

Міністерство освіти і науки України
Департамент освіти і науки Дніпропетровської обласної держадміністрації
Департамент освіти Кам'янської міської ради
Комунальний заклад «Дитячий екологічний центр» Кам'янської міської ради

Науково-дослідницький проєкт
«Дослідження «цвітіння» води в річці Дніпро
в місті Кам'янське (продовження проєкту минулого року)»

(в рамках науково-освітнього проєкту
«Учителі та учні досліджують явище цвітіння водойм в Україні»)



Виконавець: Тютюнник Матвій В'ячеславович, вихованець гуртка «Ландшафтний дизайн з елементами комп'ютерного проектування» комунального закладу «Дитячий екологічний центр» Кам'янської міської ради, студент 3 курсу Кам'янського енергетичного фахового коледжу.

Керівники: Бабієва Тетяна Олегівна, керівник гуртка «Ландшафтний дизайн з елементами комп'ютерного проектування» комунального закладу «Дитячий екологічний центр» Кам'янської міської ради;
Кізенко Оксана Петрівна, методист комунального закладу «Дитячий екологічний центр» Кам'янської міської ради.

м. Кам'янське – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. Характеристика водного об'єкту.....	5
2. Причини, які могли викликати «цвітіння» водойми.....	6
3. Етапи, техніка та методика проведення дослідження «цвітіння» р. Дніпро.....	8
4. Опис виявленого збудника «цвітіння» водойми.....	15
5. Характеристика негативного впливу збудника «цвітіння» водойми на водну екосистему та здоров'я людини.....	17
6. Розробка способів уникнення явища «цвітіння» у річці Дніпро.....	18
7. Вивчення методів боротьби із масовим розвитком збудника «цвітіння» <i>Microcystis aeruginosa</i> у річці Дніпро.....	19
ВИСНОВКИ.....	21
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	22
ДОДАТОК.....	23

ВСТУП

Даний науково-дослідницький проєкт розроблений мною, Тютюнником Матвієм, вихованцем гуртка «Ландшафтний дизайн з елементами комп'ютерного проєктування» комунального закладу «Дитячий екологічний центр» Кам'янської міської ради, у співпраці з керівником Бабієвою Тетяною Олегівною та методистом закладу Кізенко Оксаною Петрівною. Він є продовженням мого дослідження, які я проводив у минулому році. А переді мною дослідження були започатковані у 2020 році вихованцями Кізенко Олексієм та Грудиною Тимуром у межах першого року впровадження науково-освітнього проєкту «Учителі та учні досліджують явище цвітіння водойм в Україні».

Тема науково-дослідницького проєкту: «Дослідження «цвітіння» води в річці Дніпро в місті Кам'янське (продовження проєкту минулого року)».

Місто Кам'янське Дніпропетровської області розташоване на берегах Кам'янського водосховища, у середній течії Дніпра, нижче греблі Середньодніпровської ГЕС, за 35 км на захід від м. Дніпро.

Зараз, в умовах військового стану, коли зруйнована Каховська ГЕС, екологи звертають увагу на значне погіршення стану навколишнього середовища, що приводить до порушення біологічної рівноваги.

Раніше, до повномасштабного вторгнення РФ на територію України, щорічно протягом весни та літнього періоду змінювався колір поверхні води в річки Дніпро та відчувався неприємний запах.

Актуальність науково-освітнього проєкту: одночасне комплексне вивчення водоростей-збудників «цвітіння» як джерела небезпеки водних об'єктів України та характеру цього процесу на національному рівні.

Мета проєкту: встановлення наявності «цвітіння» води та його характеру і вивчення домінуючого виду водорості, що спричинила зміну забарвлення води річки Дніпро в межах м. Кам'янське.

Об'єкт дослідження: річка Дніпро, **предмет дослідження:** планктонні мікроскопічні водорості, які масово розмножуються у поверхневому шарі річки, вивчення їх негативного впливу на водну екосистему та здоров'я людини.

Завдання науково-освітнього проєкту:

- обрати водойму з характерним явищем «цвітіння»;
- провести сезонне обстеження водойми для виявлення та зміни забарвлення води під час літнього періоду;
- зробити фотографії, які характеризують наявність явища «цвітіння»;
- використовуючи мікроскоп, визначити домінуючий вид мікроскопічних водоростей, які розвинулися у масовій кількості та спричинили зміну забарвлення води, і, як наслідок, призвели до «цвітіння» р. Дніпро;
- зробити мікрофотографії виявленого збудника «цвітіння»;
- оформити науковий проєкт;
- позначити на інтерактивній карті місця відбору проб води з річки Дніпро, в яких виявлено явище «цвітіння», прикріпити фотографії мікроскопічних водоростей;
- використовуючи отримані дані, змонтувати 3-х хвилинний відеоролик та розмістити його у соціальних мережах для популяризації результатів та підвищення громадської свідомості.

1. Характеристика водного об'єкту

Природним водним об'єктом в межах міста Кам'янського, обраним для дослідження, є річка Дніпро.

Дніпро – одна з найбільших річок Європи. Довжина Дніпра – 2201 км. Загальна площа басейну – 504 тис. км².

Басейн річки Дніпро є транскордонною системою: 20% його площі знаходиться на території рф, 23% – Республіці Білорусь та 57% – у межах України.

Бере початок на висоті 252 м над рівнем моря, різниця висоти витoku і гирла становить 220 м.

Район басейну Дніпра охоплює територію 19 областей України, їх 281 адміністративний район та повністю розташований у межах 6 областей України – Житомирської, Чернігівської, Полтавської, Дніпропетровської, Рівненської та Сумської.



Рисунок 1. Басейн р. Дніпро в межах України.

Дніпро – основне джерело водних ресурсів для України та головна водно-транспортна магістраль. Всього в басейні Дніпра збудовано 510 водосховищ.

В межах України довжина Дніпра становить 1121 км, площа басейну – 296,317 тис. км² (48% території України).

Загальна довжина р. Дніпро в межах Дніпропетровської області складає 261 км, в межах Кам'янського водосховища – 66 км.

2. Причини, які могли викликати «цвітіння» водойми

«Цвітіння» водойм – це інтенсивне розмноження мікроскопічних водоростей, унаслідок якого вода набуває зеленуватого відтінку.

З приходом весни повітря теплішає, температура води підвищується, і значна кількість водоростей піднімається у верхні шари водойми, де більше світла. У період активного розвитку вони насичують воду киснем, вітамінами та біологічно активними речовинами. Однак після відмирання ці водорості розкладаються, виділяючи токсичні сполуки, що приводить до погіршення якості води та становить небезпеку для живих організмів.



Рисунок 2. Зовнішній вигляд р. Дніпро
під час активного «цвітіння»
(13 липня 2025 року, м. Кам'янське).

Недостатній водообмін у водоймах стає однією з причин «цвітіння», адже в місцях зі слабкою проточністю утворюються застійні ділянки, де у водоростей з'являються сприятливі умови для розвитку.

Надмірна кількість сполук азоту, фосфору та органічних речовин, що потрапляють у воду, виступає додатковим живильним середовищем і також стимулює масовий ріст мікроскопічних водоростей.

Коли водорості накопичуються у верхньому шарі водойми, з'являється різкий неприємний запах, а концентрація розчиненого кисню зменшується. Це активізує анаеробні процеси, що можуть спричинити задуху риби та погіршення загального стану водної екосистеми.

Причинно-наслідкові процеси цвітіння води приведено на рисунку 3.



Рисунок 3. Причинно-наслідкові процеси цвітіння води.

Основні чинники, які сприяють «цвітінню» води у Дніпрі:

- підвищення температури води;
- зменшення швидкості течії внаслідок перетворення природного русла на систему водосховищ;
- скидання забруднених стічних вод промисловими та аграрними підприємствами м. Кам'янське, що містять сполуки нітрогену, фосфору, заліза, кремнію та органічних речовин;

– надходження фосфатів із господарсько-побутових стоків, які утворюються під час використання мийних засобів.

3. Етапи, техніка та методика проведення дослідження «цвітіння» р. Дніпро

Дослідницька робота проводилась протягом червня – вересня 2025 року поетапно. Я продовжував дослідження другий рік поспіль. Оновив ділянки для досліджень, а саме: обрав ділянку – пляж в районі міського річного порта (ділянка № 1) та залишив ділянку – стоянку човнів №1 в районі міста – Романково (ділянка № 2).

Перша досліджувана ділянка характеризується поточною водою, тоді як друга має застій течії. Порівняння цих двох локацій дає можливість на практиці проаналізувати, як саме швидкість течії впливає на накопичення водоростей та інтенсивність «цвітіння». Такий підхід дозволяє не лише побачити різницю, а й аргументовано довести залежність між гідрологічними умовами та розвитком водоростевої маси.

На **початковому етапі** роботи заповнив таблицю обстеження обраних ділянок, щоб задокументувати наявність ознак «цвітіння» та відібрати проби води. Це необхідно для подальшого визначення домінантного виду водоростей, що спричинили зміну забарвлення води.

Додатково зафіксував візуальні відмінності між ділянками, що допомогло глибше оцінити вплив умов водойми на розвиток мікроскопічних водоростей.

Таке порівняння дає змогу простежити, як зміна швидкості руху води формує різні умови для розвитку біологічних процесів у річці. На ділянках зі слабкою течією концентрація поживних речовин та мікроскопічних водоростей значно вища, що прискорює процеси «цвітіння».

Дослідження цих відмінностей допомагає краще зрозуміти механізм формування екологічних проблем у водоймах, а також підкреслює важливість постійного моніторингу стану річкових екосистем.

Отримані результати можуть бути корисними для подальших спостережень, освітніх проєктів та екологічної просвіти населення.



Рисунки 4, 5. Ділянки досліджень (фото ліворуч – ділянка № 2, праворуч – ділянка № 1).



Рисунки 6, 7. Ділянки досліджень
(№ 2 – із застійною водою, № 1 – з проточною, 13.07.2025 р.).

Таблиця 1

Частота відбору проб на ділянках досліджень

№ п/п	Дата відбору	Ділянки досліджень	
		Ділянка № 1 (пляж в районі міського річного порта)	Ділянка № 2 (стоянка човнів №1 в Романково)
1	06.06.2025	проба № 1	проба № 2
2	13.07.2025	проба № 3	проба № 4
3	24.08.2025	проба № 5	проба № 6
4	17.09.2025	проба № 6	проба № 6

Другий етап дослідження полягав у візуальному огляді водойми. Протягом літнього періоду проводилося спостереження за змінами кольору води на дослідних ділянках. Всі отримані дані систематизовані та занесені до таблиці для подальшого аналізу.

Спостереження дозволяють наочно оцінити стан водойми та зробити попередні висновки про вплив різних факторів на якість води.

Таблиця 2

Результати визначення зміни забарвлення води на дослідних ділянках

№ п/п	Дата спостереження	Інтенсивність цвітіння	
		Ділянка № 1	Ділянка № 2
1	06.06.2025	слабке	інтенсивне
2	13.07.2025	помірне	«гіперцвітіння»
3	24.08.2025	інтенсивне	«гіперцвітіння»
4	17.09.2025	помірне	інтенсивне

Зробив висновок: на ділянці № 2, яка розташована на відстані 5 км вище за течією від греблі Середньодніпровської ГЕС, спостерігається більш інтенсивне забарвлення води, ніж на ділянці № 1 біля моста у районі річного порту.



Рисунки 8, 9. Візуальне обстеження прибережної зони р. Дніпро
(ліворуч – ділянка №2, праворуч – ділянка №1).

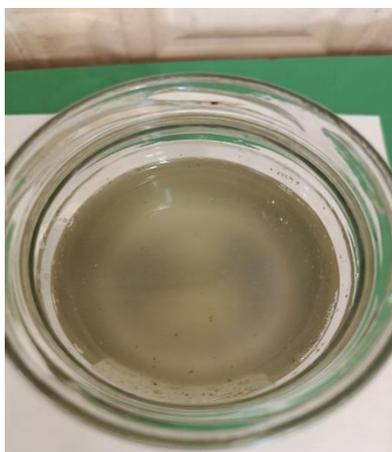
Третій етап полягав у безпосередньому спостереженні за станом водойми та відборі проб води. Під час роботи поряд зі мною завжди були керівник гуртка Тетяна Олегівна або методист Оксана Петрівна, які фіксували хід дослідження за допомогою фото- та відеозйомки. Ми суворо дотримувалися правил безпеки на водоймі. Перед кожним відбором проб я обов'язково взував гумові чоботи та надягав рукавиці, що забезпечувало безпечне та гігієнічне проведення дослідження.

Додатково варто зазначити, що такі спостереження дозволяють не лише збирати точні дані, а й розвивати навички практичної роботи та відповідальне ставлення до природи.



Рисунок 10. Готові до відбору проб води.

Відбір проб виконував в прибережній зоні з приповерхневого шару води. Зачерпував черпаком воду об'ємом 0,5 л і переливав у заздалегідь підготовлену скляну банку, яку ополіскував відбираємою водою.



Рисунки 11 – 14. Відбір проб води (ліворуч – з діл. № 2, праворуч – з діл. № 21).

Четвертий етап – транспортував проби води до Дитячого екологічного центру для вивчення їх під мікроскопом.

П'ятий етап – досліджував проби води під мікроскопом.

В роботі використовував мікроскоп «Біолам Ломо», схема будови якого наведена нижче.



Рисунок 15. Світловий мікроскоп

(фото ліворуч (з інтернета) – його будова, праворуч – мій робочий мікроскоп).

З відібраних проб для дослідження наносив краплю води на предметне скло піпеткою, накривав накривним скельцем і розглядав під мікроскопом.

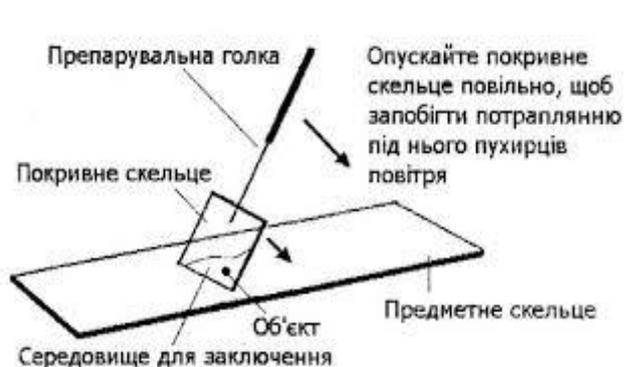


Рисунок 16 – 17. Техніка виготовлення тимчасового препарату.



Рисунок 18, 19. Шукаю та визначаю збудник «цвітіння» у р. Дніпро.

Відібрані проби води я досліджував в день відбору під мікроскопом зі збільшенням від 120х до 900х (згідно методичних рекомендацій до науково-освітнього проєкту).

Шостий етап полягав у визначенні виду домінантної планктонної мікроскопічної водорості, яка масово розвинулася та спричинила зміну кольору води, викликавши явище «цвітіння» річки Дніпро. Нею виявилася синьо-зелена водорість *Microcystis aeruginosa*.

Це дослідження дозволяє зрозуміти, які організми впливають на якість води та небезпечні для екосистеми й людини, адже такі водорості можуть виділяти токсини. Визначення домінантного виду є важливим кроком для прогнозування розвитку цвітіння та планування заходів із збереження чистоти водойми.



Рисунок 20, 21. Мікрофотографія синьо-зеленої водорості *Microcystis aeruginosa* (збільшення у 120х).

Зробив мікрофотографії збудника «цвітіння» (додаток А).

4. Опис виявленого збудника «цвітіння» водойми

Під час проведення досліджень було виявлено домінуючий мікроорганізм, відповідальний за явище «цвітіння» води в річці Дніпро – синьо-зелену водорість *Microcystis aeruginosa*. Її масове розмноження змінює колір води та може негативно впливати на екосистему, адже такі водорості здатні виділяти токсичні речовини, небезпечні для риб, інших водних організмів і людини. Визначення цього виду дозволяє краще зрозуміти причини цвітіння та розробляти заходи для збереження чистоти річки.

Таблиця 3

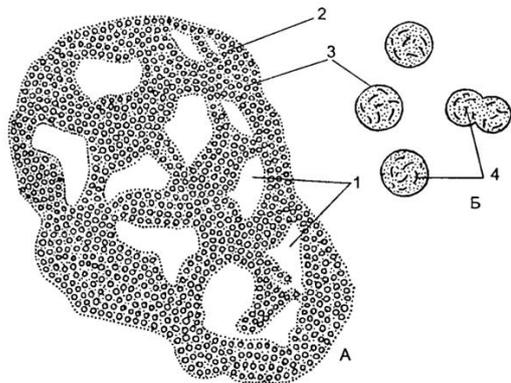
Опис синьо-зеленої водорості *Microcystis Aeruginosa*

Таксономічне положення	
Таксон	Значення
Царство	Бактерії
Тип	Ціанобактерії
Клас	Ціанобактерії
Порядок	Хроококкові
Родина	Мікроцистієві
Рід	Мікроцистіс
Вид	<i>Microcystis aeruginosa</i>

Microcystis aeruginosa – найвідоміший представник роду *Microcystis*. Колонії у цього виду від кулястих до ниткоподібних та неправильних, можуть бути суцільними або містити отвори, набуваючи в останньому випадку вигляду сітки.

Microcystis aeruginosa є небезпечним збудником «цвітіння» води у стоячих та повільно текучих прісних водоймах, особливо у рівнинних водосховищах.

В процесі життєдіяльності водорість виділяє токсини з групи гепатотоксинів (зокрема – мікроцистини), які є отруйними речовинами, що можуть призвести до захворювань та летальних випадків у тварин і людей.



А – загальний вигляд колонії;

Б – вегетативні клітини при великому збільшенні.

1 – перфорації;

2 – колоніальний слиз;

3 – вегетативні клітини;

4 – газові вакуолі.

Рисунок 22. Вигляд колонії *Microcystis aeruginosa* під мікроскопом (з інтернету).

У зимовий період колонії *Microcystis* («спороутворюючі» клітини) складаються переважно з поодиноких живих клітин, оточених великою кількістю мертвих клітин, захищених товстостінною оболонкою-капсулою. Протягом року їх кількість поступово збільшується, досягаючи максимуму до осені. Здебільшого ці клітини накопичуються на поверхні донного мулу, а активне розмноження починається лише навесні, коли температура води піднімається до 10–15 °С. Живі клітини починають ділитися, використовуючи як джерело органічних речовин продукти розпаду мертвих клітин. Коли цей ресурс вичерпано, клітини поглинають поживні речовини з води й піднімаються у товщу води.

Вчені вважають, що період занурення *Microcystis* на дно – своєрідний «спокій» – є закономірним і фізіологічно обумовленим процесом. Взимку, навіть якщо умови здаються сприятливими, водорості або значно сповільнюють свій ріст, або зовсім припиняють його, концентруючись на дні водойм і не здійснюючи фотосинтез. Це дозволяє припускати, що розмноження *Microcystis* визначається не лише зовнішніми факторами середовища, а й внутрішньою генетичною програмою.

Крім того, такі «зимові» стратегії забезпечують виживання водоростей у несприятливих умовах, коли температура низька і поживні речовини обмежені. Відкладення клітин на дно зменшує їхню вразливість до стресових факторів і дозволяє накопичити енергію для майбутнього весняного росту.

Дослідження поведінки *Microcystis* також показують, що процеси їх росту та колонізації строго регулюються внутрішніми механізмами, що можуть включати генетично запрограмовані цикли розвитку. Це пояснює, чому «цвітіння» річок відбувається досить передбачувано щороку у певні періоди.

Загалом, розуміння цих процесів важливе для прогнозування масового розмноження водоростей і розробки ефективних заходів щодо контролю цвітіння, що безпосередньо впливає на якість води та екологічний стан водойм.

5. Характеристика негативного впливу збудника «цвітіння» водойми на водну екосистему та здоров'я людини

«Цвітіння» води значно погіршує гідробіологічний стан водойми та спричиняє структурні порушення в її екосистемі. Масове розмноження ціанобактерій призводить до зниження вмісту кисню у воді, що стає причиною масової загибелі річкової риби. У риб при цьому порушується координація рухів, спостерігаються нервові явища, пригнічення дихання, а згодом настає загибель. Це завдає значної шкоди рибному господарству та зменшує запаси риби у водоймах.

На сьогодні відомо, що 46 видів ціанобактерій здатні продукувати токсичні метаболіти – ціанотоксини, які небезпечні для тварин і негативно впливають на здоров'я людей. Під час відмирання водоростей ці токсини виділяються у воду, де вони поглинаються планктоном і накопичуються у тілі риби. Токсини є стійкими і нелеткими: навіть у сухому вигляді вони зберігають отруйні властивості при нагріванні до 100°C.

Вживання отруєної риби або забрудненої води призводить до інтоксикації людини, що проявляється різноманітними симптомами: подразненням шкіри, шлунковими коліками, нудотою, блюванням, діареєю, високою температурою,

болями у горлі, м'язах і суглобах, а іноді – пухирями у роті та пошкодженням печінки. Купання у воді з високим вмістом ціанотоксинів може викликати алергічні реакції, включаючи астму, подразнення очей, висипи та пухирі навколо рота і носа. Високі концентрації токсинів також небезпечні для тварин, птахів і риб.

Особливу небезпеку для людини становить поверхнева плівка води, де концентрація токсинів найвища. Контакт із цією плівкою або її випадкове ковтання під час купання значно підвищує ризик отруєння. Таким чином, «цвітіння» води є серйозним екологічним та медико-санітарним ризиком, що потребує постійного моніторингу та заходів контролю.

Причинно-наслідкова схема:

1. Причини:

Масове розмноження ціанобактерій → Цвітіння води

Зниження кисню у воді

2. Наслідки для риби:

Порушення координації рухів

Пригнічення дихання

Масова загибель

3. Наслідки для людини:

Вживання отруєної риби → інтоксикація

Купання у забрудненій воді → алергічні реакції та подразнення

4. Для екосистеми:

Структурні зміни в екосистемі

Зменшення рибних запасів

Негативний вплив на тварин та птахів

6. Розробка способів уникнення явища «цвітіння» у річці Дніпро

Для зменшення негативного впливу на річку Дніпро необхідно скоротити скиди промислових стоків та побутових відходів, які містять значну кількість миючих засобів із фосфатами та нітратами. Важливим кроком є контроль і

зменшення надходження поживних речовин у воду шляхом ефективного управління системами очищення стічних вод та обмеження забруднення добривами, включно з гноєм, у сільському господарстві.

Для повноцінного очищення стічні води повинні проходити комплексну систему водоочищення, що включає п'ять основних етапів:

1. Механічне очищення;
2. Фізико-хімічне очищення;
3. Біологічне очищення;
4. Дезінфекція;
5. Зневоднення осаду.

Особливе значення має біологічне очищення, яке здатне зменшувати концентрацію сполук нітрогену на 30–40% та значно покращувати якість водойм.

Крім цього, важливо підтримувати належну проточність річки, щоб уникнути застійних зон, які сприяють цвітінню води. Це можна досягти без радикальних дій, таких як демонтаж каскаду гребель ГЕС: достатньо регулювати відкриття шлюзів на гідроелектростанціях і підтримувати постійний режим руху води, який виключає застійні явища.

Додатково ефективним заходом є використання мікробіологічних препаратів та вселення хлорели – зеленої водорості, яка інтенсивно виробляє кисень. Хлорела діє як природний органічний засіб поліпшення якості води, сприяючи зменшенню концентрації шкідливих речовин і створенню більш сприятливих умов для водної екосистеми.

7. Вивчення методів боротьби із масовим розвитком збудника «цвітіння» *Microcystis aeruginosa* у річці Дніпро

Найефективніший спосіб боротьби з цвітінням води – це механічне збирання мікроскопічних організмів за допомогою спеціальних катерів. Зібрану органічну масу можна повторно використовувати як добриво або застосовувати у виробництві паперу, картону, лаків та фарб. Ще один дієвий метод – зариблення водойм

рослиноїдними видами риб, такими як товстолоб, короп або білий амур. Ці види риб виконують роль природних меліораторів, активно споживаючи водну рослинність та водорості, що суттєво зменшує кількість зелених і синьо-зелених водоростей.

Крім того, для очищення водойм ефективно застосовують спеціальні біопрепарати, розроблені для безпечного знищення водоростей без шкоди для екосистеми. Такий комплексний підхід дозволяє не лише контролювати цвітіння, а й підтримувати здоров'я та біорізноманіття водойми.

ВИСНОВКИ

1. Було проведено сезонне обстеження річки Дніпро на правому березі у місті Кам'янське на двох ділянках: пляж біля міського річного порту (ділянка № 1) та стоянка човнів №1 у районі міста Романково (ділянка №2).

2. Виявлено помітну зміну кольору води, що свідчить про явище «цвітіння». Спостереження показали, що інтенсивність забарвлення залежить не лише від концентрації водоростей, а й від метеорологічних умов: температури води та напрямку вітру, який сприяє накопиченню біомаси ціанобактерій у навітряних частинах берегів.

3. Зроблено фотографії водойми, які наочно ілюструють явище «цвітіння».

4. Відібрано 8 проб води з обох дослідних ділянок для подальшого аналізу.

5. Проби були досліджені під мікроскопом, і встановлено домінування синьо-зеленої водорості *Microcystis aeruginosa*, представника фотосинтезуючих ціанобактерій.

6. Виконано мікрофотографії домінуючої водорості для детального вивчення її морфології.

7. Отримані матеріали використані для підготовки та оформлення даного проекту, що дозволяє наочно показати процес «цвітіння» та його особливості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Костіков І.Ю., Джаган В.В. та ін. Ботаніка. Водорості та гриби. Навчальний посібник. – Київ: 2004. – 213 с.
2. Щербак В.І. Методи досліджень фітопланктону / В.І. Щербак // Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. – К., 2002. – С. 41-47.
3. <https://moz.gov.ua/>
4. <https://gorod.dp.ua/news/134237>
5. https://www.rfbr.ru/rffi/ru/project_search/o_338835
6. https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_biology/1496/%D0%9E%D1%82%D0%B4%D0%B5%D0%BB

Мікрофотографії *Microcystis* (збільшення 120х)

