varians* (0,153 мг/дм³). Біомаса представника відділу зелених *Scenedesmus quadricauda* становила 0,143 мг/дм³, що становить 9,4%. Біомаса решти представників варіювала від 0,1–8,6%. У весняний період зафіксовано 7 родів *Scenedesmus*, 4 види *Navicula*, 4 види *Synedra*, 3 *Nitzschia* та 3 *Microcystis*. Навесні за численністю домінували представники відділу Chlorophyta, а за біомасою Bacillariophyta.

Протягом літа було виявлено найбільшу кількість видів за весь період досліджень (151 вид). Серед них, 5 видів Cyanophyta, 14 видів Euglenophyta, 60 видів Chlorophyta, 65 видів Bacillariophyta, 3 види Dinophyta, 1 вид Cryptophyta та 4 Chrysophyta.

Влітку за чисельністю домінували представники зелених *Scenedesmus quadricauda* (346-740 тис. кл/дм³) та діатомових *Synedra acus* (380 тис. кл/дм³). За біомасою домінували представники діатомових *Synedra acus* (0,308 мг/дм³), *Melosira granulata* (0,291 мг/дм³), *Gyrosigma acuminatum* (0,176 мг/дм³), *Surirella robusta* (0,175 мг/дм³) та динофітових *Ceratium hirundinella* (2,700 мг/дм³). Найбільшою чисельністю характеризувалися представники зелених, а найбільшою біомасою види діатомових, динофітових та зелених.

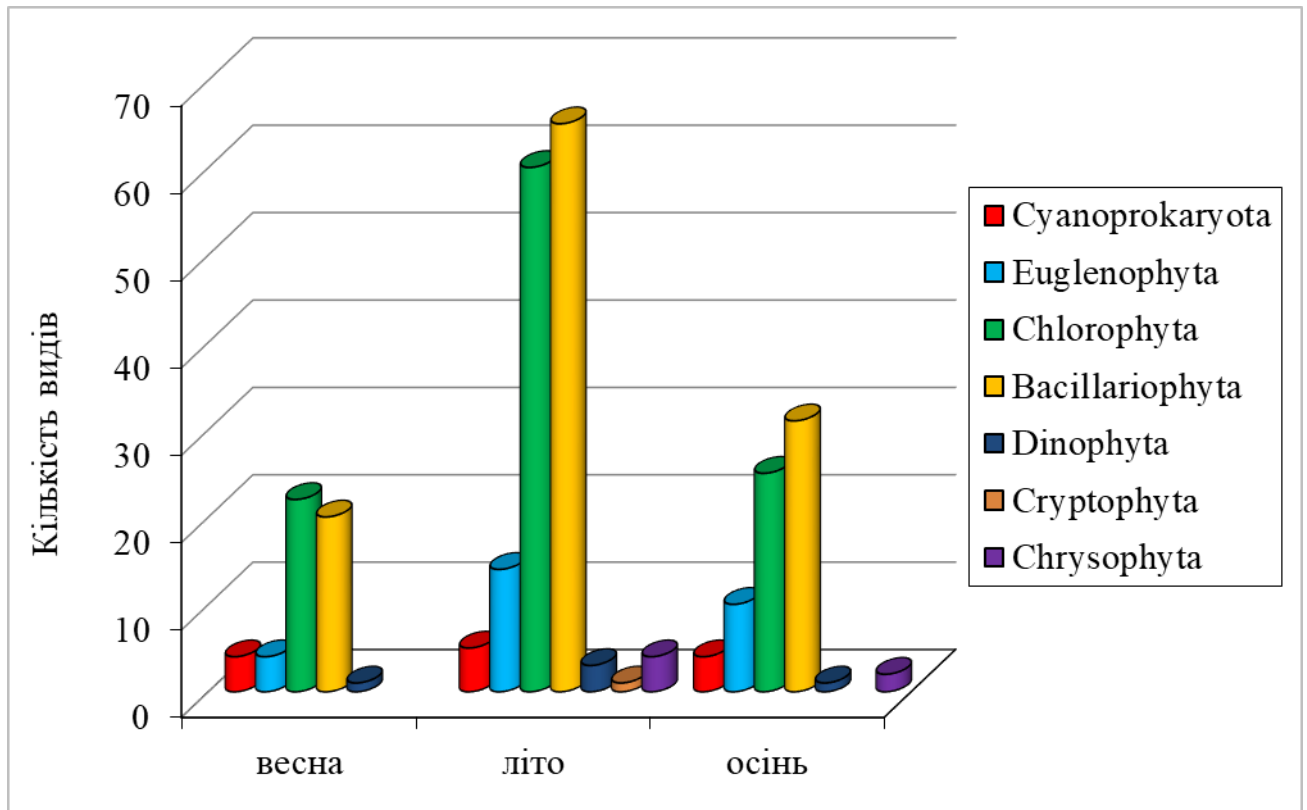


Рис. 3.1. Зміни видового багатства фітопланктону річки Іква (весна, літо, осінь)

Восени кількість видів зменшилася у порівнянні з літом. Так, серед 73 видів виявлено 4 види Cyanophyta, 10 видів Euglenophyta, 25 видів Chlorophyta, 31 вид Bacillariophyta, 1 вид Dinophyta та 4 види Chrysophyta.

Восени за чисельністю домінували представники зелених *Scenedesmus acuminatus v elongatus* (170 тис. кл/дм³) та *Scenedesmus quadricauda* (50 тис. кл/дм³), представники хризофітових (золотистих) *Dinobryon divergens* (43 тис. кл/дм³) та представники відділу діатомові *Cyclotella sp.* (81 тис. кл/дм³). За біомасою домінували представники відділу діатомових *Melosira granulata* (0,0285-0,0396 мг/дм³), *Cumatopleura solea* (0,0310 мг/дм³), *Cyclotella sp.* (0,0164 мг/дм³) та *Stephanodiscus hantzschii* (0,0248 мг/дм³). Порівняно з рештою видів значну біомасу мав представник динофітових *Gymnodinium sp.* (0,0237 мг/дм³). Найбільшою чисельністю восени характеризувалися представники зелених, золотистих та діатомових, а найбільшою біомасою види діатомових та динофітових.

Представників відділу *Xanthophyta* протягом періоду дослідження у р. Іква не було виявлено.

Таблиця 3.1
Співвідношення планктонних водоростей у р. Іква

| № | Пора року | Cyanophyta : Chlorophyta : Bacillariophyta : Euglenophyta |
|---|-----------|--|
| 1 | весна | 4 : 22 : 20 : 4 |
| 2 | літо | 5 : 60 : 65 : 14 |
| 3 | осінь | 4 : 25 : 31 : 10 |

Загалом, флористичне ядро формували представники відділів діатомових, зелених, евгленових та синьо-зелених. Співвідношення між цими відділами становило 116 : 107 : 28 : 13, тому фітопланктон річки можна охарактеризувати як діатомово-зелений. Значне збільшення видового багатства фітопланктону влітку свідчить про найбільш комфортні умови для розвитку видів. Перехід угруповання до полідомінантних показує оптимальні параметри для розвитку видів, такі як сприятливі температурні умови, рівень рН, вміст Нітрогену та Фосфору, а також певне співвідношення між ними. Оскільки загально відомо, що температурні умови та співвідношення у водоймі Нітрогену та Фосфору визначає розвиток тих чи інших представників відділів.

3.2. Кількісні показники фітопланктону річки Іква

Чисельність та біомаса фітопланктону відіграє важливе значення при оцінюванні стану гідроекосистем та характеризується значними сезонними змінами.

Найбільшу чисельність фітопланктону річки Іква зафіксовано весною, а найменшу восени. Зокрема, чисельність навесні становила 7070 тис. кл/дм³, влітку 3054 тис. кл/дм³, а восени 719 тис. кл/дм³ (рис. 3.2). Зменшення чисельності фітопланктону восени пояснюється зниженням температури води, повітря та завершенням вегетаційного періоду.

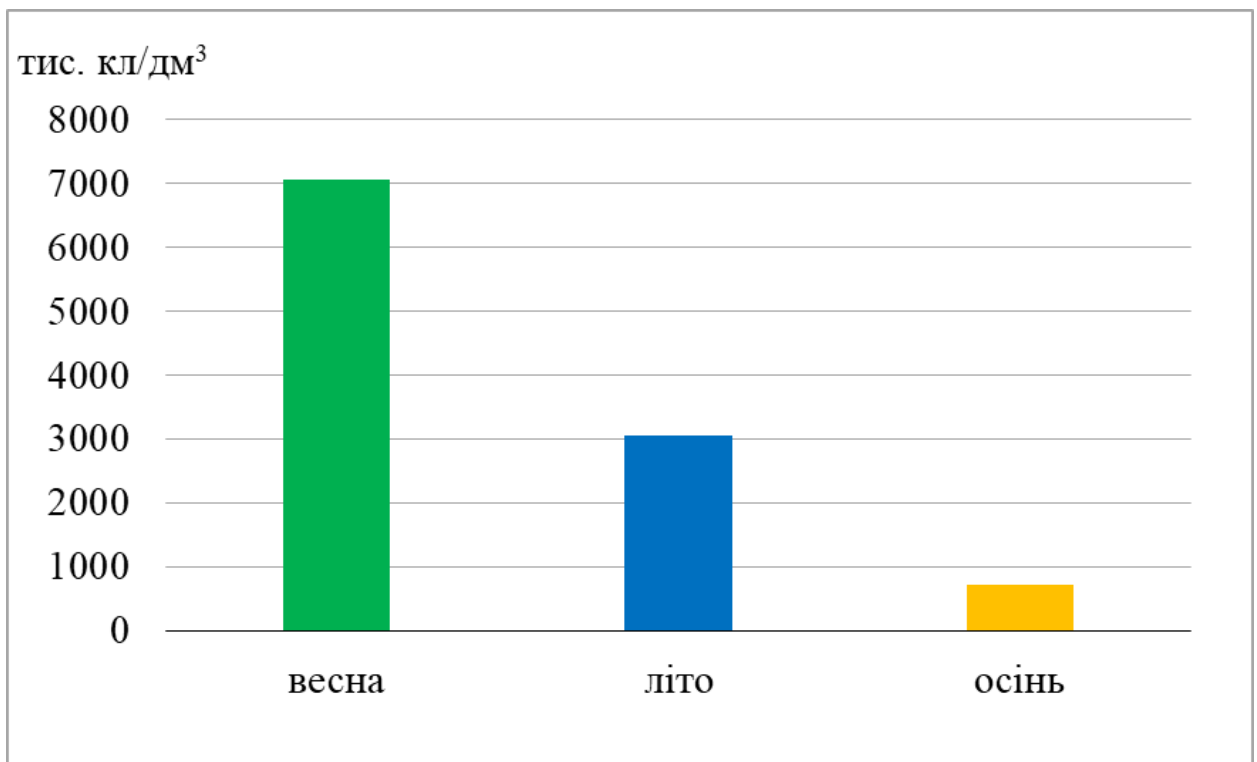


Рис. 3.2. Сезонні зміни чисельності фітопланктону річки Іква

Найбільші показники біомаси фітопланктону річки Іква виявлено влітку, а найменшу восени. Так, біомаса навесні становила 1,526 мг/дм³, влітку 2,151 мг/дм³, а восени 0,219 мг/дм³ (рис. 3.3). У літній період найбільш сприятливі умови для збільшення біомаси видів. Восени зі зменшенням чисельності, закономірно зменшується і біомаса фітопланктону. Зазвичай залишаються восени види, які є доволі стійкими до температурних коливань та інших параметрів водного середовища.

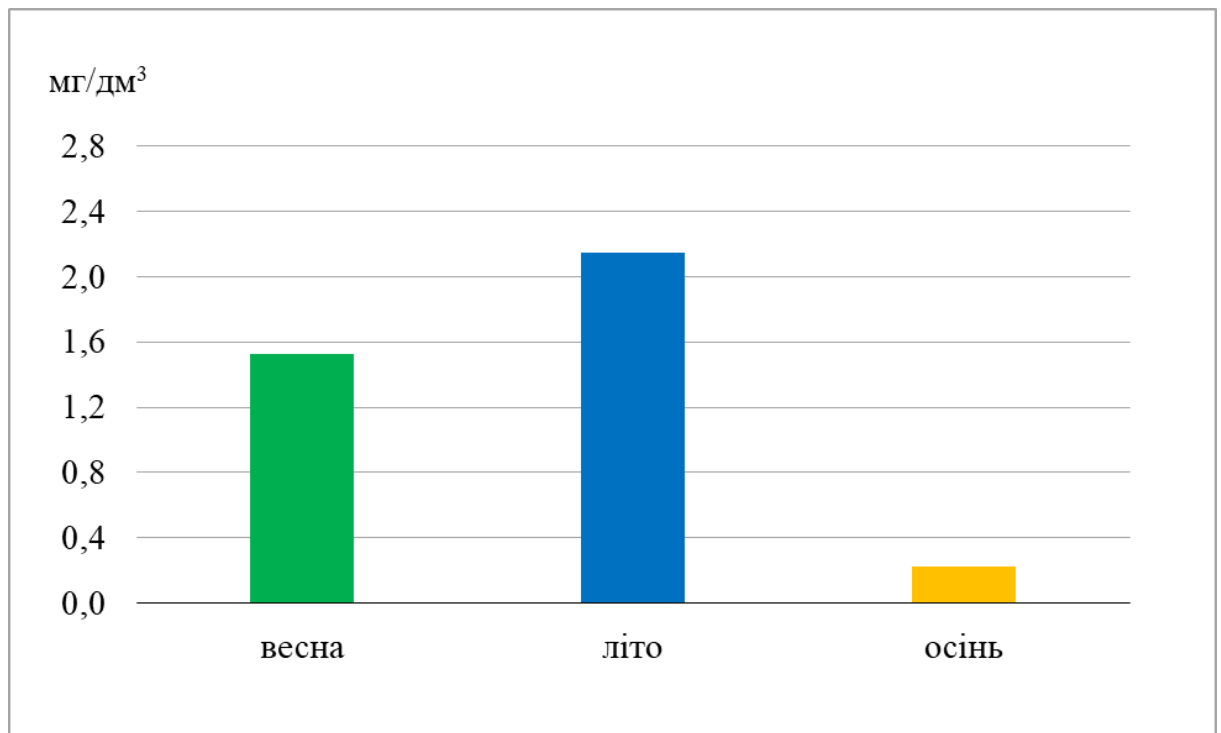


Рис. 3.3. Сезонні зміни біомаси фітопланктону річки Іква

За показниками біомаси якість води р. Іква навесні та восени оцінено як «досить чиста», 2 клас, β -мезосапробна зона, а влітку оцінено як «слабко забруднена», 3 клас, β -мезосапробна зона.

При оцінюванні показників, що характеризують стан гідроекосистеми, важливу роль відводять індексу сапробності, який зазвичай збільшується при посиленні антропогенного тиску (рис. 3.4).

Індекс сапробності навесні становив 4,46, влітку 1,99, а восени 1,89. Найвищі показники сапробності, як і чисельність видів, зафіксовано навесні.

Враховуючи отримані індекси сапробності якість води р. Іква навесні віднесено до 5 класу «дуже брудна», полісапробна зона. Влітку та восени якість води оцінено як «досить чиста», 2 клас, β -мезосапробна зона.

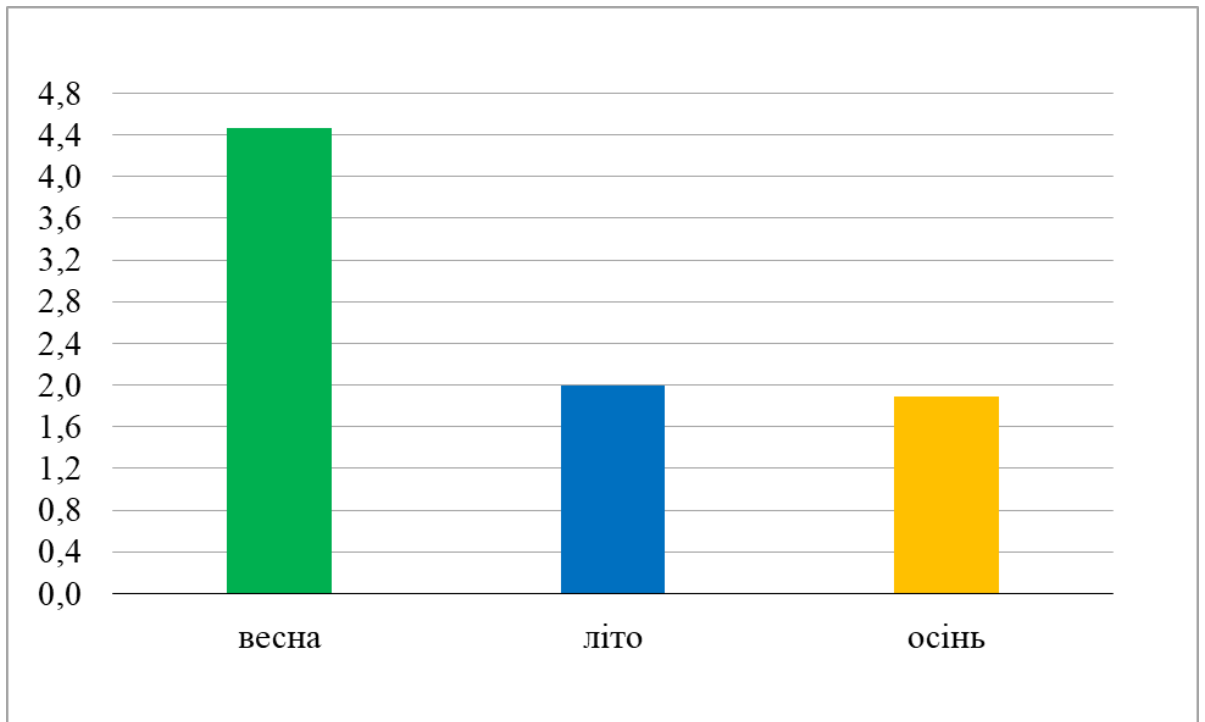


Рис. 3.4. Сезонні зміни індексу сапробності

Індекс Шеннона за чисельністю та біомасою дозволяє встановити спрямованість процесів зміни стану гідроекосистеми (рис. 3.5, 3.6).

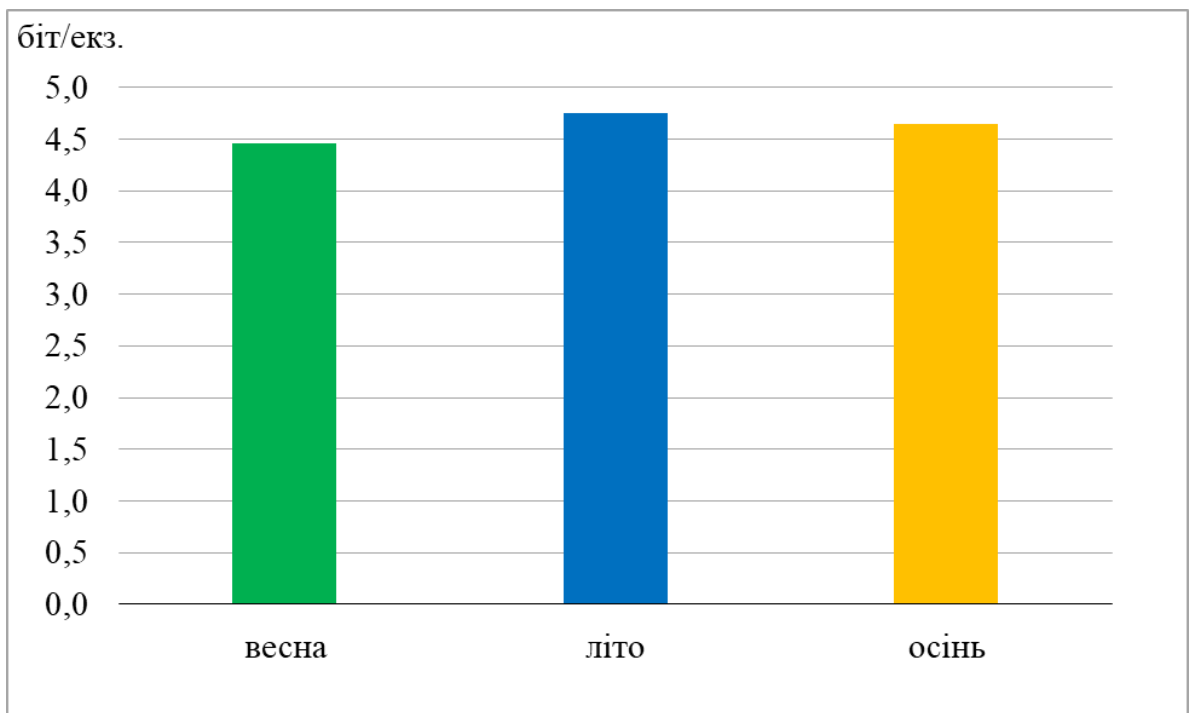


Рис. 3.5. Сезонні зміни індексу Шеннона за чисельністю, біт/екз.

Індекс Шеннона за чисельністю становив навесні 4,46 біт/екз., влітку 4,75 біт/екз., а восени 4,65 біт/екз. Найвищі показники індексу Шеннона за чисельністю виявлено влітку.

Індекс Шеннона за біомасою становив навесні 4,37 біт/мг, влітку 3,75 біт/мг, а восени 3,65 біт/мг. Найвищі показники індексу інформаційного різноманіття Шеннона за біомасою виявлено навесні.

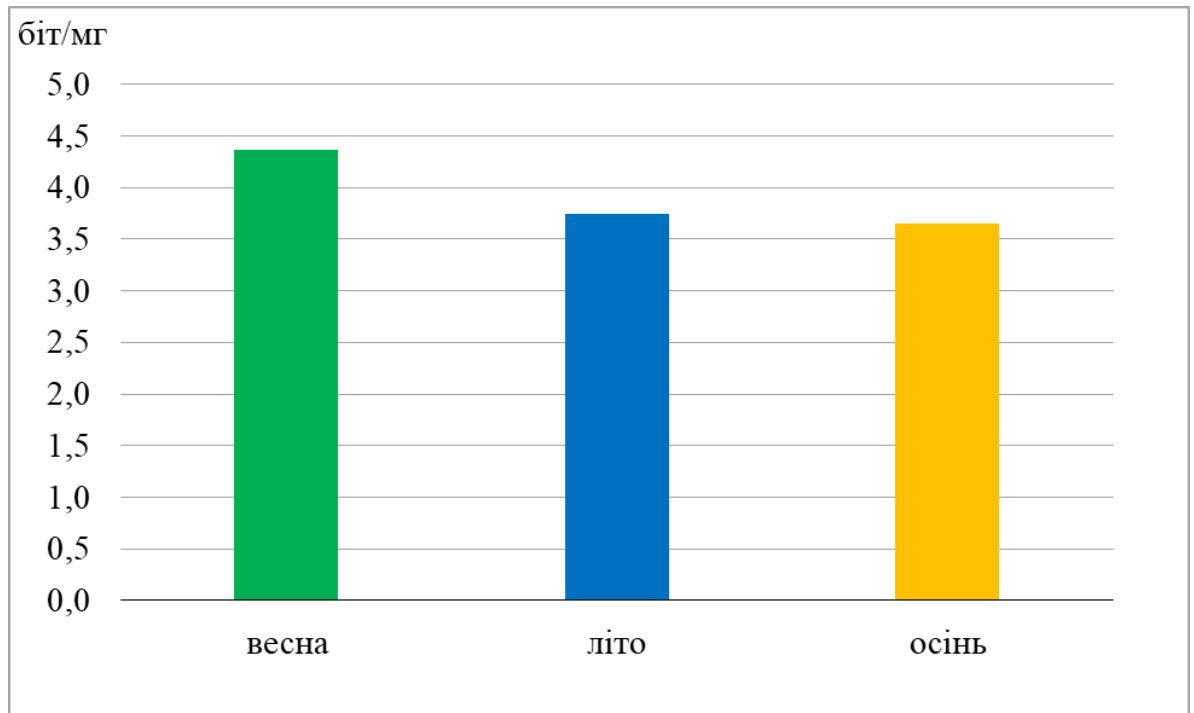


Рис. 3.6. Сезонні зміни індексу Шеннона за біомасою, біт/мг

Таким чином, найвищі значення індексу Шеннона за чисельністю виявлено влітку, а за біомасою навесні. За індексом сапробності якість води р. Іква навесні оцінено як «дуже брудна», 5 клас, полісапробна зона. Влітку та восени якість води оцінено як «досить чиста», 2 клас, β -мезосапробна зона.

3.3. Еколого-географічна характеристика фітопланктону річки Іква

До важливих факторів, які безпосередньо впливають на угруповання фітопланктону, відносять лентичні чи лотичні води, хімічний склад, температура води та повітря, глибину водойми, швидкість течії, пору року, рівень рН, вміст розчиненого кисню, зарегулювання водойми, вплив інших гідробіонтів тощо [3; 5; 32]. Враховуючи чутливість та витривалість видів-індикаторів до зміни стану різних параметрів водного середовища виділяють кризові стани екосистеми від природно чистих водойм до катастрофи [1; 2]. Саме тому, кількісні та якісні показники та видове багатство фітопланктону дозволяють оцінити вплив як природних так і антропогенних факторів на гідроекосистеми.

С.С. Баріновою та авторами запропонована класифікація видів відповідно до їх реакції на зміни середовища існування. А також враховано, що за несприятливих умов види не можуть прожити довго у водоймі. Раніше як індикатори використовували лише представників відділу діатомових водоростей, що зумовлене їх значним поширенням у водоймах. Однак, все частіше почали звертати увагу на представників інших відділів, які також є індикаторами стану води та дозволяють визначити низку показників без лабораторного аналізу [1; 2; 23].

Зокрема, виокремлюють індикатори місцезростань, географічного поширення, текучості води та насичення їх розчиненим киснем, температури води, рН, рівня солоності води, типу живлення та відношення до кількості органічних нітрогенвмісних сполук.

До індикаторів місцезростань у водному середовищі відносять бентосні (В), планктонні (Р), планктонно-бентосні (Р-В), ґрунтові водорості (S) та епіфітні (Ер). До індикаторів географічного поширення відносять космополіти (k), бореальні (b) та аркто-альпійські (а-а) види. За текучістю води та насичення її киснем відносять індикатори швидкотекучих з високим вмістом кисню (str), повільнотекучих з середнім рівнем кисню (st-str) та

стоячих з низьким рівнем кисню (st). За температурою індикатори поділяють на холодолюбні (cool), помірні (temp), евртермні (eterm) та теплолюбні (warm) види [1; 2; 23].

До індикаторів рН середовища виділяють ацидобіонти (acb), які можуть жити у воді при значеннях рН від 5 і менше, ацидофіли (acf), які можуть жити у воді при значеннях рН від 5 до 6, індиференти (ind), які можуть жити у воді при значеннях рН 6–7, алкаліфіли (alf), які можуть жити у воді при значеннях рН 7–8 та алкалобіонти (alb), які можуть жити у воді при значеннях рН 8 і вище. До індикаторів солоності води виділяють олігогалофи, це представники прісноводних або солонуватих місцезростань (солоність 0–5‰), мезогалофи – mh (5–20‰), еугалофи – e (20–40‰) та полігалофи – ph (40–300‰). Олігогалофи у свою чергу поділяють на галофоби (hb) (лише прісноводні види, які не витримують навіть незначного збільшення вмісту NaCl), індиференти (i) (типові прісноводні види, які можуть інколи траплятись у солонуватих водах проте незвичні для них), галофіли (hl) (власне прісноводні види, які можуть витримувати незначне збільшення концентрації NaCl) [1; 2; 3; 23].

При визначенні індикації органічного забруднення в системі Пантле-Бук у модифікації Сладечека виділяють 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 – $S = 3,5-4$). Отримані величини індексів зіставляють з таблицями, у яких зазначено класи якості води, категорії якості за ступенем їх чистоти. Усі види, які є індикаторами органічного забруднення за системою оцінювання Т. Ватанабе ділять на наступні 3 групи: сапроксени (sx) – індикатори чистих вод, еврисапроби (e) – індикатори помірно-забруднених вод та сапрофіли (sp) – індикатори забруднених вод [1; 3; 32].

Для оцінки типу живлення та відношення до кількості органічних нітрогенвмісних сполук використовують 4-х групи індикаторних видів, всі з яких відносяться до представників відділу діатомових. Серед них виділяють

автотрофи, що існують при низькому вмісті нітрогенвмісних органічних сполук (ats), автотрофи, які витримують підвищення вмісту нітрогенвмісних органічних сполук (ate), факультативні гетеротрофи (hne), які можуть існувати навіть за періодичного підвищення вмісту нітрогенвмісних органічних сполук, облігатні гетеротрофи (hce), які можуть існувати у воді за підвищеного вмісту нітрогенвмісних органічних сполук [50].

З метою проведення біоіндикації за станом фітопланктону враховували індивідуальну чутливість видів.

Серед 36 індикаторів місцезростань навесні виявлено 11 видів планктонних, 12 планктонно-бентосних та 13 видів бентосних. Влітку виявлено найбільшу кількість видів, які є індикаторами місцезростань. Зокрема виявлено 72 види. Серед них найбільша кількість бентосних 40 видів, далі планктонно-бентосних 19 видів та 13 планктонних. Восени серед 37 індикаторів, зафіксовано найбільшу кількість планктонно-бентосних 13 видів та по 12 видів бентосних та планктонних (рис. 3.7).

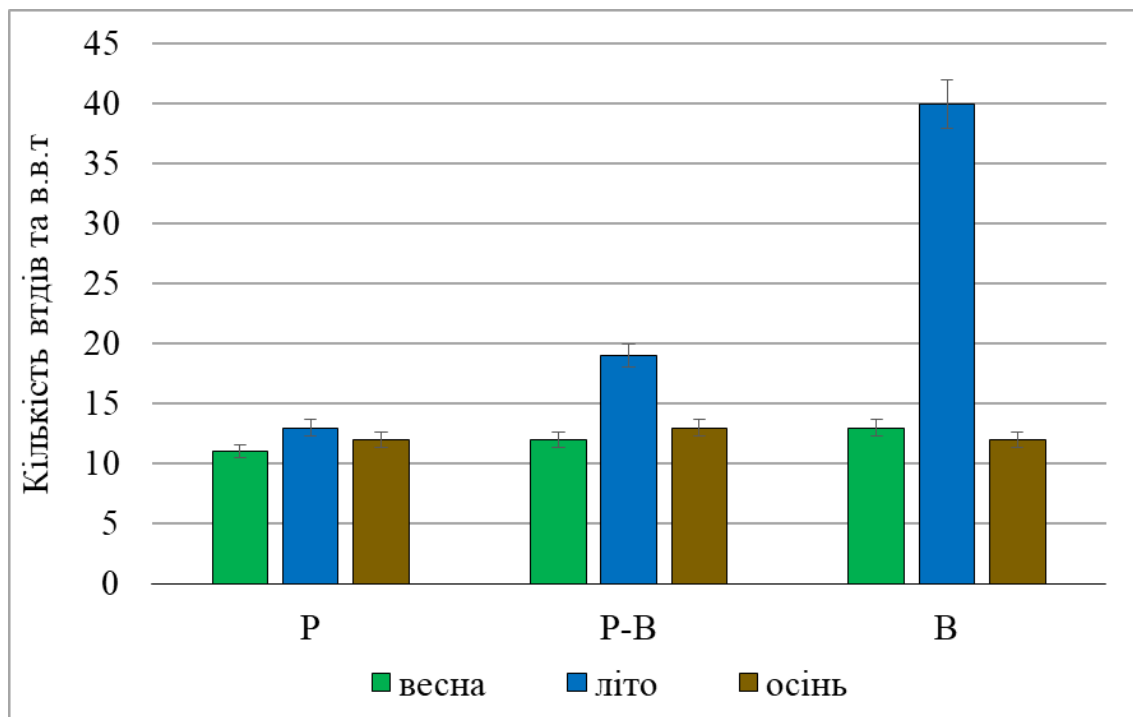


Рис. 3.7. Розподіл видів та в.в.т. водоростей, що є індикаторами місцезростань (В – бентосні; Р-В – планктонно-бентосні; Р – планктонні)

Таким чином, навесні виявлено 36 індикаторів місцезростань, влітку 72, а восени 37. Серед них найбільшу кількість планктонних, планктонно-бентосних та бентосних видів виявлено влітку.

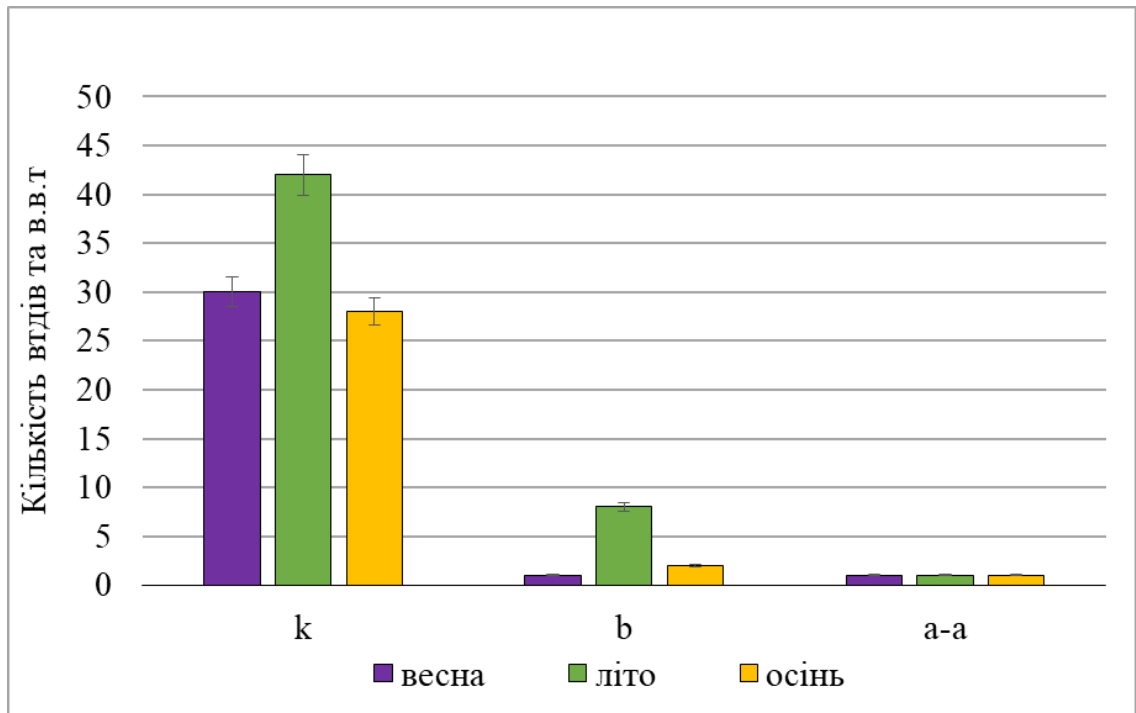


Рис. 3.8. Розподіл видів та в.в.т. водоростей за географічним поширенням (k – космополіт, b – бореальний, a-a – аркто-альпійський)

Серед 32 видів за географічним поширенням навесні виявлено 30 видів космополітів, 1 бореальний та 1 аркто-альпійський (рис. 3.8).

З 51 виду виявлених індикаторів за географічним поширенням влітку 42 види космополіти, 8 бореальних та 1 аркто-альпійський.

Серед 31 виду виявлених індикаторів за географічним поширенням восени 28 видів космополіти, 2 бореальних та 1 аркто-альпійський.

Таким чином, космополіти навесні складають 94%, влітку 82% та восени відповідно 90%. Найбільшу кількість бореальних видів виявлено влітку.

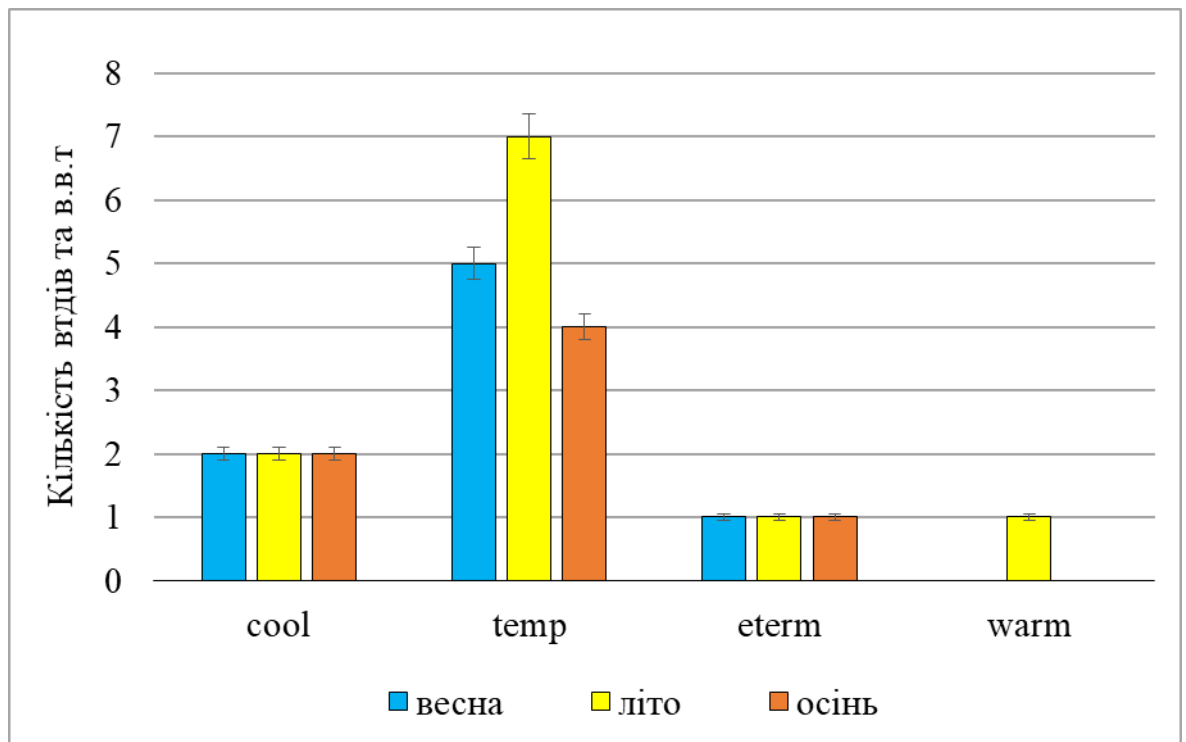


Рис. 3.9. Розподіл видів та в.в.т. водоростей, що є індикаторами температурних умов (cool – холодолюбні, temp – помірного діапазону та/або індиверти, eterm – евритермні, warm – теплолюбні)

Індикаторами температурних умов навесні є 8 видів, влітку 11 видів та 7 восени. Навесні виявлено 2 холодолюбні види, 5 помірного діапазону та 1 евритермний. Влітку зафіксовано 2 холодолюбні види, 57 помірного діапазону, 1 евритермний та 1 теплолюбний. Восени виявлено 2 холодолюбні види, 4 види помірного діапазону та 1 евритермний вид (рис. 3.9).

У літній період виявлено 1 вид, що витримує діапазон температур 10–35⁰С, а в осінній період 1 вид з діапазоном температур 7–40⁰С.

Найбільшу кількість індикаторів температурних умов виявлено влітку.

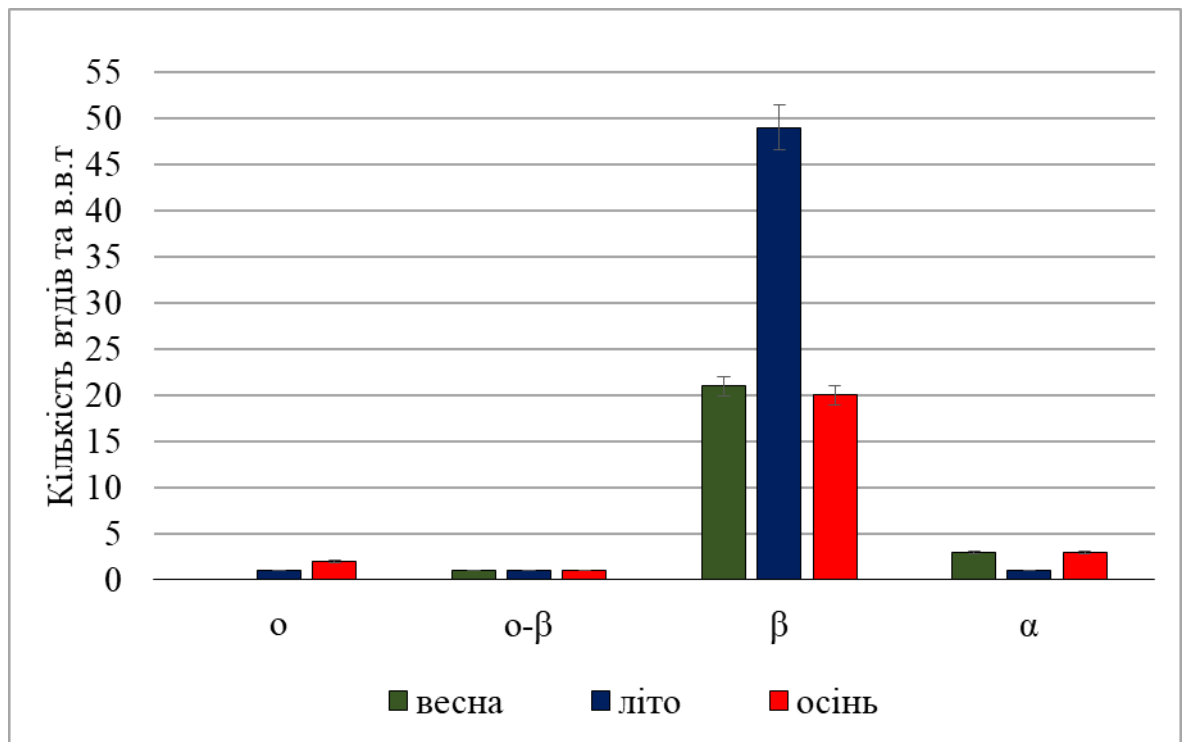


Рис. 3.10. Розподіл видів та в.в.т. водоростей, що є індикаторами сапробності (o – олігосапробна, o-β – олігомезосапробна, β – мезосапробна, α – мезосапробна)

Серед індикаторів сапробності навесні виявлено 25 видів, влітку 52 видів та 26 восени. У весняний період не було виявлено жодного виду о-олігосапробної зони, 1 вид o-β – олігомезосапробної, 21 вид β – мезосапробної та 3 вид α-мезосапробної зони.

У літній період виявлено 1 вид o-олігосапробної зони, 1 вид o-β – олігомезосапробної, 49 видів β – мезосапробної та 1 вид α-мезосапробної зони.

Восени індикатори сапробності представлені наступними видами 2 о-олігосапробна зони, 1 o-β – олігомезосапробна, 20 β – мезосапробної та 3 вид α-мезосапробної зони.

Таким чином, найбільша кількість видів індикаторів сапробності представлена β – мезосапробною зоною. Індикаторів полісапробної зони протягом періоду дослідження не було виявлено.

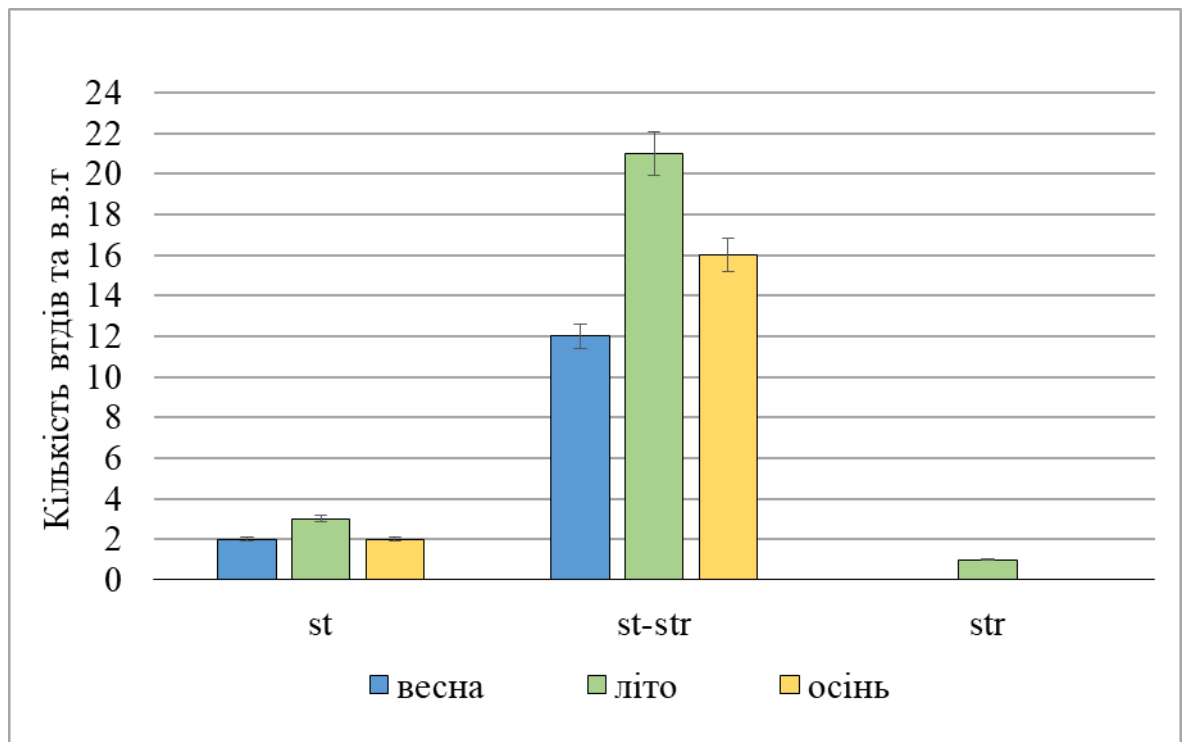


Рис. 3.11. Розподіл видів та в.в.т. водоростей, що є індикаторами насиченості води киснем та реофільності (проточності) (st – стоячі, str – швидкотекучі, st-str – повільнотекучі та/або індиференти)

Навесні виявлено 14 індикаторів насиченості води киснем та реофільності (проточності). Серед них, 2 види індикатори стоячих водойм з низьким рівнем кисню, 12 видів, що є індикаторами повільнотекучих з середнім рівнем кисню та не виявлено жодного виду індикатора швидкотекучих з високим вмістом кисню (рис. 3.11).

Влітку виявлено 25 видів-індикаторів насиченості води киснем та реофільності (проточності). Серед них, 3 види-індикатори стоячих водойм з низьким рівнем кисню, 21 вид, що є індикаторами повільнотекучих з середнім рівнем кисню. Виявлено у р. Іква лише 1 вид, що є індикатором швидкотекучих водойм з високим вмістом кисню.

Восени виявлено 18 видів, що є індикаторами насиченості води киснем та реофільності (проточності). Серед них, 2 види-індикатори стоячих водойм з низьким рівнем кисню, 16 видів, що є індикаторами повільнотекучих з середнім рівнем кисню. Видів-індикаторів швидкотекучих водойм з високим вмістом кисню не було виявлено. За весь період дослідження виявлено 7

видів-індикаторів стоячих водойм з низьким рівнем кисню, 49 видів-індикаторів повільнотекучих з середнім рівнем кисню та 1 вид, що є індикатором швидкотекучих водойм з високим вмістом кисню.

Таким чином, найбільшу кількість індикаторів становили види повільнотекучих водойм з середнім рівнем кисню. Виявлено 1 вид, що є індикатором швидкотекучих водойм з високим вмістом кисню.

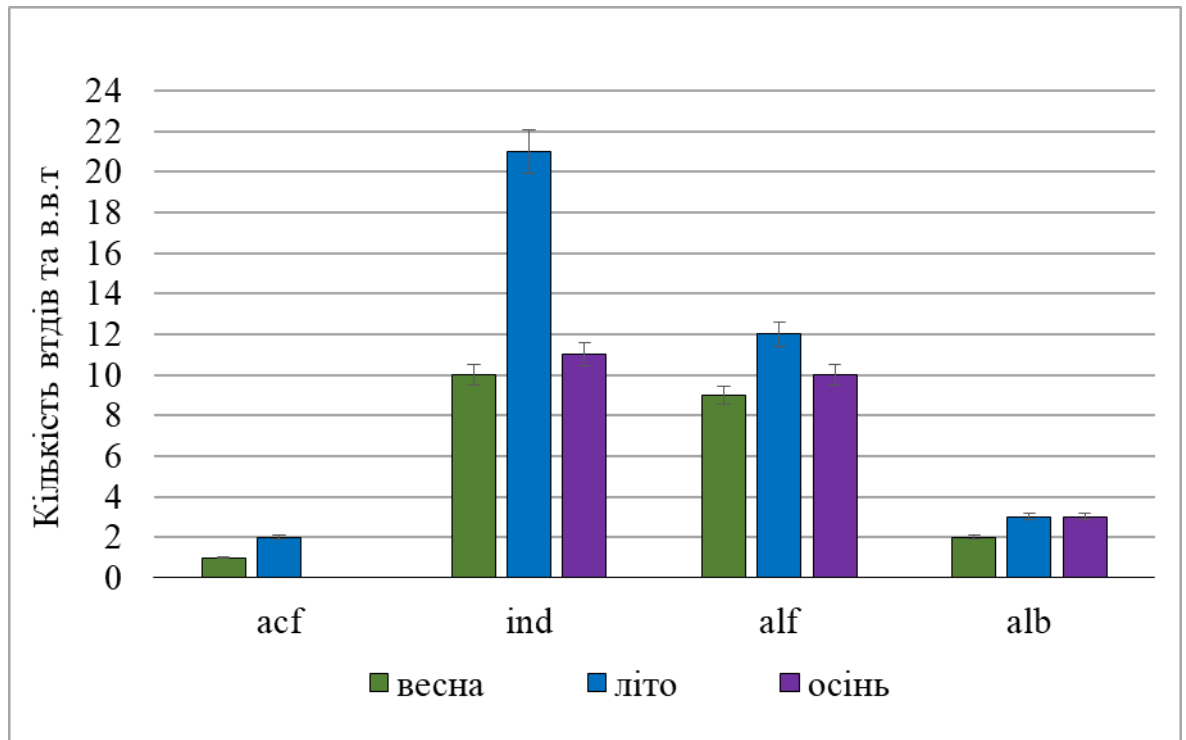


Рис. 3.12. Розподіл видів та в.в.т. водоростей, що є індикаторами рН середовища (acf – ацидофіли, ind – індіференти, alf – алкаліфіли, alb – алкалібїонти)

Навесні виявлено 22 види, є індикаторами рН середовища. Серед них, 1 вид ацидофіл, що є індикатором значення рН від 5 до 6, 10 видів індіферентів, які можуть жити у воді при значеннях рН 6–7, 9 видів алкаліфілів, що витримують значення рН 7–8 та 2 алкалобїонти, що існують при значеннях рН 8 і вище.

Влітку виявлено 38 видів, є індикаторами рН середовища. Серед них, 2 види ацидофіли, що є індикаторами значень рН від 5 до 6, 21 вид індіференти, які живуть у воді при значеннях рН 6–7, 12 видів алкаліфілів,

що витримують значення рН 7–8 та 3 види алкалобіонти, що існують при значеннях рН 8 і вище.

Восени виявлено 24 види, що є індикаторами рН середовища. Серед них, 11 видів індиферентів, які живуть у воді при значеннях рН 6–7, 10 видів алкаліфілів, що витримують значення рН 7–8 та 3 види алкалобіонти, що існують при значеннях рН 8 і вище. Жодного виду ацидофіла, що є індикатором рН від 5 до 6 не було виявлено.

Таким чином, за весь період дослідження було виявлено 3 види ацидофіли, 42 види індиференти, 31 алкаліфіли та 8 видів алкалобіонтів.

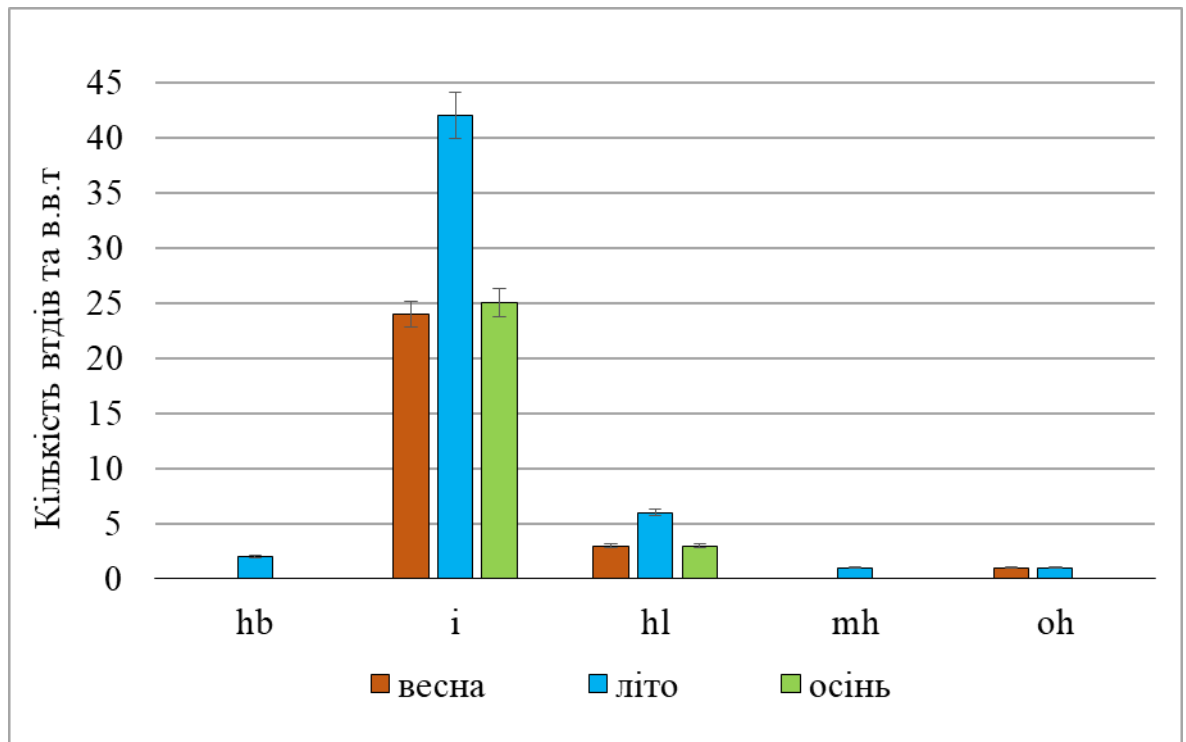


Рис. 3.13. Розподіл видів та в.в.т. водоростей, що є індикаторами галобності (солоності) (hb – галофоби, i – індиференти, hl – галофіли, mh – мезогалоби, oh – олігогалоби)

Навесні виявлено 28 видів, які є індикаторами солоності води. Серед них, 24 індиференти, це типові прісноводні види, які можуть інколи траплятись у солонуватих водах. 3 галофіли, що є власне прісноводними видами, які можуть витримувати незначне збільшення концентрації NaCl. 1

вид олігогалоб, що може існувати у прісноводних або солонуватих водоймах при солоності 0–5‰.

Влітку виявлено 52 видів, які є індикаторами солоності води. Серед них, 42 індиференти, це типові прісноводні види, які можуть інколи траплятись у солонуватих водах. 6 галофілів, що є власне прісноводними видами, які можуть витримувати незначне збільшення концентрації NaCl. 1 вид мезогалоб, що може існувати при солоності 5–20‰. 1 вид олігогалоб, що може існувати у прісноводних або солонуватих водоймах при солоності 0–5‰.

Восени виявлено 28 видів, які є індикаторами солоності води. Серед них, 25 індиферентів, це типові прісноводні види, які можуть інколи траплятись у солонуватих водах. 3 галофіли, що є власне прісноводними видами, які можуть витримувати незначне збільшення концентрації NaCl. Галофобів, мезогалобів та олігогалобів восени у водоймі не було виявлено.

Таким чином, за весь період дослідження у воді річки Іква було виявлено 2 види галофоби, 91 вид індиферент, 12 галофілів, 1 вид мезогалоб та 2 види олігогалоби. Найбільша кількість індиферентів, які є типовими прісноводними видами.

Відповідно до видів, які приурочені до певних зон самоочищення визначили класи якості води. Навесні, влітку та восени більшість видів належать до β – мезосапробної зони, що дозволяє віднести якість води р. Іква до 3 класу, «слабко забруднена» (рис. 3.14–3.16).

Навесні та восени частина видів представлена α -мезосапробною зоною, що свідчить про 4 клас якості води «брудна».

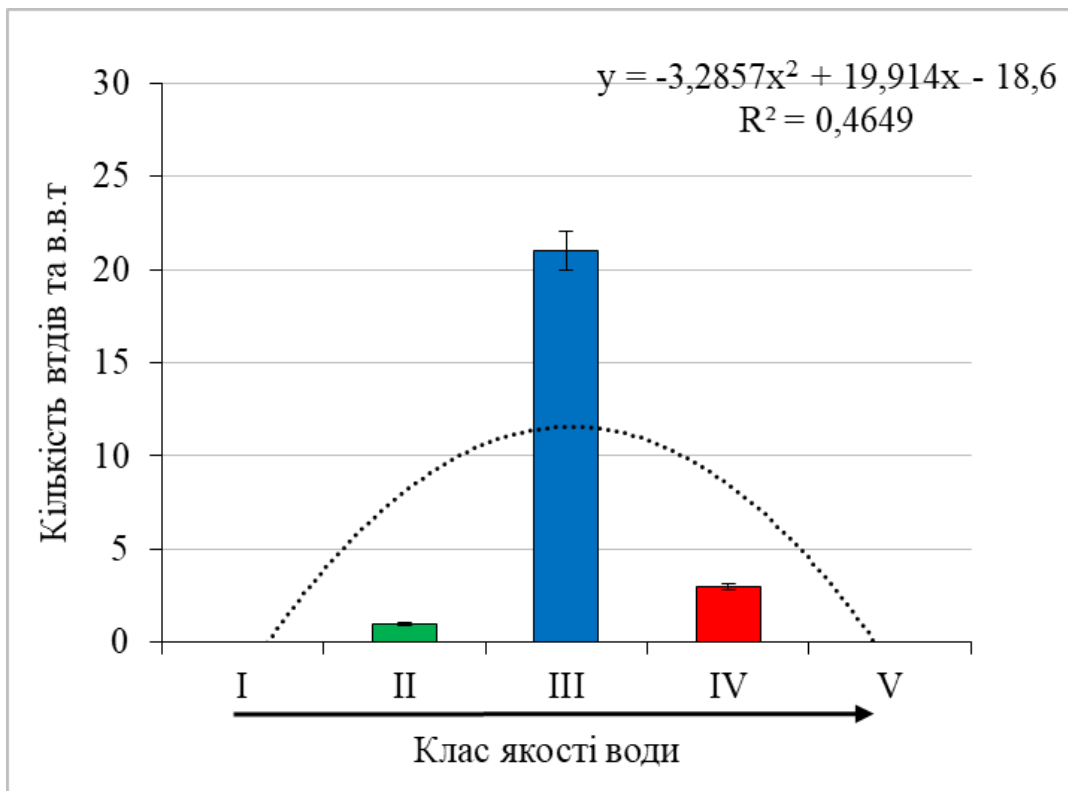


Рис. 3.14. Розподіл видів та в.в.т. водоростей, що є індикаторами якості води навесні

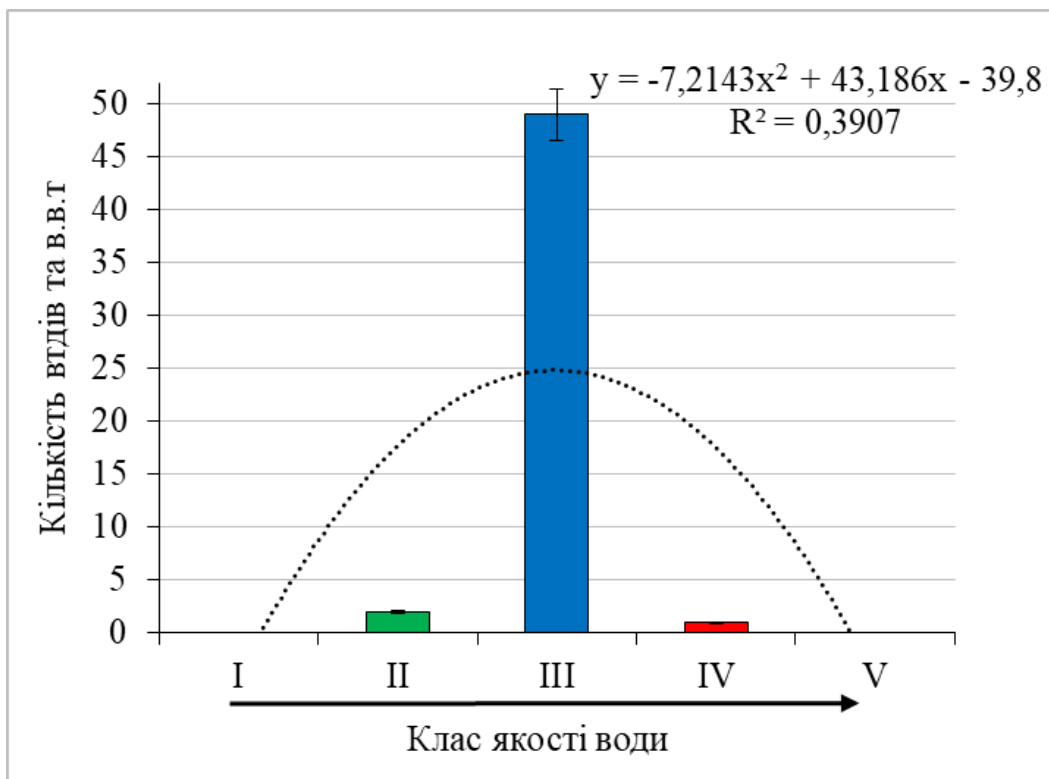


Рис. 3.15. Розподіл видів та в.в.т. водоростей, що є індикаторами якості води влітку

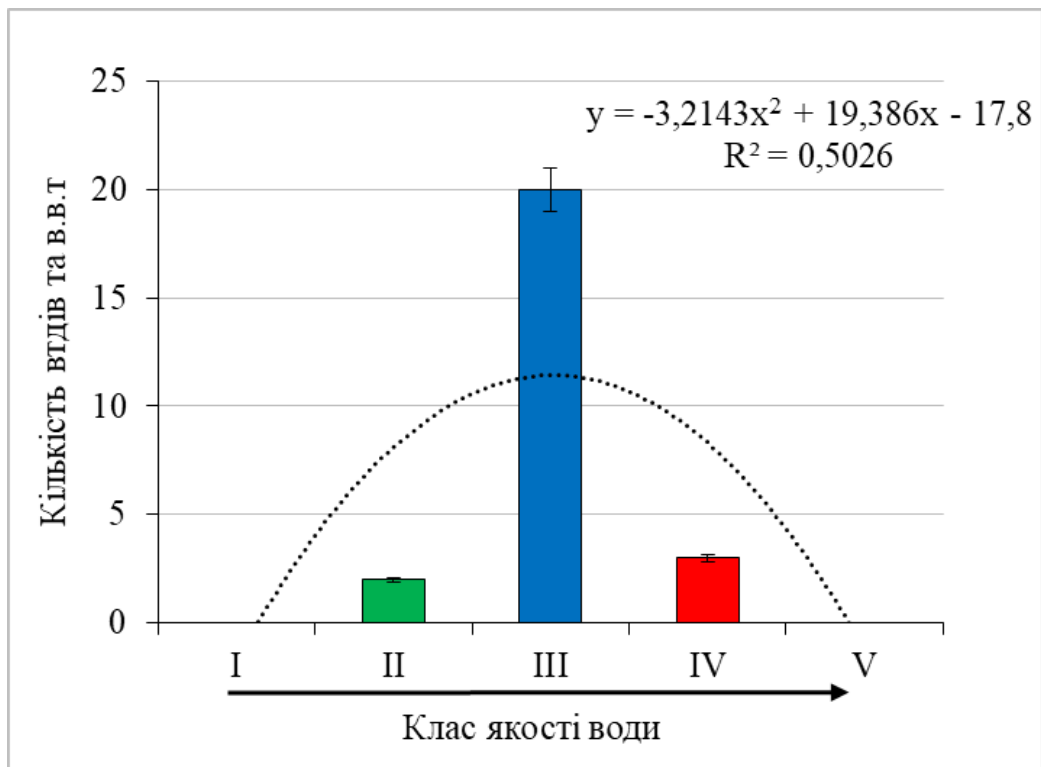


Рис. 3.16. Розподіл видів та в.в.т. водоростей, що є індикаторами якості води восени

Таким чином, вода р. Іква за рівнем забруднення за Пантле-Бук (в модифікації Сладечека) відноситься до 3 класу якості «слабко забруднена». За системою Ватанабе вода має помірний вміст органічних сполук оскільки домінують еврисапробні види.

ВИСНОВКИ ДО 3 РОЗДІЛУ

У фітопланктоні р. Іква навесні виявлено 51 вид. Влітку виявлено 151 вид. Восени кількість видів становила 73. Флористичне ядро формували представники відділів діатомових, зелених, евгленових та синьо-зелених. Індекс сапробності навесні становив 4,46, влітку 1,99, а восени 1,89.

Навесні виявлено 36 індикаторів місцезростань, влітку 72, а восени 37. Серед 32 видів за географічним поширенням навесні виявлено 30 видів космополітів, 1 бореальний та 1 аркто-альпійський. Серед 51 виду виявлених індикаторів за географічним поширенням влітку 42 види космополіти, 8 бореальних та 1 аркто-альпійський. Серед 31 виду виявлених індикаторів за географічним поширенням восени 28 видів космополіти, 2 бореальних та 1 аркто-альпійський. Індикаторами температурних умов навесні є 8 видів, влітку 11 видів та 7 восени. Найбільшу кількість індикаторів температурних умов виявлено влітку. Серед індикаторів сапробності навесні виявлено 25 видів, влітку 52 видів та 26 восени. Найбільша кількість видів індикаторів сапробності представлена β – мезосапробною зоною.

Навесні виявлено 14 індикаторів насиченості води киснем та реофільності (проточності), влітку 25 видів-індикаторів, а восени 18 видів. Видів-індикаторів швидкотекучих водойм з високим вмістом кисню не було виявлено. За весь період дослідження виявлено 7 видів-індикаторів стоячих водойм з низьким рівнем кисню, 49 видів-індикаторів повільнотекучих з середнім рівнем кисню та 1 вид, що є індикатором швидкотекучих водойм з високим вмістом кисню.

За весь період дослідження у воді р. Іква було виявлено 3 види ацидофіли, 42 види індиференти, 31 алкаліфіли та 8 видів алкалобіонтів.

Навесні виявлено 28 видів, влітку 52 видів, восени 28 видів, які є індикаторами солоності води. Серед них 2 види галофоби, 91 вид індиферент, 12 галофілів, 1 вид мезогалоб та 2 види олігогалоби. Навесні, влітку та восени більшість видів належать до β – мезосапробної зони, що дозволяє віднести якість воду р. Іква до 3 класу, «слабко забруднена».

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Правила техніки безпеки при відборі проб води

Загальні правила техніки безпеки на воді є однаковими. При відборі проб води потрібно враховувати особливості конкретної водойми. Наприклад, відбори проб на водосховищах, річках, озерах, ставках та кар'єрах значно відрізняються. Оскільки для визначення тих, чи інших показників водних екосистем враховуються: глибина, швидкість течії, температура води, пора року, можливість вільного руху об'єктом тощо. Крім того, потрібно мати спеціальні пристрої та пристосування які дозволяють без особливих зусиль та не порушуючи норм, відібрати з відповідної глибини потрібну кількість проб води, рослин, тварин, мікроорганізмів, льоду тощо. Дані пристрої та пристосування повинні відповідати меті відбору. Тобто повинні забезпечувати збереження всіх відібраних компонентів, не впливаючи на їх склад, гарантуючи виключення випадкового стороннього впливу (потрапляння механічних домішок, пошкоджень, окиснення в разі використання металевих контейнерів тощо). Від правильного відбору проб, у великій мірі залежить репрезентативність отриманих результатів. Для унеможливлення порізів рук і скляних засобів відбору, варто не прикладати надмірних зусиль для закривання, не ставити на жорстку занадто різко. Скляний посуд, який має видимі ознаки тріщини, пошкоджень – до роботи не береться і підлягає утилізації.

Правила безпеки на воді передбачають застосування спеціальних рятувних жилетів та рятувального спорядження. Зокрема це можуть бути певні канати, жердини які дають змогу перевірити глибину місця відбору, швидкість течії, наявність замулення. Порядок роботи, вибір місця і використання обладнання проводиться таким чином, щоб мінімізувати можливу небезпеку. Важливо не лише вміти плавати, а й користуватися водним транспортом - наприклад, човном. Особливо це важливо при відборі проб на річках, що мають швидку течію чи велику глибину. Під час відбору проб із човна, за великих хвиль – носок човна обов'язково ставиться проти

руху хвиль. Плавзасоби на водних об'єктах повинні своїми плавучими і ходовими якостями відповідати умовам використання на цих об'єктах.

Відбори проб на водних об'єктах забороняється проводити при поганих погодних умовах. Зокрема у густому тумані, під час грозових дощів та потужних вітрів та хвилюванні води. Допустимою нормою швидкості вітру вважає така, що не перевищує 5 м/с, а швидкість течії 2,5 м/с.

При відборі проб в період інтенсивних дощів, варто мати на увазі, що результати дослідження матимуть певну похибку. Оскільки дощі змінюють гідрохімічні показники якості води, здатні змінювати рН середовища та впливати на гідробіонтів (за умови, що не досліджується саме вплив дощу на гідроекосистему).

Під час відбору зразків льоду потрібно враховувати рівень промерзання льодяного покриву, забезпечити страховку, в жодному разі не відбирати самотійно, без присутності інших осіб. За використання буру для відбору льоду, потрібно розчистити льодяний покрив від снігу, розрахувати глибину з якої відбираємо, та чітко продумати шляхи транспортування великої кількості зразків та особливості їх збереження.

При відборі вищої водної рослинності потрібно очищати спеціальними щіточками намули та планктонні види, які проживають на рослинах. В іншому випадку показники хлорофілу, ферментативної активності будуть не достовірними.

Відбір проб фітопланктону на різних водоймах відрізняється. Якщо необхідно здійснити забір проб з річки використовують човен, щоб добратися до середини річки і відібрати проби на глибині 0,3–0,5 м. При цьому добре тримати рівновагу, оскільки температура води у весняний та осінній період доволі низька.

При відборі проб у водосховищі чи озері, проби відбирають не лише із середини а вибирають 3–4 ділянки від одного берега до іншого враховуючи глибину даного об'єкту. Обов'язковою умовою для подальшого транспортування та аналізу проб є їх консервування. Консерватори можуть

бути м'якими або жорсткими, тому при їх використанні необхідно обов'язково працювати в рукавицях. Найбільш прийнятним консерватором є формальдегід. Тому при роботі вимагається дотримуватися правил техніки безпеки, щоб ця речовина не потрапила на відкриті ділянки тіла. При консервуванні проб на визначення вмісту важких металів використовують кислоти (наприклад азотна), тому вдягають захисні рукавиці та маску.

При визначенні гідрохімічного складу води використовують різноманітні методики та підходи, які передбачають використання таких речовин як хлоридна та сірчана кислоти, гліколь, реактив Несслера, що несуть небезпеку для органів дихання, зору та можуть впливати на загальне самопочуття. В такому випадку потрібно обов'язково працювати в халаті, рукавицях, респіраторі.

Варто врахувати, що при роботі із хімічними реактивами можуть виникнути непередбачувані ситуації, тому необхідно мати засоби, які нейтралізують або пом'якшують ці впливи. Необхідна також наявність засобів надання першої допомоги.

Обов'язковою умовою під час проведення відбору є ведення постійного запису. Так, варто вказати основні дані, це – інформація про місце відбору і умови, під час яких це відбулося. Найкраще пронумерувати проби, використовуючи незмиваючі чорнила (перманентний маркер), вказати дату, час та номер проби. Продублювати ці записи у відповідному журналі, де більш детально описати умови відбору, координати створів, температуру води під час відбору, метод відбору. Якщо відбувалася фіксація проб – вказати які методи та реактиви застосовано. Варто врахувати, що для об'єктивного вимірювання показників видового багатства, чисельності та біомаси фітопланктону найкраще відбирати проби із 09.00 до 12.00 год.

При транспортуванні проб потрібно враховувати типи ємкості, упаковки, температуру навколишнього середовища тощо. Вибір ємкості для проб проводять таким чином, щоб вона не впливала на склад проби і не призводила до додаткового вторинного забруднення, захищала проби від

деформації тощо.

При транспортуванні ємкість повинна забезпечити незмінність температури проби, тобто володіти властивостями збереження певної температури.

Таким чином, дотримання правил техніки безпеки під час відбору проб допомагає отримати репрезентативні результати та убезпечити своє життя та здоров'я.

4.2. Надзвичайні ситуації гідрологічного спрямування

До ситуацій гідрологічного спрямування відносять: хвилювання водних об'єктів, надто ранній період льодоставу, підвищений або навпаки низький рівень води водного об'єкту, посуха, селі, затоплення значних територій, інтенсивний льодохід [22].

Селі природного походження – це паводки з великою концентрацією ґрунту, мінеральних часток, каміння, уламків порід, які несподівано виникають в руслах гірських річок внаслідок дощів, інтенсивного танення снігів, проривів завальних озер, обвалів, зсувів, землетрусів тощо.

Селевий потік – являє собою хвилю висотою 20 м, яка рухається ущелиною із швидкістю 10 м/с. Під час виникнення селевих потоків важливо дотримуватися наступних правил:

1. Залишити приміщення, якщо воно на шляху потоку та дістатись безпечного місця;
2. Надавати допомогу тим хто потрапив в селевий потік, використовуючи дошки, палки, мотузки тощо ;
3. Виводити людей з потоку лише в напрямку його руху, обережно зміщуючись до краю;
4. Побачивши селевий потік, що наближається, негайно підніміться з дна лощини;
5. Остерігайтеся механічних включень, які мають здатність розлітатися на величезні відстані [22].

Селеві потоки відносяться до швидкодіючих (катастрофічних) процесів, які раптово виникають і швидко проходять. Їх тривалість від десятків хвилин до декількох годин [19].

Перевищення рівня критичних позначок у річках для даної місцевості – називається паводком. Паводки утворюються внаслідок сильних, безперервних дощів, танення снігів тощо.

На гірських річках повинь виявляється не чітко, для них більш характерним є паводковий режим. Паводки не приурочені до певного сезону

року. Тривалість паводків – від декількох годин до декількох діб [19].

До надзвичайні ситуації гідрологічного спрямування належить і повінь – короткочасне затоплення суші в наслідок виходу річок з берегів. Крім природних факторів на гідрологічну ситуацію впливає антропогенна діяльність. Відомо, що ліси є засобом стримування та перерозподіл вологи, оскільки в залежності від порід здатні вбирати величезний масив води. Внаслідок зменшення площ лісів кількість повеней щороку зростає, що має катастрофічний вплив на екосистеми.

У сільськогосподарських районах повені супроводжуються ерозією землі, зниженням посівів та забрудненням місцевості. Тривалість повені змінюється від 10-15 днів на малих річках до 3-4 місяців на великих. На рівнинних річках повінь настає внаслідок сніготанення (весняна повінь), на гірських – унаслідок танення снігу (літня повінь) [19].

Під час повені варто пам'ятати наступні правила:

1. Щоб залишити місця затоплення, можна скористатися човнами, катерами та всім тим, що здатне утримати людину на воді;
2. У випадку, коли вже у воді, необхідно скинути верхній одяг та взуття, скористатись плаваючими поблизу засобами та дістатися безпечного місця [22].

Небезпека може виникати під час закупорювання русла нерухомим крижаним покривом та нагромадженням крижин під час весняного льодоходу. Це явище носить назву – затор.

Головними причинами утворення затору є:

1. Неодночасний початок льодоходу, коли роздроблений лід зустрічає на шляху ще не порушений крижаний покрив;
2. Значна швидкість течії води при льодоході (0,6-0,8 м/с і більше);
3. Руслові перешкоди (круті повороти, звуження, острови, зміна ухилу поверхні від великого до меншого) [22].

Заторні повені зазвичай виникають наприкінці зими або ж на початку весни. Вони характеризуються високим та порівняно короткочасним

підйомом рівня води в річці.

Особливо небезпечним природним явищем є снігова лавина. Внаслідок її виникнення відбувається руйнація урбоекосистем, а також магістралей. Виникнення снігових лавин відбувається раптово, тому передбачити час їх руху дуже важко. Проте, спрогнозувати шлях їх проходження можна за допомогою математичних розрахунків.

Під час снігової лавини необхідно пам'ятати декілька правил:

1. Побачивши сходження лавини, потрібно залягти за нерухомі об'єкти як то скеля, дерево, зігнутися в позу ембріона і спробувати перечекати сходження;

2. Якщо потрапили у лавину, потрібно зробити все можливе щоб опинитися зверху, а не під снігом, в гіршому випадку спробувати створити повітряних прошарок щоб мати можливість дихати.

Руйнівна здатність лавини пов'язана з великим тиском, який вона надає на перешкоди, що зустрічаються на її шляху. Величина тиску залежить від типу лавини, її розміру, швидкості руху та щільності снігу [22].

Таким чином, потрапляючи в надзвичайні ситуації гідрологічного характеру, необхідно знати основні правила поведінки, які допоможуть врятувати життя та здоров'я.

ВИСНОВКИ ДО 4 РОЗДІЛУ

Дотриманні правил техніки безпеки є обов'язковою умовою при відборі проб води. При цьому необхідно врахувати особливості певної водойми з якої власне і відбираються проби. Тому, необхідно знати орієнтовну чи точну глибини, швидкість течії, температуру повітря та води, та врахувати можливості вільного чи обмеженого руху водоймою. Дотримання прави безпеки та правильного відбору проб забезпечує репрезентативність отриманих результатів.

Порядок роботи, вибір місця і використання обладнання проводиться таким чином, щоб мінімізувати можливий негативний вплив. Дуже важливо при відборі проб вміти плавати та користуватися водним транспортом. Відбори проб на водних об'єктах забороняється проводити при поганих погодних умовах. Зокрема у густому тумані, під час грозових дощів та потужних вітрів та хвилюванні води.

Необхідно враховувати і ситуації гідрологічного спрямування відносять, до яких відносять хвилювання води, дуже ранній період льодоставу, повені, паводки, посуху, селі тощо. Знання особливостей проходження цих явищ та правил техніки безпеки дасть можливість вчасно зреагувати у небезпечних ситуаціях та зберегти здоров'я та життя.

ВИСНОВКИ

Фітопланктон використовують як індикатор стану гідроекосистем, оскільки він є зручним об'єктом дослідження та дозволяє проаналізувати спрямованість усіх змін. Він є автотрофною ланкою водойми, тому зміни впливають на весь ланцюг живлення. Завдяки індивідуальній чутливості видів різних відділів можна прослідкувати зміни рН середовища, сапробності, швидкість течії на насичення води киснем, солоність води, вміст органічних речовин та інші показники, які визначають загальний стан гідроекосистеми. Завдяки існуванню видів з великою толерантністю до забруднення відбувається можливість самоочищення водойми.

У фітопланктоні р. Іква навесні виявлено 51 вид. Серед них, 4 види Cyanophyta, 4 види Euglenophyta, 22 види Chlorophyta, 20 видів Bacillariophyta та 1 вид Dinophyta. Протягом літа було виявлено найбільшу кількість видів за весь період досліджень (151 вид). Серед них, 5 видів Cyanophyta, 14 видів Euglenophyta, 60 видів Chlorophyta, 65 видів Bacillariophyta, 3 види Dinophyta, 1 вид Cryptophyta та 4 Chrysophyta. Восени кількість видів становила 73. Серед них, 4 види Cyanophyta, 10 видів Euglenophyta, 25 видів Chlorophyta, 31 вид Bacillariophyta, 1 вид Dinophyta та 4 види Chrysophyta.

Навесні за численністю домінували представники відділу Chlorophyta, а за біомасою Bacillariophyta. Найбільшою чисельністю влітку характеризувалися представники зелених, а найбільшою біомасою види діатомових, динофітових та зелених. Найбільшою чисельністю восени характеризувалися представники зелених, золотистих та діатомових, а найбільшою біомасою види діатомових та динофітових.

Флористичне ядро формували представники відділів діатомових, зелених, евгленових та синьо-зелених. Співвідношення між цими відділами становило 116 : 107 : 28 : 13.

Найбільшу чисельність фітопланктону річки Іква зафіксовано весною, а найменшу восени. Зокрема, чисельність навесні становила 7070 тис. кл/дм³,

влітку 3054 тис. кл/дм³, а восени 719 тис. кл/дм³. Біомаса навесні становила 1,526 мг/дм³, влітку 2,151 мг/дм³, а восени 0,219 мг/дм³.

Індекс сапробності навесні становив 4,46, влітку 1,99, а восени 1,89.

Індекс Шеннона за чисельністю становив навесні 4,46 біт/екз., влітку 4,75 біт/екз., а восени 4,65 біт/екз. Індекс Шеннона за біомасою становив навесні 4,37 біт/мг, влітку 3,75 біт/мг, а восени 3,65 біт/мг. За індексом сапробності якість води р. Іква навесні оцінено як «дуже брудна», 5 клас, полісапробна зона. Влітку та восени якість води оцінено як «досить чиста», 2 клас, β -мезосапробна зона.

Космополіти навесні складають 94%, влітку 82% та восени відповідно 90%. Найбільшу кількість бореальних видів виявлено влітку.

Навесні виявлено 2 холодолюбні види, 5 помірного діапазону та 1 евритермний. Влітку зафіксовано виявлено 2 холодолюбні види, 57 помірного діапазону, 1 евритермний та 1 теплолюбний. Восени виявлено 2 холодолюбні види, 4 види помірного діапазону та 1 евритермний вид. Навесні виявлено 1 вид α - β – олігомезосапробної, 21 вид β – мезосапробної та 3 вид α -мезосапробної зони. У літній період виявлено 1 вид α -олігосапробної зони, 1 вид α - β – олігомезосапробної, 49 видів β – мезосапробної та 1 вид α -мезосапробної зони. Восени індикатори сапробності представлені наступними видами 2 α -олігосапробна зони, 1 α - β – олігомезосапробна, 20 β – мезосапробної та 3 вид α -мезосапробної зони.

Навесні виявлено 2 види індикатори стоячих водойм з низьким рівнем кисню, 12 видів, що є індикаторами повільнотекучих з середнім рівнем кисню та не виявлено жодного виду індикатора швидкотекучих з високим вмістом кисню. Влітку виявлено 3 види-індикатори стоячих водойм з низьким рівнем кисню, 21 вид, що є індикаторами повільнотекучих з середнім рівнем кисню та 1 вид, що є індикатором швидкотекучих водойм з високим вмістом кисню. Восени виявлено 2 види-індикатори стоячих водойм з низьким рівнем кисню, 16 видів, що є індикаторами повільнотекучих з

середнім рівнем кисню. Видів-індикаторів швидкотекучих водойм з високим вмістом кисню не було виявлено.

Навесні виявлено 1 вид ацидофіл, що є індикатором значення рН від 5 до 6, 10 видів індиферентів, які можуть жити у воді при значеннях рН 6–7, 9 видів алкаліфілів, що витримують значення рН 7–8 та 2 алкалобійнти, що існують при значеннях рН 8 і вище. Влітку виявлено 2 види ацидофіли, що є індикаторами значень рН від 5 до 6, 21 вид індиференти, які живуть у воді при значеннях рН 6–7, 12 видів алкаліфілів, що витримують значення рН 7–8 та 3 види алкалобійнти, що існують при значеннях рН 8 і вище. Восени виявлено 11 видів індиферентів, які живуть у воді при значеннях рН 6–7, 10 видів алкаліфілів, що витримують значення рН 7–8 та 3 види алкалобійнти, що існують при значеннях рН 8 і вище.

Навесні виявлено 24 індиференти, 3 галофіли, 1 олігогалоб. Влітку виявлено 42 індиференти, 6 галофілів, 1 вид олігогалоб. Восени виявлено 25 індиферентів та 3 галофіли.

Навесні, влітку та восени більшість видів належать до β – мезосапробної зони, що дозволяє віднести якість води р. Іква до 3 класу, «слабко забруднена». Навесні та восени частина видів представлена α -мезосапробною зоною, що свідчить про 4 клас якості води «брудна».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Барінова С.С., Медведєва Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив : PiliesStudio, 2006. 498 с.
2. Барінова С.С., Медведєва Л.А., Анисимова О.В. Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. Москва : ВНИИ природы, 2000. 150 с.
3. Білоус О.П., Барінова С.С., Клоченко П.Д. Біоіндикаційний аналіз верхньої ділянки річки Південний Буг за фітопланктоном // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Київ : Ніка-Центр, 2014. Т.1 (32). С. 76–88.
4. Вассер С.П., Царенко П.М. Разнообразие водорослей Украины. Киев : [б. и.], 2000. 310 с.
5. Вишневецький В.І., Косовиць О.О. Гідрологічні характеристики річок України. К.: Ніка-Центр, 2003. 324 с.
6. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області у 2019 році / Мінприроди України, Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Рівненській області. 243 с.
7. Дудник С.В., Євтушенко М.Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування: монографія. К.: Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2013. 297 с.
8. Козицкая В.Н. Изменение ростовых характеристик фитопланктона под влиянием светового и температурного факторов // Гидробиол. журн. 1990. Т. 26, № 6. С. 42–49.
9. Екологічний паспорт регіону. Рівненська область. Рівне: Рівненська ОДА, 2019. 112 с.
10. Зотов А. Порівняльний аналіз національних і європейських методик оцінки якості водного середовища за допомогою індикаторів фітопланктону. Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2014. Випуск 67. С.3–17.

11. Иванова Е.А., Кравчук Е.С., Колмакова О.В. Эколого-флористическая характеристика фитопланктона малых водоемов г. Красноярска (Россия) // Альгология. 2007. Т. 17. № 1. С.3–13.
12. Іква (притока Стиру). Електронний ресурс. Режим доступу: <https://cutt.ly/nhBNQqV>
13. Клименко М.О., Буднік З.М. Дослідження зміни якості поверхневих вод в басейні річки Іква // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер. : Сільськогосподарські науки. 2013. Вип. 2. С. 87–95.
14. Клименко М.О., Прищепя А.М., Статник І.І., Бедункова О.О., Буднік З.М. Особливості зміни гідрохімічного режиму р. Іква під дією антропогенної діяльності // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки. 2018. Вип. 1. С. 40–50.
15. Коваленко О.В. Хроококові водорості водойм Волинського та Житомирського Полісся // Укр. ботан. журн. 1984. Т. 41, № 3. С. 56–59.
16. Козицкая В.Н. Влияние температурного фактора на рост и размножение водоростей с различными типами пигментных систем // Гидробиол. журн. 1991. Т. 27, № 5. С. 62–70.
17. Кондратьева Н.В. Синьозелені водорості – Cyanophyta. Ч. 2. Клас Гормогонієві – Nostogoniophyceae. Київ : Наукова думка, 1968. 524 с. (Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. 1, ч. 2).
18. Кондратьева Н.В., Коваленко О.В., Приходькова Л.П. Синьозелені водорості – Cyanophyta. Ч. 1. Загальна характеристика синьозелених водоростей – Cyanophyta. Клас Хроококові – Chroococcophyceae. Клас Хамесифонові – Chamaesiphonophyceae. Київ : Наукова думка, 1984. 388 с. (Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. 1, ч. 1).
19. Корнєєнко С.В. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник. Київ, 188с.

20. Коршиков О.А. Підклас Протококові (Protococcineae). Вакуольні (Vacuolales) та Протококові (Protococcales). Київ : Вид-во Академії наук УРСР, 1953. 440 с. (Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. 5).
21. Костяев В.Я. Синезеленые водоросли и эволюция эукариотных организмов : монография. Москва : Наука, 2001. 126 с.
22. Левченко О.Г., Полукаров О.І., Зацарний В.В., Полукаров Ю.О., Землянська О.В. Охорона праці та цивільний захист: Підручник для студентів, які навчаються за спеціальностями галузей знань «Автоматизація та приладобудування» / За ред. О. Г. Левченка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 420 с.
23. Майстрова Н.В. Різноманітність фітопланктону Київського водосховища // Укр. ботан. журн. 2009. Т. 66, № 2. С. 220–233.
24. Мантурова О.В., Колесник Н.Л., Симон М.Ю. Фітопланктон окремих ділянок річки Нивки // Таврійський вісник науковий вісник. 2016. №96. С. 216–232.
25. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. Київ : ЛОГОС, 2006. 408 с.
26. Миничева Г. Г., Зотов А. Б., Косенко М. Н. Возможности использования методического аппарата морфофункциональной оценки водной растительности // Морской эколог. журнал. 2004. Т. 3. № 3. С. 78–94.
27. Миничева Г. Г., Зотов А. Б., Косенко М. Н. Методические рекомендации по определению комплекса морфофункциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности. Одесса: ОФИНБЮМ НАНУ, 2003. 37 с.
28. Музика Р.М. Вплив динаміки зволоження твердої фази органогенних ґрунтів басейну р. Іква на їх спрацювання // Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія :

- Грунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів. 2013. №1. С. 50–55.
29. Разнообразие водорослей Украины / [ред. С.П. Вассер, П.М. Царенко] // Альгология. 2000. Т. 10, №4. 309 с.
30. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П., Яцик А.В. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ : Символ-Т, 1998. 28 с.
31. Сиренко Л.А., Козицкая В.Н. Биологические активные вещества водорослей и качество воды. Киев : Наук. думка, 1988. 256 с.
32. Суходольська І.Л., Глінська С.О., Логвиненко І.П. Екологічна оцінка стану гідроекосистеми за видовим багатством фітопланктону // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки: зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2018. Вип. 2(82). С.48–57.
33. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР: учебное пособие. Киев : Вища школа, 1984. 334 с.
34. Топачевский О.В., Оксіюк О.П. Діатомові водорості – Bacillariophyta (Diatomeae). Київ : Вид-во Академії Наук УРСР, 1960. 412 с. (Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Вип. 11).
35. Хайлов К. М., Кавардаков С. А., Миничева Г. Г., Шмелева В. Л. Связь содержания хлорофилла, интенсивности фотосинтеза и роста с величиной удельной поверхности морских многоклеточных водорослей // Физиология растений. 1991. Т. 38. № 2. С. 346–351.
36. Халиуллини Л. Ю. Сезонная и межгодовая динамика фитопланктона в зависимости от меняющегося уровня режима Куйбышевского водохранилища // IX съезд Гидробиологического общества РАН: Тез. докладов. Т. 2. Тольятти, 2006. С. 219.
37. Хижняк М.І., Євтушенко М.Ю. Методологія вивчення угруповань водних організмів. Київ: Український фітосоціологічний центр, 2014. 269.

38. Холоденко В. С. Антропогенний вплив водокористувачів на стан річки Іква та його екологічний аспект // Географія та туризм. 2014. Вип. 27. С. 304–311. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/gt_2014_27_43
39. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев : Наукова думка, 1990. 208 с.
40. Щербак В.І. Методи досліджень фітопланктону // Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. Київ, 2002. С. 41–48.
41. Якубенко Б.Є., Царенко П.М., Алейніков І.М., Шабарова С.І., С.П. Машковська, Дядюша Л.М., Тертишний А.П. Ботаніка з основами гідроботаніки (водні рослини України). К.: Фітосоціоцентр, 2011. 535 с.
42. Cao Y., Williams D. D., Williams N. E. How important are rare species in aquatic community ecology and bioassessment? // *Limnol. Oceanogr.* 1998. № 43. P. 1403–1409.
43. Lyche Solheim A. L., Andersen T., Brettum P. et al. BIOKLASS – Klassifisering av okologiske status i norske vannforekomster: Forslag til aktuelle kriterier og forelopige grenseverdier mellom god og moderat okologisk status for utvalgte elementer og pavirkninger / Norsk institutt for vannforskning, Rapport LNR 4860. Oslo. 2004. P. 67.
44. Odum E. P., Kuenzler E. I., Dlund M. X. Uptake of F-32 and primary productivity in marine benthic algae // *Limnol. Oceanogr.* 1985. Vol. 3. P. 340–354
45. Pasztaleniec A. Phytoplankton in the ecological status assessment of European lakes – advantages and constraints // *Ochrona Srodowiska i Zasobów Naturalnych* 27(1). 2016. P. 26–36.
46. Redfield A.C. The biological control of chemical factors in the environment // *American Scientist.* 1958. № 46. P. 205–222.
47. Rosenberg G., Ramus J. Uptake of nitrogen and seaweed surface area // *Aquat. Bot.* 1984. Vol. 9. N 1–2. P. 65–72.

48. Solimini A. G., Cardoso A.C., Heiskanen A.S. Indicators and methods for the ecological status assessment under the Water Framework Directive. Ispra: Institute for Environment and Sustainability, 2006. 250 p.
49. Tsirtsis, G., Karydis M. Evaluation of phytoplankton community indices for detecting eutrophic trends in the marine environment // Environmental Monitoring and Assessment. 1998. Vol. 50. P. 255–269.
50. Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands // Netherlands Journal Aquatic Ecology. 1994. Vol. 28. P. 117–133.

ДОДАТКИ:

Додаток 1

Планктонні водорості



Рис. 1.1. Синьозелені водорості (Cyanophyta): *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek

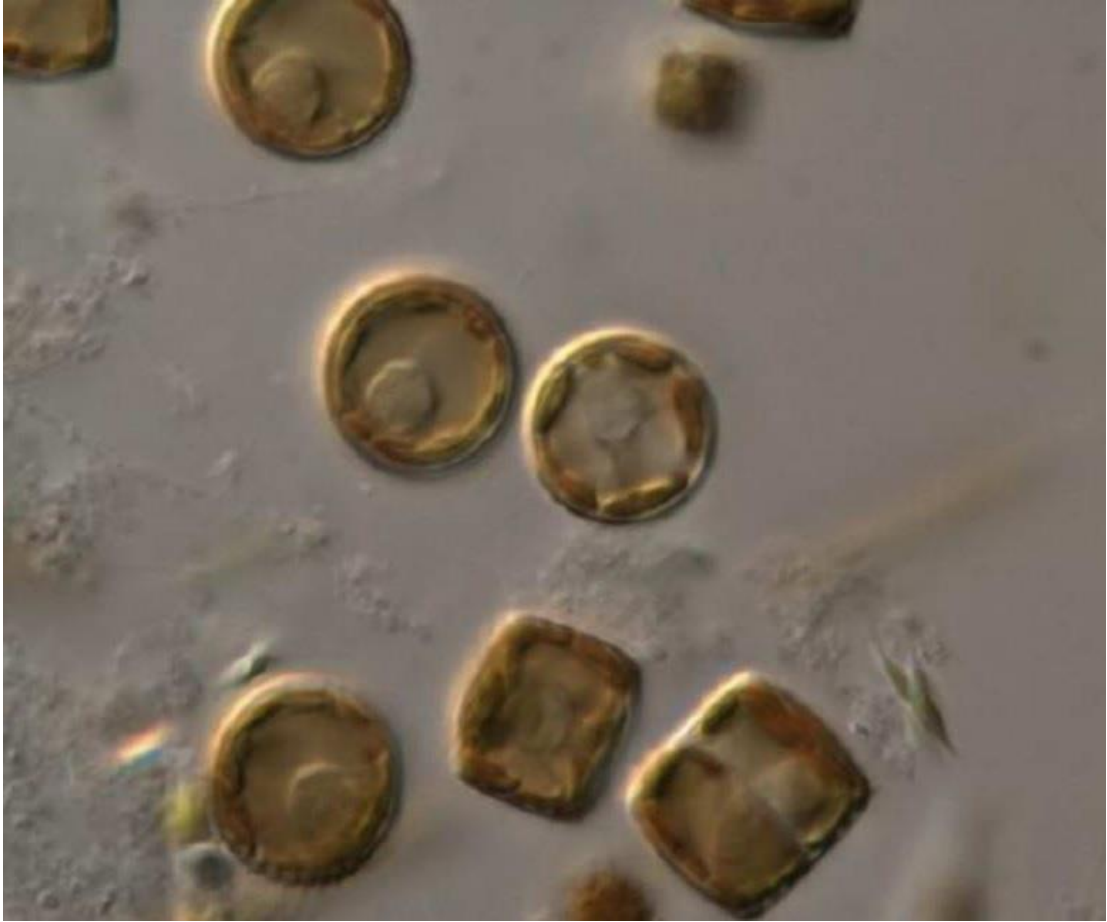


Рис. 1.2. Діатомові водорості (Bacillariophyta): *Stephanodiscus hantzschii* Grunow in Cleve & Grunow



Рис. 1.3. Зелені водорості (Chlorophyta): *Pediastrum duplex* Meyen var. *duplex*;



Рис. 1.4. Евгленові водорості (Euglenophyta): *Dinobryon divergens* Imhof;

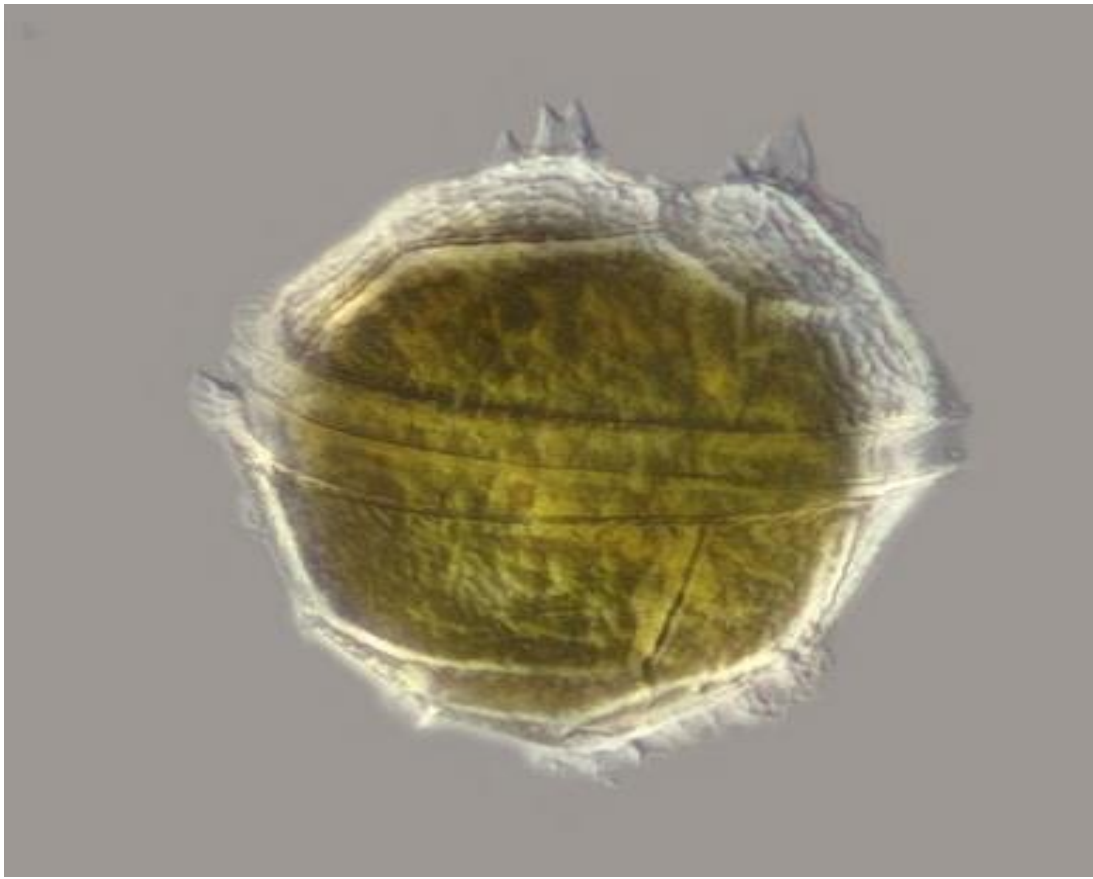


Рис. 1.5. Динофітові водорості (Dinophyta): *Peridinium latum* Pauls.

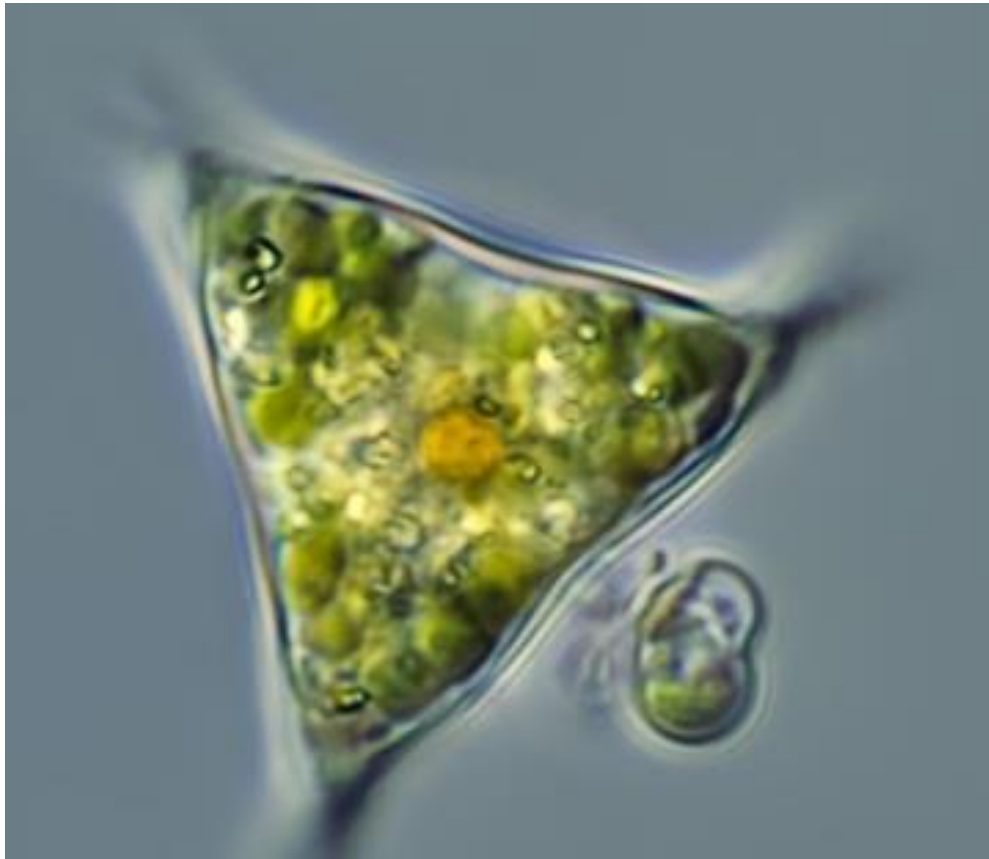


Рис. 1.6. Жовто-зелені водорості (Xanthophyta): *Tetraedriella limbata* Pascher