

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

**Кваліфікаційна робота
бакалавра**

на тему **ВПЛИВ АНТРОПОГЕННОГО ЧИННИКА НА КІЛЬКІСНИЙ
СКЛАД БАКТЕРІАЛЬНОЇ БІОТИ У ВОДИ РІЧКИ МОКРА МОСКОВКА**

**THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE
QUANTITATIVE COMPOSITION OF BACTERIAL BIOTA IN THE WATER
OF THE MOKRA MOSKOVKA RIVER**

Виконала: студентка 4 курсу, групи 6.1019

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми

Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування

_____ Тимошенко А.О.

Керівник _____ д.н.б. проф. Рильський О.Ф

Рецензент _____ доцент, доцент, к.б.н. Воронова Н.В.

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології, д.б.н., проф.

О.Ф. Рильський

« 16 » листопада 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Тимошенко Анастасії Олександрівни

1. Тема роботи Вплив антропогенного чинника на кількісний склад бактеріальної біоти у воді річки Мокра Московка.
керівник роботи Рильський Олександр Федорович
затверджений наказом ЗНУ від «06» лютого 2023 р. № 221-с
2. Строк подання студентом роботи «8» червня 2023 року
3. Вихідні дані до роботи дослідження річки Мокра Московка, характеристика змін у структурі та складі бактеріальної біоти та вплив людства на загальний стан водойми.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: Фізико-географічна характеристика басейну р. Мокра Московка; інвентаризація антропогенних чинників, що впливають на екосистему річки; характеристики бактеріальної біоти як біоіндикаторів стану гідроекосистем.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 6 таблиць, 9 рисунків.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ім'я, по-батькові та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Костюченко Н.І., к.б.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 16 листопада 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	лютий 2023	Виконано
2	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	березень 2023	Виконано
3	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	квітень 2023	Виконано
4	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту (таблиці, рисунки). Написання відповідного розділу роботи.	квітень – травень	Виконано
5	Оформлення кваліфікаційної роботи.	2023	Виконано
6	Передзахист роботи	червень 2023	Виконано
7	Рецензування кваліфікаційної роботи	червень 2023	Виконано

Студентка

А. О. Тимошенко

Керівник роботи

О. Ф. Рильський

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

Н. І. Костюченко

РЕФЕРАТ

У роботі 56 сторінки, 6 таблиць, 9 рисунків, було використано 46 літературних джерел, 3 із них іноземною мовою.

Об'єктом дослідження є: річка Мокра Московка.

Предметом дослідження є: бактеріальна біота р. Мокра Московка.

Методи досліджень: ретроспективного, критичного аналізу літературних джерел, аналізу статистичної інформації.

Метою кваліфікаційної роботи є: дослідження річки Мокра Московка, характеристика змін у структурі та складі бактеріальної біоти та вплив людства на загальний стан водойми.

БАКТЕРІАЛЬНА БІОТА, АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ, МОКРА МОСКОВКА, ЕКОСИСТЕМА

ABSTRACT

The work has 56 pages, 6 tables, 9 figures, 46 literary sources were used, 3 of them in a foreign language.

The object of the study is: the river Mokra Moskovka.

The subject of the study is: bacterial biota of the Mokra Moskovka River.

Research methods: retrospective, critical analysis of literary sources, analysis of statistical information.

The purpose of the qualification work is: the study of the river Mokra Moskovka, characterization of changes in the structure and composition of the bacterial biota and the impact of humanity on the general state of the reservoir.

BACTERIAL BIOTA, ANTHROPOGENIC INFLUENCE, MOKRA MOSKOVKA, ECOSYSTEM

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1 Особливості розташування басейну річки Мокра Московка.....	9
1.2 Рельєф та гідрологічні особливості	11
1.3 Клімат та ландшафти.....	12
1.4 Антропогенний вплив на якості вод та екосистеми річки.....	14
1.5 Можливості використання бактеріальної біоти в якості індикатора антропогенних змін.....	22
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	30
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	33
3.1 Антропогенний вплив на структуру бактеріопланктону, бактеріобентосу та бактеріоперифітону.....	34
3.2 Виявлення основних трендів динаміки кількісних та якісних показників бактеріальної біоти.....	42
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ...	46
ВИСНОВКИ.....	48
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	51

ВСТУП

Проблема якості води у сучасному світі не втрачає своєї актуальності у зв'язку з зростанням антропогенного преса на водні екосистеми і наростаючим дефіцитом чистої прісної води.

Малі річки міських територій формують основу водних ресурсів, використовуються у господарській діяльності та є основою природних ландшафтів.

Антропогенне навантаження на малі річки повсюдно є надмірним, погіршує ситуацію те, що саме малі водотоки через свої природні особливості мають менший потенціал до самовідновлення та стійкість до зовнішніх впливів.

Стан малих річок урбанізованих територій погіршується по всьому світі, ця проблема турбує спеціалістів різного профілю від екологів до лікарів. Проблеми моніторингу стану малих річок та розробки заходів щодо їх збереження та відновлення широко обговорюються на різних рівнях: науковцями, місцевими органами влади, громадськістю. Показано, що гідрохімічний моніторинг не завжди достатнім та інформативним. Дослідники сходяться у думці, що необхідним компонентом моніторингу стану гідроекосистем є біоіндикація.

Бактеріобіота, та її структурно-функціональна організація є чутливим індикатором зміни стану водойми, його трофності, ступеня забруднення побутовими та промисловими стоками, тощо.

Численними дослідженнями показано доцільність використання бактріопланктону та бактеріобентосу для моніторингу стану річкових екосистем разом із дослідженням інших груп організмів у рамках біоіндикаційних досліджень.

Малі річки басейну Дніпра становлять понад 90% його річкової мережі і несуть надзвичайно високе антропогенне навантаження. Запоріжжя є одним

з найбільш забруднених регіонів нашої країни. Досліджувана у цій роботі річка протікає безпосередньо територією Запоріжжя, тож зазнає значного антропогенного тиску.

Важливість дослідження бактеріобіоти річок населених пунктів має окрім наукового ще й значне прикладне значення. Поява у складі мікробного угруповання патогенних мікроорганізмів становить пряму реальну небезпеку здоров'ю та життю населення.

Метою кваліфікаційної роботи є: дослідження річки Мокра Московка, характеристика змін у структурі та складі бактеріальної біоти та вплив людуства на загальний стан водойми.

Під час написання роботи було поставлено та виконано наступні завдання:

- 1) охарактеризувати фізико-географічна характеристика басейну р. Мокра Московка;
- 2) провести інвентаризацію антропогенних чинників, що впливають на екосистему річки;
- 3) оцінити сучасний стан екосистеми р. Мокра Московка на основі наявних літературних даних;
- 4) дати характеристики бактеріальної біоти як біоіндикаторів стану гідроекосистем;
- 5) охарактеризувати склад та структуру бактеріальної біоти р. Мокра Московка;
- 6) виявити тенденції у динаміці якісних та кількісних показників бактеріальної біоти річки.

Об'єктом дослідження є: річка Мокра Московка.

Предметом дослідження є: бактеріальна біота р. Мокра Московка.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Особливості розташування басейну річки Мокра Московка

Річка Мокра Московка є лівою притокою Дніпра і найбільшою малою річкою Запорізької області (довжина в межах міста становить 17 км). Річка протікає територією Запорізької області і на нижній ділянці, довжина якої становить близько 1 км, протікає щільно забудованою частиною Запорізької області [32].

Гирлова ділянка русла р. Мокра Московка довжиною 2,6 км від гирла до залізничного мосту Запоріжжя-1 – Запоріжжя-2 пролягає по території Олександрівського та Комунарського районів м. Запоріжжя.

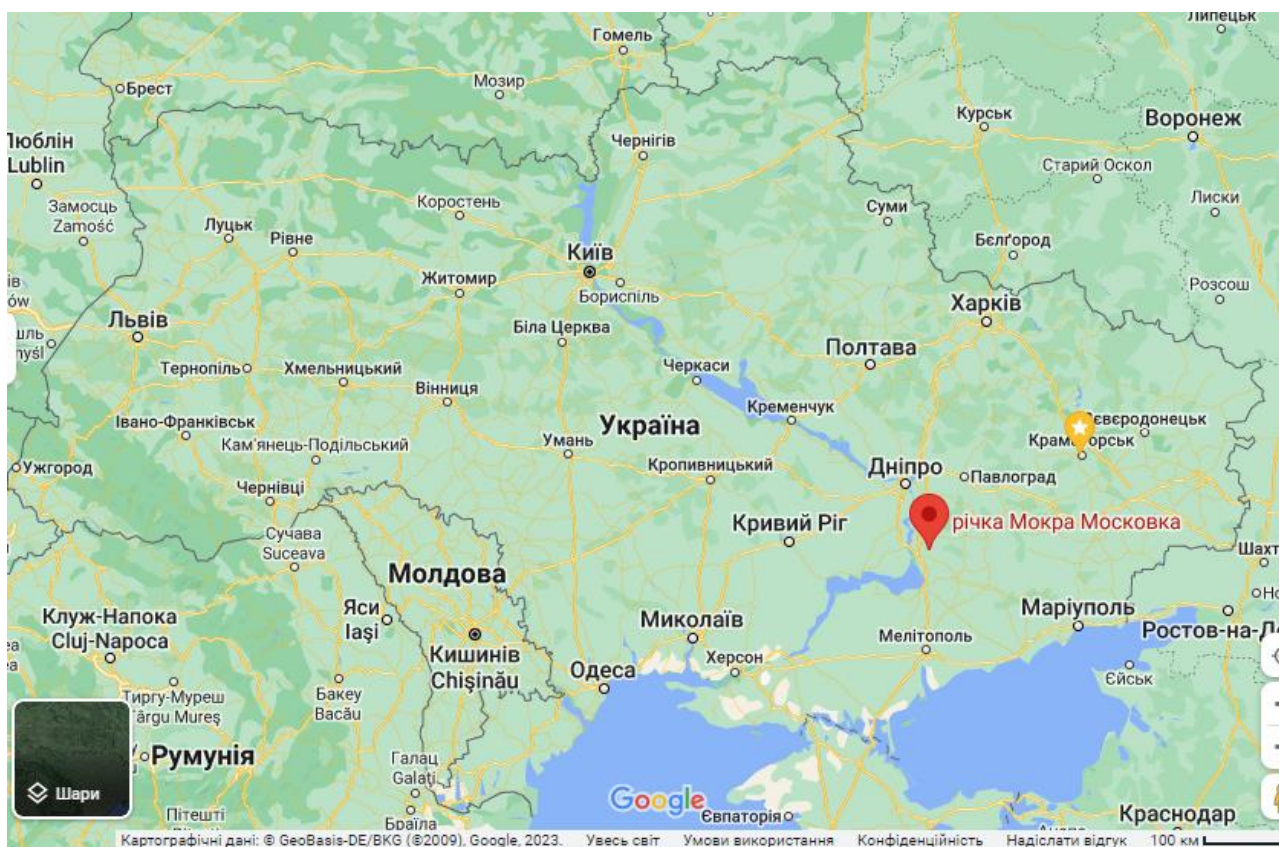


Рисунок 1.1 – Розташування р. Мокра Московка на мапі України



Рисунок 1.2 – Положення витoku та гирла річки Мокра Московка

Мокра Московка бере початок на південь від села Райське. Тече спершу на північний захід, далі — переважно на південний захід. У пониззі тече територією міста Запоріжжя впродовж 7 км і впадає у Дніпро біля парку «Дубовий Гай» (рис. 1.1, 1.2).

Сучасна глибина ріки Мокра Московка складає від 0,5 до 1,5 м при замуленні русла у верхів'ї 0,5-1,2 м, в середині течії 0,2-0,5 м та в нижній течії 0,1-0,8 м. Швидкість течії в середньому становить 0,1-0,2 м/с, але не перевищує, 0,4 м/с. Заростання русла у верхів'ї очеретом звичайним складає близько 30%, а в середній та нижній течії – 10-25% відповідно.

Для річки характерними є донні осади у вигляді піщанистих мулів. Вода нар. Мокра Московка каламутна, містить багато завислих речовин, характерних для зливових і різних стічних вод, які потрапляють у водотік, стікаючи з великих засмічених територій приватної житлової забудови міста

На трикілометровій ділянці гирлової частини річка знаходиться у підпорі Каховського водосховища, що негативно впливає на її гідрологічний режим, знижує швидкість водяного потоку чим сприяє виникненню застійних явищ. найбільшою з малих річок міста Запоріжжя є Мокра Московка (лівий

приток р. Дніпро). Її водозбірна площа складає 457 км², довжина – 62 км, а в межах міста близько 11 км.

1.2. Рельєф та гідрологічні особливості

У тектонічному відношенні територія Запорізької області розташована на стику двох регіональних структур: південно-східної частини Українського кристалічного щита (УКЩ) та північно-східної частини Причорноморської западини. Досліджувана річка розташована в межах області архейської складчастості Середньопридніпровського блоку Східно-Європейської платформи. У басейні річки розвідані корисні копалини граніту та коаліну.

Мокра Московка являє собою типову малу річку. Великі площі зазнали заростання. Характер потоку мінливий, присутні як практично застійні ділянки, так і перекати. Уздовж берегів розвинені зарості очерету й осок, у масі трапляються кушир і нитчасті водорості. Глибина річки 0,5-3 м, дно здебільшого кам'янисте, в деяких місцях з високим вмістом донних мулистих відкладень [7, 22].

Швидкість течії в середньому становить 0,1-0,2 м/с, але не перевищує 0,4 м/с. Похил річки 1,8 м/км. Є невеликі водоспади. Живлення мішане з переважанням снігового. Льодостав від кінця грудня до серед. березня. Вода сульфатна кальцієво-натрієва, мінералізація від 0,5 г/дм³ у період водопілля до 2,0–2,5 г/дм³ у меженний період [42]. Для територій, прилеглих до річки характерною проблемою є підтоплення. На території м. Запоріжжя підтоплені 15 ділянок загальною площею 656,5 га, підтоплено 1838 будівель с. Леваневське, будівлі вздовж рр. Суха та Мокра Московка.

Загальна мінералізація вод річки у період 1990- 2015 рр. становила 1432 мг/дм³, що за класифікацією О.О. Алекіна відносить води до солонуватих. У воді р. Мокра Московка домінує нітратна форма азоту [33].

Вміст головних іонів та загальна мінералізація річкових вод, за 1990-2015 рр., мг/дм³ [5].

Таблиця 1.1 – Вміст головних іонів та загальна мінералізація вод р. Мокра Московка за 1990-2015 рр., мг/дм³ [35, 41]

Річка-пост	HCO ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
Мокра Московка	331	386	281	192	75	167

1.3. Клімат та ландшафти

Клімат Запорізької області можна віднести до помірно-континентального з яскраво вираженими сухими та вологими явищами. Однак вона має найм'якший клімат з усіх степових регіонів України, що пояснюється близькістю до Азовського моря. Клімат атлантико-континентальний, з вираженими сухими вітрами влітку й особливо лютими вітрами в деякі роки[22]. Літо тепле, зазвичай триває близько п'яти місяців, спочатку травня до початку жовтня. Зими помірно м'які, часто без постійного снігового покриву. Середня кількість снігу становить 14 см, максимальна 35 см. Середньорічна температура становить +9,0°C, середня температура липня +22,8°C, середня температура січня - 4,9°C.

Басейн р. Мокра Московка характеризується більшим зволоженням та середнім рівнем сонячної радіації у порівнянні з іншими територіями Запорізької області. Тут з кінця квітня по жовтень температура вище 10°C в сумі досягає 3000-3100°C. Опадів за цей же період випадає 232-250 мм, а без морозний період триває 160-175 днів на рік. У цих регіонах весняні заморозки закінчуються в середньому наприкінці квітня, але іноді спостерігаються в другій декаді травня. Осінні заморозки бувають у

середньому в другій половині жовтня. Слабкі та середньої інтенсивності суховії спостерігаються щорічно [12].

Басейн р. Мокра Московка простягається в межах Кінсько-Ялинської низовинної області, що входить до складу Лівобережнодніпровсько-Приазовського краю. Ландшафтна структура області представлена привододільно-рівнинними, яружно-балковими, схиловими, терасними і заплавними місцевостями (Рис. 1.3). У ґрунтовому покриві переважають звичайні малогумусні чорноземи (в т.ч. змиті). Рослинний покрив області представлений різнотравнотипчаково-ковилковими формаціями (збереглися переважно на схилах балок).

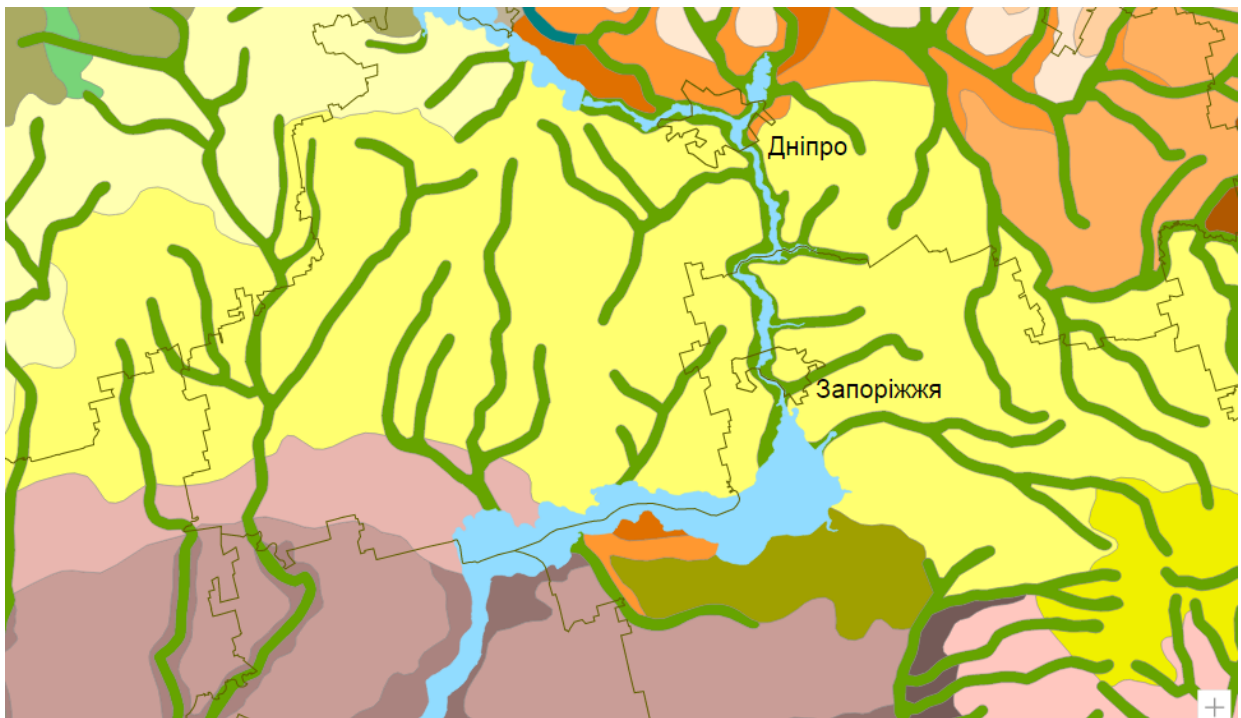


Рисунок 1.3 – Просторовий розподіл природних ландшафтів басейну Середнього Дніпра

Мокра Московка розташована в межах степової зони, природні ландшафти представлені зональним варіантом північно-степових рівнинних ландшафтів, а зональні елементи представлені плавневими, лучно-степовими, солонцюватого-солончаковими ландшафтами. Степовий ландшафт регіону сформувався в посушливому, помірно-континентальному, але відносно теплому кліматі. Топографічно місцевість переважно плоска з лісовими

рівнинами, у межах яких широко розповсюджені водно-ерозійні форми рельєфу (долини, яри та степові передгір'я) [22].

Ґрунти представлені чорноземами звичайними малоґумусними на лесових породах. Рослинний покрив представлений низькотравними засоленими луками [1].

Склад гідробіонтів річки вивчено непогано. Зоопланктон представлено 89 видами, серед яких представники [35]. У складі донної мікрофауни обстеженої акваторії річки Мокра Московка всього виявлено 35 видів безхребетних організмів, які належать до 8 систематичних груп, 21 вид донних безхребетних тварин, які належать до 10 систематичних груп. Найбільшим видовим різноманіттям характеризувались червононогі молюски/

Таким чином, р. Мокра Московка являє собою типову малу річку. Великі площі зазнали заростання. Характер потоку мінливий, присутні як практично застійні ділянки, так і перекати. Уздовж берегів розвинені зарості очерету й осок, у масі трапляються кушир і нитчасті водорості. Глибина річки 0,5-3 м, дно здебільшого кам'янисте, в деяких місцях з високим вмістом донних мулистих відкладень. Річка є малою, місцями пересихаючою водоймою.

1.4 Антропогенний вплив на якість вод та екосистеми річки

Основними напрямками антропогенної трансформації гідроекосистеми р. Мокра Московка є зарегулювання та випрямлення русла, забруднення мінеральними речовинами, органічне забруднення, фізичне забруднення. Всі ці види антропогенного впливу є характерними для малих річок урбанізованих зон.

Майже по всій довжині русла річка протікає в межах забудови, виток розташовано у сільській забудові, нижня третина розташована у межах м. Запоріжжя (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Просторовий розподіл забудов вздовж русла р. Мокра Московка

Русла малих річок місцями спрямлені і проходять штучними каналами(колекторами), перетинаються інженерними комунікаціями, переходами трубопроводів і мережею примітивних пішохідних мостів (рис. 1.5).



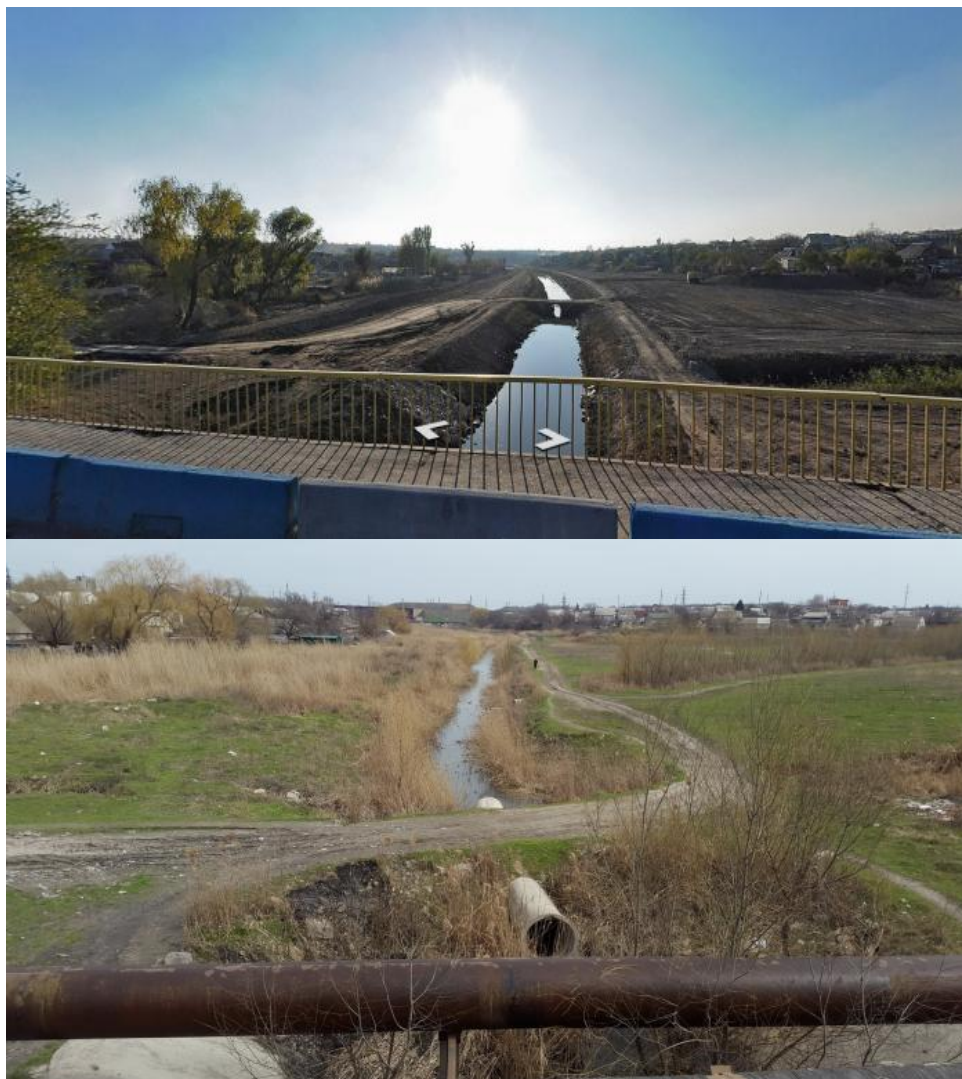


Рисунок 1.5 – Фото інженерних споруджень на р. Мокра Московка

Гирло цього невеликого каналу за час свого існування значною мірою замулилося і перебуває в поганому стані. Це відбувається через підпір рівня води в Каховському водосховищі та добові коливання рівня води в Дніпрі, які призводять до зворотної течії водних мас і спричиняють застій на цій ділянці русла. Крім того, скидання міських зливових стоків є основним джерелом суспензій, сміття та забруднювальних речовин у руслі річки. Русло річки заросло звичайним очеретом у верхній течії та на 10-25% у середній і нижній течії відповідно.

На 3-кілометровій ділянці в гирлі річка лежить нижче Каховського водосховища, яке фактично є басейном численних промислових і каналізаційних стоків заводів, підприємств і житлових районів Запоріжжя.

Заплава річки розорана до урізу води на заболочені ділянки, зайнята городами і дачами, іздебільшого захарашена будівельними відходами та побутовим сміттям. Охоронні зони водотоків не визначені і не дотримуються. Річки в районі втратили здатність до самоочищення [7].

Русло малої річки місцями випрямлене і проходить у штучних водоводах (каналізація) або його перетинає мережа інженерних комунікацій, трубопереїзди і примітивні пішохідні містки. Багато з цих споруд було збудовано без проекту, що призвело до підпірних вод, сильних паводків і затоплення житлових районів під час повеней. Унаслідок господарської діяльності сміття, зібране на заплавах і біля будинків, змивається в гирло водотоку. Основними причинами замулювання малих струмків є "самозахоплення" та будівництво садів, дач і гаражів у заплаві, а також скидання неочищених або погано очищених стічних вод. [8].

За даними Департаменту екології та природних ресурсів Запорізької обласної адміністрації [44] водовикористання вод р. Мокра. Московка становить 0,018 млн. м³ на рік, водовідведення у поверхневі водні об'єкту 2,273 млн. м³, з них 0,341 млн. м³ забруднених вод. Поверхневі води р. Мокра Московка характеризуються суттєвим забрудненням, за значенням трофосапробіологічного індексу річка займає друге місце у басейні Дніпра, але значення індексу (3,7) нижче за поріг задовільного стану. Річка Мокра Московка є приймальником стічних вод (Це промислові та комунальні підприємства потужних конгломератів, таких як Запоріжжя (Гідрохімічна обсерваторія розташована в місті). За показником індексу специфічних показників токсичної дії ІЗ поверхневі води відповідають задовільному стану.

Для відновлення природного руслового перерізу річки Мокра Московка і видалення забруднених відкладень було знято верхній шар відкладень (в основному мул і стоки з урбанізованих водозборів) на дні річки. За нашими даними, товщина мулових відкладень у річці в межах міської території подекуди сягає 1,0-1,5 метра. Для поліпшення екологічного

стану та видалення мулових відкладень з річки Мокра Московка в межах міста в період з 2004 по 2013 роки проводилося очищення русла річки. Згідно з даними, товщина мулових відкладень у річці місцями сягає 1,0-1,5 метра.

Середньорічні показники якості води в р. Мокра Московка відповідно до результатів дослідження Департаменту захисту довкілля в Запорізькій області (Рис. 1.6). Оцінка якості поверхневих вод ґрунтувалася на аналізі інформації щодо відповідної гранично допустимої концентрації (ГДК) та гідрологічних показників у порівнянні з фоновими значеннями.

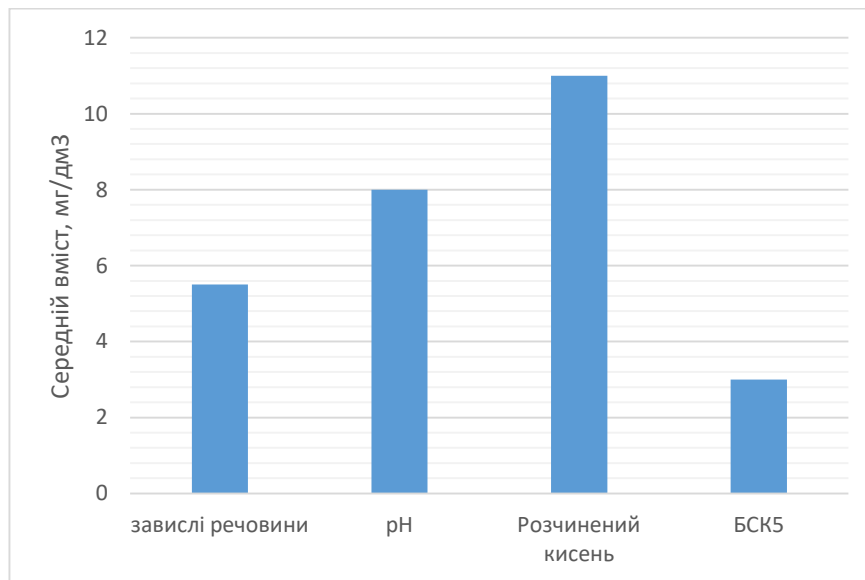


Рисунок 1.6 – Середньорічні показники якості води в р. Мокра Московка 2 км вище гирла (за даними [45])

Згідно з результатами Запорізького обласного центру з гідрометеорології, найзабрудненішими (рівні забруднення 1 і 2) є річка Дніпро, Дніпровське та Каховське водосховища, річки Молочна, Мокра Московка, Обиточна, Берда, Лозуватка [24].

Згідно оцінок Водної ініціативи плюс Європейського Союзу для країн Східного партнерства (ВІСС+) станом на 2021 р. на основі гідрологічних та гідробіологічних показників екологічний стан водойм басейну Дніпра оцінюється за декількома класами (Рис. 1.7). Стан річки Мокра Московка та прилеглих малих водотоків оцінено як “moderate -bad”.

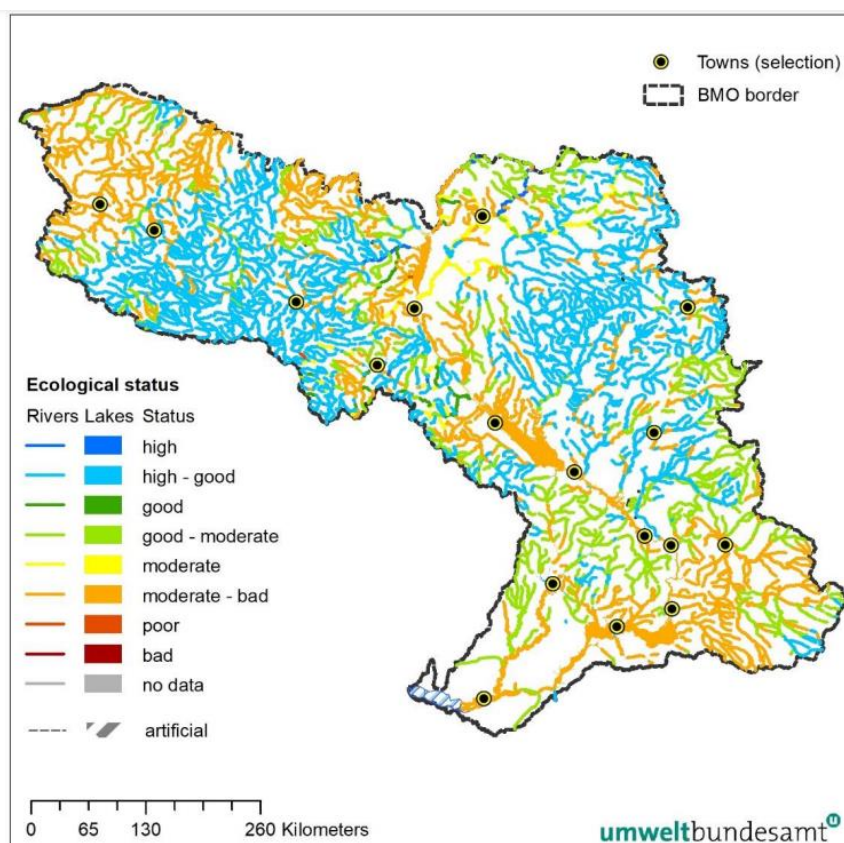


Рисунок 1.7 – Розподіл водойм з різним екологічним статусом у басейні Дніпра [41]

Фізико-хімічні показники води р. Мокра Московка характеризуються тенденцією сезонного впливу. Взимку, порівняно з іншими порами року, спостерігається тенденція росту показників загальної твердості та вмісту хлоридів. Для весни характерна стабільність показника активної реакції, підвищення концентрації нітратів та нестабільність показників хімічного споживання кисню. Літом підвищується показник хімічного споживання кисню, спостерігається нестабільність показників загальної твердості та вмісту хлоридів. У цей період помітна тенденція збільшення нітратів. Восени характерна загальна нестабільність усіх контрольованих фізико-хімічних показників води р. Мокра Московка обумовлена як природно-кліматичними факторами, так і антропогенними впливом [10].

Значно впливають на стан малої річки точкові локальні порушення природоохоронного законодавства та незаконні скиди. Так, у лютому-березні

2021 року екоінспекція провела планову перевірку ДП "Підприємство ГКІСУ (№101)" у селищі Кам'яне, Більмацького району. Під час перевірки встановили, що підприємство впродовж 2019-2020 років здійснювало наднормативне скидання забруднювальних речовин у річку Мокра Московка. Фахівці виявили, що БСК₅ перевищено у понад 12 разів, за завислими речовинами перевищено у понад 10 разів, за ХСК – удвічі, за азотом амонійним – у 6,8 раза, за фосфатами – у п'ять разів [43]. У 2006 році зафіксовано аварію на очисних спорудах, що призвела до витоку більш ніж 9 тон за добу неочищених фекальних каналізаційних стоків.

Показано, що антропогенна трансформація водойми спричинила зміни у трофічній структурі макрозообентосу, яка значно спрощується.

Більшість приток Дніпра забруднені переважно амонієм, нітратним азотом, фенолами, нафтопродуктами та сполуками важких металів. Найвищі рівні забруднення, особливо сполуками міді та цинку, було виявлено у водах річок Устя, Тур'я та Мокра-Московка. Високий вміст міді і мангану спостерігався у водах Горині (сmt Оржів), Тетерева (м. Житомир), Гнилоп'яті (м. Бердичів), Десни (м. Чернігів) [28].

Якість води за трофосапробними показниками оцінюється категорією 5 (помірно-забруднена, α -мезосапробна, еволітрофна) з тенденцією до переходу у категорію 6 (брудна, політрофна, погана) [4, 11] свідчать про те, що у донних відкладах водотоків м. Запоріжжя, під впливом надходження забруднюючих речовин, спостерігається зниження вмісту рослинних пігментів, а також зміна їх співвідношень, що свідчить про гноблення функціонування альгофлори.

Купання в річці заборонене вже багто років через її незадовільний санітарно-епідеміологічний стан.

Сьогодні у наслідок воєнного конфлікту, що відбувається на території держави стан річок, які знаходяться поблизу лінії розмежування знаходиться під ще більшою небезпекою. Є значна небезпека аварійних ситуацій, техногенних катастроф, забруднення водойм та ґрунтів важкими металами,

тощо. Зміна рівня води у Дніпрі за рахунок змін у роботі каскаду гребель впливає на стан Дніпра та його притоків

У стані воєнних дій знижується ефективність моніторингових заходів та контроль з боку держави, що також негативно відбивається на стані гідроекосистем.

На річці Мокра Московка в межах міста в період з 2004 по 2013 рік проводилося розчищення русла з метою поліпшення екосистеми і видалення мулових відкладень. Згідно з даними, товщина мулових відкладень у річці досягала в деяких місцях 1,0-1,5 м. Для відновлення та підтримання сприятливого гідрологічного режиму і санітарного стану гирла річки Мокра Московка мулові відкладення в руслі річки будуть видалені з води у 2022-2023 роках із використанням гідромеханічних технологій і днопоглиблювальних механізмів (плановані заходи). Річка втратила своє значення для рибальства, гирло річки є антисанітарним і практично неможливим для будь-якого органічного життя. Вона перетворилася на відкритий колектор. На замулених ділянках посилено росте очерет звичайний, зменшуючи проточність річки.

У Запоріжжі працюють над покращенням системи очищення стічних вод. Для цього КП "Водоканал" розпочав поетапну модернізацію центральних очисних споруд №1, на яку надходять каналізаційні стоки лівобережної частини Запоріжжя. Зокрема зараз підприємство проводить реконструкцію аераційної системи на ЦОС №1. Робота з покращення стану річок відбувається у Запоріжжі зокрема з використанням наукової розробки українського вченого П.І. Гвоздяка з очищення води із застосуванням низки бактерій, які переробляють відходи різних нафтопродуктів і ПАВ, що потрапляють у стоки.

Всі ці заходи разом з ефективним моніторингом стану екосистем та впровадженням принципів раціонального використання природних ресурсів та сталого розвитку дозволять у майбутньому покращити, а можливо й

відновити стан малих річок басейну Дніпра, в тому числі р. Мокра Московка, яка досліджується у даній кваліфікаційній роботі.

1.5. Можливості використання бактеріальної біоти в якості індикатора антропогенних змін

Підводна мікробіологія вивчає екологію мікроорганізмів у воді, вплив різних токсинів на мікроорганізми і водні організми, мікробіологічне забруднення водойм, а також морфологію та фізіологію всіх організмів (бактерій, грибів, найпростіших і вірусів), що представляють мікросвіт.

Проблема об'єктивної оцінки екологічного стану водних об'єктів належить до числа найактуальніших у галузі охорони навколишнього середовища. Серед різних аспектів цієї проблеми слід виділити завдання пошуку найбільш інформативних показників, які можуть бути використані з метою екодіагностики стану водних екосистем.

Біомоніторинг – це управління поточним станом біологічних компонентів (біоти) екосистеми. Він охоплює документування реакції біоти на антропогенне забруднення і вплив на рівні, близькому до фонового, та аналіз спільного впливу життєдіяльності одного організму на життєдіяльність інших організмів і неживого довкілля.

Як біоіндикатори у водних об'єктах часто виступають спільноти бактеріо-, фіто-, зоопланктону, зообентосу, перифітону. У найпростішій формі біоценотична індикація забруднення зводиться до порівняння видового багатства, різноманітності, чисельності та біомаси населення в забрудненій і контрольній зонах.

Індикатори – це біологічні змінні, які характеризують стан індивідуума, біому, популяції або екосистеми. Ефективним біологічним індикатором може

бути конкретний вид або спільнота тварин, або клітинний чи субклітинний компонент організму. [16].

Мікроорганізми води та донних відкладень – активні та інформативні структурні одиниці водних екосистем, які швидко реагують на зміну еколого-екологічних умов завдяки широкому діапазону адаптаційних можливостей. Великий набір ферментів визначає здатність мікроорганізмів утилізувати і трансформувати різні органічні сполуки, у тому числі високотоксичні, з утворенням менш токсичних продуктів. Короткий життєвий цикл бактерій дає змогу простежити зміни структури, відхилення деяких функціональних показників і м'якостей, а також показників і метаболізму спільноти в залежності від ступеня і характеру антропогенного впливу на водне середовище.

Процеси кругообігу органічної речовини та біогенних елементів, що відбуваються у водоймах, зумовлені значною мірою життєдіяльністю мікроорганізмів. Редукуючи органічну речовину, мікроорганізми беруть участь у процесах самоочищення водойм. У природних водоймах вони здатні руйнувати органічні сполуки природного походження (білки, целюлозу, гумусові сполуки, феноли тощо), а також деякі речовини антропогенного походження (ПАР, полімери, нафтопродукти). У разі антропогенного забруднення водного об'єкта вода збагачується специфічними екологіо-трофічними групами мікроорганізмів, що використовують у процесах життєдіяльності забруднювальні речовини. На цьому явищі засновані прийоми мікробіологічної індикації забруднення водного середовища.

Мікробні клітини розщеплюють органічні молекули й отримують енергію, необхідну їм для функціонування. Якісний і кількісний склад мікроорганізмів залежить від природи стоків.

З огляду на значущість мікробіологічних показників в оцінці якості води, як біоіндикатори чистоти природної води можуть бути використані морфологічні та структурні показники бактеріопланктону.

За біотопічною приуроченістю розрізняють такі екологічні групи бактерій: бактеріопланктон — мікроорганізми товщі води; бактеріобентос — бактеріальне населення дна водойм; бактеріоперифітон — мікроорганізми, що вегетують на твердих субстратах.

Бактеріопланктон та бактеріобентос виконують важливу роль у двох основних процесах: виконують деструкцію органічної речовини та трансформацію мінеральних сполук, вони приймають участь у процесах самоочищення водойм, за їх участі відбувається перенос речовин та перехід енергії на більш високі трофічні рівні.

Бактеріопланктон – важливий харчовий ресурс для найпростіших і багатоклітинного зоопланктону, він має велике значення у структурній організації та функціях морських та прісноводних екосистем. Бактеріопланктон складається з різних фізіологічних груп бактерій і залежить від наявності органічної речовини, температурного й кисневого режиму та сольового складу. Відокремлюють розмірно-морфологічне, метаболічне та генетичне розмаїття водних бактерій. Крім того, розрізняють типово водні та привнесені у водойми мікроорганізми. Оцінюють життєздатність і активність у водному середовищі як окремих груп, так і всього бактеріопланктону загалом. При оцінці інтенсивності бактеріальних процесів у водних екосистемах особливий інтерес становлять функціональні показники БП, зокрема питома швидкість росту і бактеріальна продукція.

Бактеріобентос – це бактерії, що живуть у донних відкладеннях. Вони відіграють особливу роль у перетворенні як органічних речовин, так і мінералів. Наприклад, бактеріальні процеси метаногенезу, відновлення сульфатів, масляного і кислотного бродіння присутні в донних відкладеннях більшості мезотрофних і евтрофних озер. Зі збільшенням глибини донних відкладень мікробіологічні процеси поступово слабшають через зниження вмісту фракцій органічної речовини, що легко засвоюються бактеріями, і зменшення вмісту поживних речовин.

Засвоюючи розчинні органічні сполуки, недоступні іншим гідробіонтам, бактерії продукують біомасу, яка становить значну частину сумарної біомаси озерного планктону та формує основу мікробних харчових мереж [37]. Бактерії, володіючи високою швидкістю реагування на зміна умов середовища, служать індикаторами якості вод та стану екосистеми [38].

Організми мікробіоти швидко реагують на зміни у стані середовища. Їх розвиток та активність, фізіологічні та морфологічні особливості знаходяться у прямому зв'язку зі станом навколишнього середовища, так як мікроорганізми здатні руйнувати та метаболізувати сполуки природного та антропогенного походження. Саме на цих особливостях засновано можливість використання окремих груп бактерій для біоіндикації та біотестування [17].

Екологічні зв'язки мікроорганізмів різноманітні, проте для питань біоіндикації найбільше значення мають трофічна структура, морфологічна структура та таксономічна структура біоти бактерій. Важливими для практики біоіндикації є взаємозв'язки бактерій з мікроводоростями, протистами та вірусами [36].

Для дослідження екології водних мікроорганізмів у 70-80-х рр. минулого століття широко використовувалась концепція первинної класифікації компонентів мікробного угруповання, яка базується на трофічних та функціональних зв'язках.

Дослідження показують, що за умов впливу антропогенних факторів формується не стійка з широким спектром відхилень та коливань, чисельність бактеріопланктону та бактеріобентосу, зміни у співвідношенні різних таксономічних, трофічних та екологічних груп, наприклад, збільшення чисельності фенолредуючих бактерій, наприклад ентерококів.

У системі бактеріологічної індикації санітарного стану вод до основних показників належать: загальна кількість водних бактерій, їх морфологічний склад, які дають можливість судити про концентрацію органічної речовини у водоймі, а також оцінити її еколого-санітарний стан.

Донні бактеріоценози так само чітко реагують на зміни середовища та можуть використовуватись як індикатори. Для моніторингу стану реофільних екосистем доцільним вважають дослідження бактеріоперифітону, як одного з найбільш стабільних угруповань.

Окремим індикатором стану екосистеми водотоків є наявність та чисельність патогенних та умовно-патогенних бактерій. Такий показник є особливо важливим для водних об'єктів міст.

Антропогенне навантаження, особливо промислове забруднення, може викликати зростання морфологічної та генетичної варіабельності, появу генетичних пошкоджень, мутацій [18,19].

Мікробні угруповання водотоків та донних відкладень є інформативними та показовими елементами структури екосистем, що швидко та чітко реагують на зміни у стані навколишнього природного середовища. Важливими якостями для використання мікробної біоти для біоіндикації є короткий цикл життя бактерій, що дозволяють прослідкувати реакцію на декількох генераціях.

Таким чином, було показано, що бактеріоценози є активними та інформативними компонентами екосистем, здатними швидко реагувати на зміну умов навколишнього середовища завдяки своїй адаптивній здатності. Мікроби можуть легко адаптуватися до різних джерел їжі, коливань температури, концентрації розчинників, осмотичного тиску, енергії випромінювання тощо. [30, 31, 40].

Оцінка стану природних водотоків за кількісними, структурними і морфологічними показниками бактеріопланктону дає змогу використовувати їх як біоіндикаторні характеристики внутрішньоводоймових процесів і антропогенного впливу на них.

Перевага біологічної індикації полягає в тому, що:

- 1) біологічні процеси інтегрують вплив середовища і зміну в структурі спільноти;

2) біологічні процеси розкривають швидкість і напрямок зміни окремих папараметрів середовища;

3) морська (також і прісноводна) біота, акумулюючи і трансформуючи хімічні сполуки, вказує на шляхи міграції та місця накопичення забруднювальних речовин в екологічній системі.

Відгуком екосистеми на антропопресію можуть бути зміни таких показників функціонування мікробного співтовариства, як активність Істотний вплив на екзиматичну активність та інтенційність деструкцію органічної речовини в донних осадах чинять тропільність водойми, температурний режим, антропогенний вплив.

Господарсько-фекальне забруднення вод краще оцінюється за мікробіологічними показниками. Бактеріологічний і мікологічний аналіз води може показати початкове або короткочасне органічне забруднення. Масовий розвиток бактерій або специфічне бактеріальне забруднення спричиняють спалах чисельності та різноманітності найпростіших, яких ефективно можна використовувати як індикатори забруднення. Часто умовно-патогенні бактерії – показники санітарного стану водойми – представлені у водоймі життєздатними клітинами, але не виділяються на живильних середовищах. Це так звані "nonculturable" бактерії, наприклад, представник бактерій роду *Enterococcus*, який найчастіше є причиною ентерококових інфекцій, за несприятливих умов переходить у некультивований стан, але здатний тривалий час виживати у водному середовищі, зберігаючи свою життєздатність.

Склад і чисельність бактерій і найпростіших є інформативним показником якості активного мулу в аеротенках і ефективності біологічного очищення стічних вод за населенням ставків-відстійників за відсутності токсичних забруднень. Інші безхребетні, багатоклітинні (черви, молюски, ракоподібні, личинки комах) використовуються в порівнянні зон, ступеня і якості комплексних забруднень водойм і водотоків.

Біологічні ефекти (наслідки) забруднення проявляються у зміні фізіологічних, біохімічних і генетичних властивостей організму та пов'язаних із ними проявів морфологічного, етологічного, популяційно-біоценотичного та екосистемного характеру.

Мікроорганізми, на відміну від гідрохімічних та деяких біологічних показників, швидше інформують про стан екосистеми в умовах впливу різноманітних антропогенних факторів. При комплексному гідробіологічному моніторингу водних об'єктів доцільно досліджувати структурні та функціональні показники мікроорганізмів води й донних відкладень та їх зміну як реакцію на антропогенний вплив.

Реакція бактеріопланктону і бактеріобентосу може бути використана при оцінці впливу антропопресії на екосистеми водойм. Мікробактеріологічні показники – одні з найбільш чутливих тестів сприйняття (реакції) біоти на техногенний (антропогенний) вплив.

Проблема забруднення води річок у нашій країні вже давно набула загальнодержавного значення. Майже всі водні об'єкти країни характеризуються як близькі до третього-четвертого класу якості води, тобто забруднені та засмічені. Найгостріша ситуація спостерігається в басейнах Дніпра, Сіверського Дінця, річках Приазов'я, окремих притоках Дністра і Західного Бугу, де якість води класифікується як «дуже брудна».

Тож проблема моніторингу та пошуку можливостей покращення стану гідроекосистем річок України є вкрай актуальною, а використання бактеріобіоти у якості індикаторної групи – перспективний інструмент моніторингу та біоіндикації.

Таким чином, аналіз літератури показує, що антропогенний вплив є фактором, що трансформує умови існування та життєдіяльність мікроорганізмів, призводить до порушення процесів самовідновлення і до серйозних змін у стані водних екосистем у залежності від його тривалості та стійкості. При антропогенній трансформації порушуються внутрішні зв'язки біоценозів та метаболічні процеси у гідроекосистемах, що відображається у

трофічній, морфологічній, топічній та інших структурах біоти, зокрема бактеріобіоти. За цими змінами, їх напрямком та інтенсивністю можна судити про значимість факторів впливу, можливість відновлення та динаміку стану гідроекосистем.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз наявних літературних джерел, статистичної інформації та звітності показав, що гідроекосистема р. Мокра Московка є дуже трансформованою та антропогенно зміненою за рахунок її використання та забруднення в ході господарської діяльності.

Численні дослідження та експертні оцінки вказують на незадовільний стан екосистеми річки та необхідність його покращення та всебічного контролю.

Проведено критичний аналіз літератури, присвяченої використанню бактеріобіоти в якості індикаторної групи для моніторингу стану водних екосистем. Значення бактріобіоти визначається її роллю у метаболізмі гідроекосистеми, а також власними біологічними особливостями мікроорганізмів, зокрема швидкому росту, зміні поколінь, здатності до швидких та значних мутацій, тощо.

Аналіз води на бактерії передбачає перевірку наявності в ній певних мікроорганізмів. Проводиться кількісний та якісний аналіз (які саме мікроорганізми живуть у воді).

Відбір проб

Відбір проб з централізованих джерел слід проводити після дезінфекції крана та зливу рідини протягом 10 хвилин. У відкритих водоймах вибирають ділянку на відстані 1,5 м від берегової лінії і відбирають проби з глибини 15 см за допомогою батометра. Відібрані проби поміщають у стерильні пляшки діаметром 500 мл для транспортування, закупорюють і доставляють в лабораторію протягом 2 годин. У лабораторії визначають наступні показники:

- загальна кількість мікроорганізмів
- наявність ентерококів

- колі-титр – мінімальний об'єм рідини, в якому виявляються патогенні мікроорганізми;
- колі-індекс – найменший об'єм рідини, в якому виявляється кишкова паличка.

Ферментативні бактеріологічні методи дослідження води використовуються для розрахунку показника наявності в пробі домішок у вигляді мулу, піску та іржі. Для зразків без твердих домішок використовується метод мембранних фільтрів. Високі значення колі-титру та колі-індексу вказують на наявність фекальних бактерій в рідині. Гігієнічні та бактеріологічні дослідження води визначають безпеку споживання води для здоров'я людини.

Визначення загального числа мікроорганізмів, що утворюють колонії на поживному агарі. З кожної проби роблять посів не менше двох об'ємів по 1 мл, далі вносять по 1 мл води в стерильні чашки Петрі і додають в кожену чашку по 8-12 мл розплавленого і охолодженого до 45⁰ живильного агару. Вміст чашок швидко і рівномірно змішують, уникаючи утворення бульбашок повітря і попадання агару на краю і кришку чашки. Чашки із застиглим агаром інкубують; враховують тільки ті з них, на яких виростили не більше 300 ізольованих колоній. Результат виражають числом КУО в 1 мл досліджуваної проби води.

Термотолерантні і загальні коліформні бактерії оцінюють методом мембранної фільтрації або титраційним методом.

Метод мембранної фільтрації. Беруть обсяг води рівний 300 мл і фільтрують по 100 мл через різні стерильні нітроцелюлозні фільтри (використовуються мікрофільтраційні установки з діаметром фільтруючої поверхні 35 чи 47 мм і вакуумним насосом для створення розрідження 0,5-1 атм), які потім накладають на поверхню диференціальної діагностичної середовища Ендо. Підраховують кількість червоних лактозопозитивних колоній на середовищі Ендо, готують з колоній мазки, забарвлюють за Грамом в пошуках грамнегативних паличок, визначають оксидазний тест,

який повинен бути у ентеробактерій негативним. Потім пересівають колонії з грамнегативними паличками і негативним оксидазним тестом на напіврідку середу з лактозою (манітом, глюкозою) і інкубують в термостаті при 37⁰С протягом 24 годин для визначення кількості загальних коліформних бактерій. Для визначення термотолерантних коліформних бактерій посів виробляють в середу, підігріту до 44⁰З, і інкубують в термостаті при 44⁰З протягом 24 годин. Колонії враховують як загальні коліформні бактерії при негативному Оксидазний тесті, ферментації лактози або маніту (глюкози) при 37⁰С з утворенням кислоти і газу. Колонії враховують як термотолерантні коліформні бактерії при негативному оксидазному тесті і ферментації лактози або маніту (глюкози) при 44⁰С з утворенням кислоти і газу.

Титраційний метод. Його зазвичай використовують для якісної оцінки питної води при неможливості застосування методу мембранної фільтрації або при наявності у воді великої кількості зважених речовин. Обсяг води 300 мл поділяють на 3 обсягу по 100 мл, засівають ці проби на лактозопептонну середу і інкубують при 37⁰З протягом 24-48 годин. При наявності росту роблять пересів з цих обсягів на середовище Ендо, далі лактозопозитивні колонії ідентифікують як в попередньому методі.

Визначення спор сульфїтредукуючих клостридій методом мембранної фільтрації. Сульфїтредукуючі клостридії (в основному це *Clostridium perfringens*) – палички, грампозитивні, суворі анаероби, що мають суперечку та редукують сульфїт натрію при температурі 44⁰С протягом 24 годин на залізо-сульфїтному агарі. Метод заснований на фільтруванні 20 мл води через мембранні фільтри, поміщенні їх у гарячий залізо-сульфїтний агар, відразу після посіву пробірку з агаром і фільтром для створення анаеробних умов швидко охолоджують, культивують посіви при температурі 44⁰С протягом 24 годин. При обліку результатів підраховують ізольовані чорні колонії, що виростили як на фільтрах, так і в товщі живильного середовища. Результат аналізу виражають числом колоній утворюючих одиниць (КУО) спор сульфїтредукуючих клостридій в 20 мл води.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Вода є надзвичайно сприятливим середовищем для бактерій. Вони є у всіх без винятку водоймах, а також присутні в гарячих джерелах і полярних водах [15]. Мікроорганізми розкладають відмерлі рештки рослин і тварин у водоймах. У цьому процесі органічні речовини повністю розкладаються і утворюються прості мінеральні сполуки (наприклад, CO_2 , H_2O , CH_2). Це мікробне життя дуже важливе для природного очищення води. Мікроорганізми також видаляють з води різні хімічні елементи (N, P, K, S, Ca) та мікроелементи.

Мікроорганізми відіграють особливо важливу роль у процесах, що змінюють хімічний склад природних вод. Мікроорганізми можуть зустрічатися як у поверхневих, так і в підземних водах на глибині понад 1000 м і при температурі від кількох градусів нижче нуля до $85\text{-}900^\circ\text{C}$. Існує також широкий діапазон солоності води, в якій можуть існувати мікроорганізми; галофільні бактерії зустрічаються у водах з високою солоністю. Однак висока солоність і дуже високі температури, як правило, пригнічують життя бактерій. За типами бактерії поділяються на аеробні та анаеробні. Перші живуть і розвиваються лише при наявності вільного кисню, який потрібен для дихання. Другі живуть в середовищах, де вільного кисню немає або його доступ обмежений і потрібний для них кисень вони беруть з кисневмісних органічних сполук (наприклад, вуглеводів) чи з мінеральних солей (нітратів, сульфатів тощо). Аеробні умови характерні для поверхневих вод суші, річкових і озерних водосховищ та мілководдя. Анаеробна бактеріальна активність відбувається в застійних водоймах, таких як болота і лимани, на дні глибоких водойм і в шарах осадових порід нижче зон аерації. Під час своєї життєдіяльності мікроорганізми впливають на газовий режим водойм і хімічний склад води [27].

3.1 Антропогенний вплив на структуру бактеріопланктону, бактеріобентосу та бактеріоперифітону

Вода є природним середовищем для багатьох мікроорганізмів. Більшість мікроорганізмів походять з ґрунту; кількість бактерій в 1 мл води залежить від поживних речовин, які вона містить. Чим більше вода забруднена органічними залишками, тим більше мікроорганізмів у ній міститься. Для мікробіоти визначальними факторами розвитку є наявність у воді та ґрунті певних сполук, речовин та їх концентрація. Особливе значення має іонний склад. У таблиці 3.1 представлено фізико-хімічну характеристику вод р. Мокра Московка, що визначає її стан її мікробіоти.

Таблиця 3.1 – Головні показники стану води досліджуваної водойми, значимі для розвитку мікробіоти

Показник	Значення	ГДК	Перевищення ГДК
O ₂	6.1 мг/л	>6 мг/л	-
CO ₂	32.5	-	-
pH	7,96	6,5 – 8,5	-
NH ₄	0,76 N/л	1.5	-
NO ₃	1,45 N/л	1	-
PO ₄	0,079 P/л	3,5	-
Si	2,8 мг/л	-	-
Ca ²⁺	295,6 мг/л	180	+
Mg ²⁺	182,4 мг/л	50	+
Na ⁺	200 мг/л	200	=
K ⁺	243,7 мг/л	-	-
SO ₄ ²⁻	540 мг/л	500	+
HCO ₃	500,3 мг/л	-	-
Cl	994,4 мг/л	350 мг/л	+
Колірність	33		-
Жорсткість	17,8 мг ^{-екв} /л	7	+

Найчастіше вимірюють такі хімічні показники води, як запах, мінералізація, прозорість, твердість, температура, вміст зважених речовин, рН, розчинений кисень, магній, натрій, кальцій, хлор, сульфати та сірководень, і ці групи показників відносяться до загальної якості води.

До другої групи так званих забруднюючих речовин органічного походження відносяться: колірність, перманганентне окислення, біохімічне споживання кисню (БСК₅, БСК повне), трефлан, феноли, смоли, нафтопродукти, діючі речовини у синтетичних прально-миючих засобах (СПАР), дуст (ДДТ).

Третя група показників забруднення включає біогенні компоненти та неорганічні забруднювачі: азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфати, кремній, марганець, іони заліза, мідь, цинк та хром.

Як видно з таблиці 3.1 у воді річки Мокра Московка регулярно фіксуються перевищення ГДК за показниками: вмісту кальцію, сульфатів, хлорида, ХСК, азоту амонійного, азоту нітритного, фенолу, БСК₅, хрому, загального заліза, нафтопродуктів, марганцю.

Формування якості води у водному об'єкті залежить від швидкості продукування органічної речовини та процесів деградації, що безперервно відбуваються у водній екосистемі. Ці підводні процеси є основними факторами, що визначають якість природних вод, особливо поживні та гумінові біологічні (екологічні та гігієнічні) показники органічної речовини, азоту, фосфору, розчиненого кисню, прозорості, зважених речовин, біомаси фітопланктону та чисельності бактеріопланктону. У випадку р. Мокра Московка спостерігається підвищене значення концентрації сульфатів та фосфору, що у комбінації з нестачею концентрацією кисню призводить до зміщення структури бактеріобіоти у бік анаеродних бактерій, що здатні до редукції відповідних сполук.

Марганець потрапляє у поверхневі води переважно шляхом вилуговування з ґрунтів і мінералів, таких як залізна і марганцева руда, а також через стічні води промислових підприємств, таких як заводи з

переробки марганцевої залізної руди і металургійні комбінати. Вивільнення марганцю з донних відкладень значно погіршує якість водних об'єктів і становить загрозу для питного водопостачання.

Вода в різних водоймах містить достатню кількість поживних речовин для розвитку мікроорганізмів. Як наслідок, вода в річках вище за течією від міст завжди бідніша на бактерії, ніж вода в самому місті або нижче за течією річок.

За комплексною оцінкою стану екосистеми на основі гідрохімічних та гідробіологічних показників встановлено неоднорідність стану річкової екосистему, виділено декілька ділянок з різними показниками якості [9]:

- с. Наталівка – станція 1,
- вище стоку м'ясокомбінату – станція 2,
- стоки моторбудівного заводу – станція 3,
- затока річки в Дубовий гай – станція 4.

Використовуючи хімічні, біологічні параметри та визначаючи ПЕС, з'явилася можливість виділити зони екологічного стану р. Мокра Московка. За даними гідрохімічного блоку 1 станція характеризувалася як чиста вода, 2 станція – слабо забруднена, 3 ділянка річки виявилася гранично забрудненою, а 4 мала категорію задовільно чистої води. При комплексній оцінці гідрохімічного та біологічного блоку виявлено, що протягом трьох сезонів року на р. Мокра Московка в жодній станції не спостерігалось зони відносного екологічного благополуччя (на відміну від окремо розглянутого гідрохімічного блоку). У зимовий період розрахунки показали, що всі станції перебувають у стані екологічного лиха. Протягом весняного і літнього періоду на 1, 2 і 4 станції відзначалася екологічна криза, а на 3 ділянці – екологічне лихо.

За морфологічною структурою мікрофлора водойм поділяється на мікроскопічні кулясті, паличкоподібні та звивисті форми бактерій. Коки мають форму кулі, в процесі поділу нові молоді клітини можуть зберігати між собою зв'язок, утворюючи асоціації кокових форм. Паличкоподібні

мають форму циліндричних клітин, до групи звивистих форм відносять бактерії, що мають один чи декілька витків — вібріони та спірили [16, 24]. Співвідношення різних морфологічних форм мікроорганізмів у водоймі може бути ознакою стану екосистеми. У таблиці 3.2 наведено основні види різних морфологічних форм бактерій, що притаманні екосистемі р. Мокра Московка. Морфологічний склад бактеріопланктону був представлений коками та паличками.

Бактеріобіота річки включає автохтонну та алохтонну мікробіоту. Перша група представлена видами, що природно притаманні природним водотокам. Серед них наступні види:

- *Micrococcus candicans*,
- *M. roseus*,
- *Sarcina lutea*,
- *Bacterium aquatilis communis*,
- *Pseudomonas fluorescens*,
- різні види *Proteus*
- *Leptospira*.
- *Bacillus cereus*, *B. mycoides*,
- *Chromobacterium violaceum*,
- види *Clostridium*.

Алохтонна мікрофлора – це сукупність мікроорганізмів, що потрапляють ззовні із різних джерел забруднення. Джерелом алохтонної мікрофлори є виділення людей, тварин, господарсько побутові, промислові стічні води. Серед алохтонних організмів р. мокра московка зустрічаються патогенні мікроорганізми, що потрапляють у воду разом з недостатньо очищеними стоками. Стічні води містять представників нормальної кишкової флори людини і тварин, включаючи умовно-патогенні мікроорганізми. Вони також можуть містити збудників кишкових інфекцій, лептоспірозу, вірусів поліомієліту та гепатиту.

Мікробне забруднення джерел води відбувається під час миття людей, тварин та прання білизни, тому у воді виявляються такі мікроорганізми, як золотистий стафілокок, БГКП, ентерококи та грибки.

Залежно від ступеня забруднення, патогенні бактерії також можуть залишатися у водоймах протягом тривалого часу. Характерним є те, що алохтонні компоненти бактеріобіоти у чистих антропогенно не змінених гідроекосистемах швидко елімінуються, натомість за кількістю та тривалістю знаходження цих компонентів у воді можна оцінювати ступінь трансформованості водних екосистем та стану забрудненості та евтрофованості водойми.

Таблиця 3.2 – Морфологічні групи та види алохтонної мікробіоти р. Мокра Московка [20]

Морфологічна група	Види
Стафілококи	<i>Staphylococcus muscae</i> , <i>Staphylococcus</i> sp.
Стрептококи	<i>Streptococcus fecalis</i>
Кишкові палички	<i>Citrobacter freundii</i>
Спорові аероби	<i>Bacillus firmus</i> , <i>Bacillus lentus</i> , <i>Bacillus coagulans</i>

Staphylococcus muscae – вид складається з дрібних грампозитивних коків діаметром від 0,4 до 1,1 мкм, розташованих переважно у вигляді неправильних скупчень, зрідка попарно та поодинокі. Сферичні або злегка яйцеподібні клітини нерухомі і не утворюють спори. Вони є факультативними анаеробами. Кращий ріст відбувається в аеробних умовах.

Спорові аероби, зокрема, *Bacillus firmus* беруть участь в розчиненні неорганічних фосфатів за рахунок продукції 2-кетоглюконової кислоти і таким чином відіграють важливу роль у самоочищенні річкової екосистеми.

Citrobacter freundii – вид грамнегативних, споронеутворювальних, факультативно анаеробних бактерій.

Коліформи зазвичай не викликають серйозних захворювань, але їх використовують як індикаторні (маркерні) мікроорганізми, вища кількість яких вказує на наявність більш патогенних бактерій і вірусів.

Природні та антропогенно змінені екосистеми є складними багатовидовими угрупованнями і містять різноманітні види, особливо паразитів. Найбільш небезпечними є природні збудники хвороб, які можуть тривалий час виживати в об'єктах довкілля (воді, ґрунті тощо) і циркулювати між різними жителями в екосистемі. У складі бактеріобіоти річки виявляються мікроорганізми притаманні внутрішньому середовищу кишківника людини, що свідчить про забрудненість стічними каналізаційними водами та є потенційно епідеміологічно небезпечним фактором. Зокрема, бактерії виду *Citrobacter freundii* належать до нормофлори шлунково-кишкового тракту людини, тому найбільш ймовірним шляхом потрапляння їх у водне середовище є господарсько-побутові стічні води [26].

Велика кількість стічних вод, у тому числі недостатньо очищених, скидається в річки, що призводить до забруднення води кишковими умовно-патогенними мікроорганізмами, патогенними бактеріями та вірусами. Стічні води потрапляють у річку в тому числі в рамках аварійних ситуацій, звісно, такі води несуть більшу небезпеку екосистемі річки. Наприклад, у 2011 р. зафіксовано вихід з строю очисних споруд водоканалу, внаслідок чого у водойми потрапили неочищені каналізаційні води. Тисячі кубометрів неочищених каналізаційних стоків у річку Мокра Московка. Антропогенне навантаження, особливо промислове забруднення, може викликати зростання мінливості в мікробних популяціях, поява генетичних пошкоджень, що сприяють збільшенню мутагенної активності. Мікроорганізми, виокремлені із зон антропогенного впливу, незважаючи на те, що їхня чисельність часто відповідає санітарно-мікробіологічному стандарту для води побутового призначення, вирізняються підвищеною патогенністю, вираженою вірулентністю, стійкістю до антибіотиків [19, 18].

Забруднення вод р. Мокра Московка має хронічний характер, вже більше 20 років тому опубліковано дані щодо потрапляння у води активного фільтрата у великих кількостях з полігону твердих побутових відходів [2]. Таким чином забруднення хімічними та органічними поллютантами є значним та довготривалим, що відображається у змінах стану екосистеми в цілому та мікробіоти зокрема.

Найбільша кількість мікроорганізмів знаходиться на поверхні водойми та в прибережній зоні водойми. З глибиною кількість мікроорганізмів зменшується.

Санітарно-гігієнічна якість води оцінюється різними способами. Частіше визначають коли-титр і коли-індекс, а також загальну кількість мікроорганізмів у мл води. В даній роботі наведено результати оцінки загальної щільності та код-індексу, визначеного як кількість *E.coli* (кишкової палички) в одному літрі, коли-титр – найменший об'єм води, у якому виявляється одна клітина кишкової палички. Коли-титр – один з основних показників гігієни біомаси та непрямий індикатор наявності та життєздатності патогенної бактеріальної флори, у ферментованій біомасі в 2,3 рази нижчий.

Таблиця 3.3 – Значення основних мікробіологічних показників стану р. Мокра Московка [25]

№	Показник	Значення показника
1	Загальна щільність бактерій у воді	3,2 млн.кл. в 1 мл води
2	Кількість гетеротрофних мікроорганізмів	2,11 тис.кл. в 1 мл води
3	Концентрація коли-фагів	900 КУО/л
4	Індекс кількості патогенних ентеробактерій	100
5	Колі-індекс	1600

За показником загального мікробного числа досліджувана річка відноситься до р-сапробної зони сапробності (за класичною системою Кольквітца – Марссона). Загальне мікробне число є показником загального бактеріологічного забруднення води, а його швидке зростання характеризує наявність джерел забруднення, в тому числі вторинних факторів розмноження мікрофлори.

Дані про загальну кількість бактерій (А), кількість гетеротрофів (Б) і їх співвідношення є інформаційним показником стану гідроекосистеми та дає змогу охарактеризувати стан екосистеми (таблиця 3.4.:

Як видно з наведених вище даних, за показниками загальної чисельності мікроорганізмів та кількості гетеротрофів, а також співвідношенням груп мікроорганізмів екосистема р. Мокра Московка характеризується як така, що знаходиться у стані антропогенного екологічного напруження.

Гетеротрофні бактерії – важливий компонент трофічних мереж, що відіграє головну роль у деструкції автохтонних та алохтонних органічних речовин і процесах самоочищення водних екосистем.

Таблиця 3.4 – Оцінка стану екосистеми р. Мокра Московка за показниками розвитку біктеріобіоти

Загальне мікробне число (А), млн.кл./мл	Чисельність гетеротрофних мікроорганізмів (Б), тис.кл./мл	Співвідношення груп мікроорганізмів (А/Б)	Стан екосистеми
3,2	2,11	1516	Екологічний прогрес, антропогенне екологічне напруження

Гетеротрофні бактерії, маючи високу спорідненість до субстратів, мають конкурентну перевагу перед іншими осмотрофними організмами планктону, такими як найпростіші та водорості, і підтримують концентрацію розчиненої органічної речовини у водному середовищі на низькому рівні. Крім того, продукція водних бактерій підтримується за рахунок не тільки розчинних, але й зважених органічних речовин, які вони переводять у розчинну форму за допомогою позаклітинних гідролаз.

Кількість мікроорганізмів у річках населених пунктів значно збільшується в міських річках, куди часто потрапляють побутові стічні води та фекалії [23]. Обґрунтованою необхідністю використання мікробно-ферментативних препаратів для покращення санітарного стану води річки.

Донні осади набагато багатші бактеріями, ніж вода. Максимальна кількість припадає на поверхневий шар мулу, який утворює бактеріальну плівку, що відіграє важливу роль у житті водойми. Особливо значна роль нитчастих сіркобактерій і залізобактерій. Для донних та прибережних ґрунтів характерним є значний вміст бактерій амоніфікаторів.

3.2 Виявлення основних трендів динаміки кількісних та якісних показників бактеріальної біоти

Техногенне навантаження на ґрунти басейну р. Мокра Московка позначилось на зменшенні в порівнянні з фоновими ґрунтами чисельності органотрофів і грибів, і зростанні чисельності мікрофлори розсіювання, що свідчить про активізацію процесів мінералізації й уповільнення процесів гумусоутворення [14].

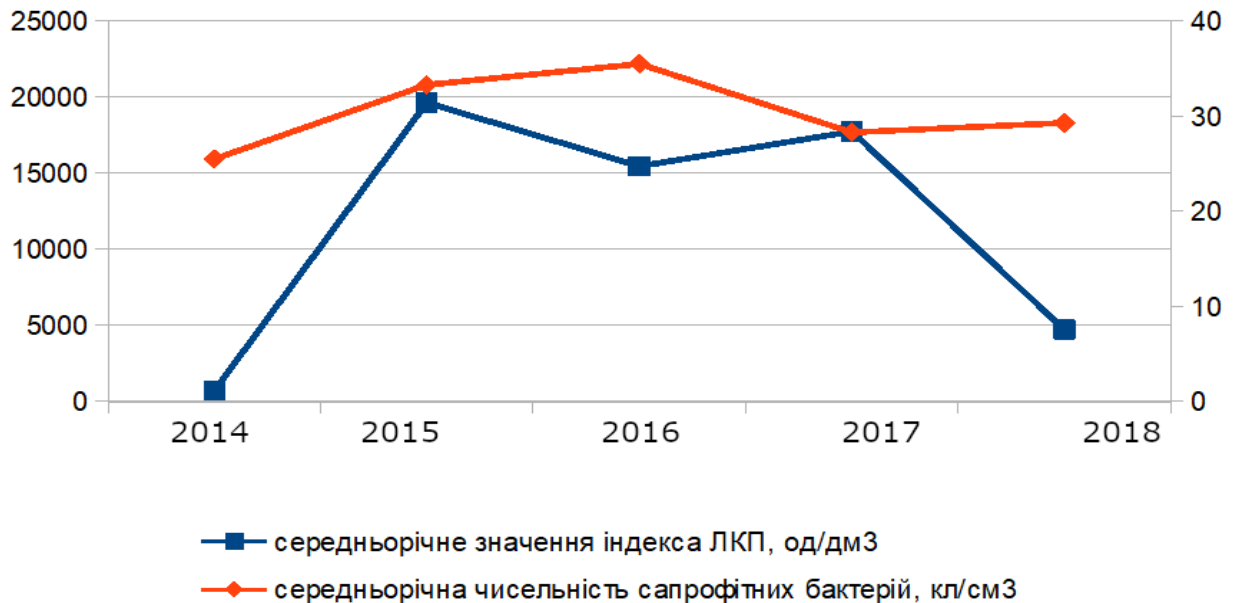


Рисунок 3.1 – Динаміка чисельних показників стану бактеріобіоти в поверхневих водах р. Дніпро з рекреаційних зон Лівобережжя м. Запоріжжя за 2014-2018 рр. (за даними [31])

Визначення сапрофітних мікроорганізмів, що належать до різних фізіологічних груп, дозволяє судити про наявність тих чи інших забруднювачів, про процеси самоочищення річки, про перетворення речовин. У багаторічній динаміці спостерігається коливання показників ЛКП та чисельності сапрофітних бактерій (Рис. 3.1), при цьому для обох показників після стрімкого зростання відмічено поступове зниження значень у період 2014 – 2018 рр. Бактерії-сапрофіти живляться органічними рештками відмерлих рослин і тварин, продуктами харчування людини. Вони спричинюють гниття і бродіння (ферментацію) органічних речовин. Гниття - це розпад білків, жирів та інших азотовмісних сполук під дією гнильних бактерій. В результаті гниття утворюються азотовмісні та сірковмісні сполуки, які виділяють неприємний запах. Цей процес відіграє важливу роль у природі, оскільки очищає земну поверхню від залишків тварин і рослин. Токсичні речовини, що виділяються в процесі розкладання, можуть спричинити отруєння і навіть смерть людей і тварин.

Тому продукти з ознаками псування (особливо з характерним запахом) заборонено використовувати в їжу або корм. Для запобігання псуванню продуктів харчування та зеленої маси використовують такі процеси, як стерилізація, сушіння, маринування, копчення, засолювання, заморожування. Ці процеси знищують бактерії псування та їхні спори або створюють умови, що перешкоджають їхньому розмноженню. Ферментація - це анаеробне розщеплення вуглеводів за допомогою бактеріальних ферментів. Цей процес відомий людям з незапам'ятних часів. Тисячоліттями люди використовували спиртове бродіння для виготовлення вина, молочнокисле бродіння для ферментації фруктів та овочів тощо.

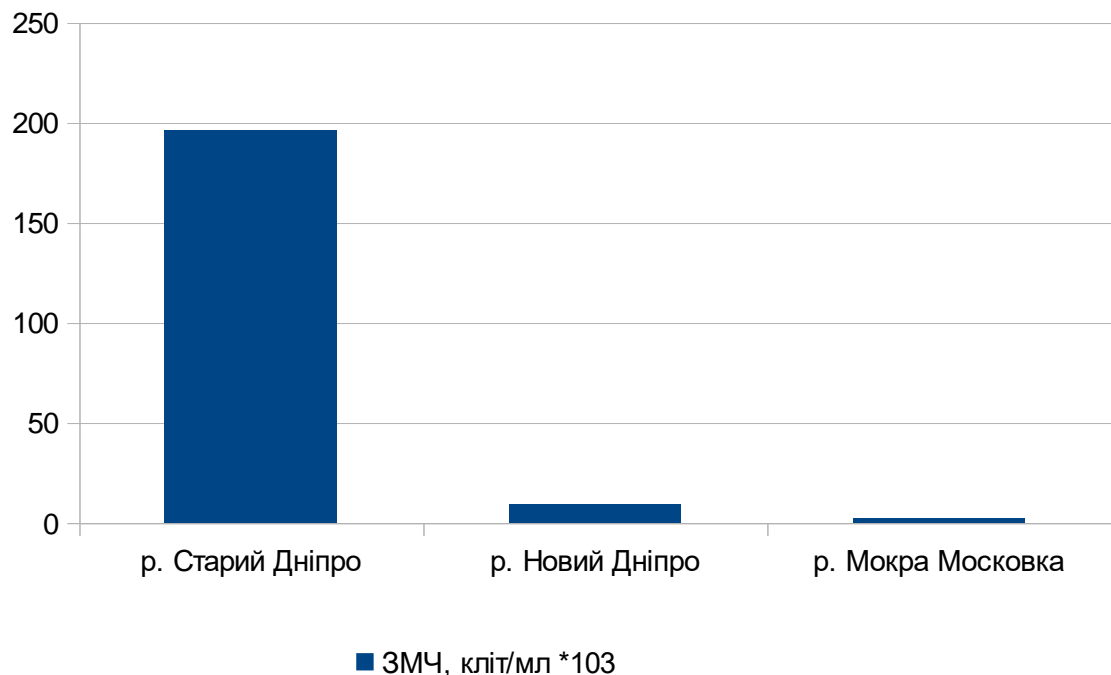


Рисунок 3.2 – Порівняльна характеристика річок м. Запоріжжя за показником загальної чисельності мікроорганізмів

Загальне мікробне число – кількість колонієутворюючих одиниць (далі КУО) мікроорганізмів (Colony Forming Units – CFU) у 1 куб. см води. Загальне мікробне число є непрямим показником бактеріального забруднення води і характеризує загальний вміст мікроорганізмів у воді без урахування їх якісних характеристик. Його вимірюють, помістивши зразок води в поживне

середовище і дозволивши колоніям рости протягом періоду від 3 днів до 1 тижня. Допустимий показник для питної води – 100 бактерій в 1 мл води. Проте цей показник широко використовується у моніторингових дослідженнях стану водних екосистем, адже характеризує потенційні характеристики бактеріобіоти водойми та виявляє значні корелятивні зв'язки з іншими показниками структури бактеріобіоти.

Загальна кількість мікроорганізмів у досліджуваній річці знаходяться на рівнях значно нижчих за прилеглі ділянки річок Старий та Новий Дніпро в межах м. Запоріжжя (Рис 3.2). Не дивлячись на ступінь забруднення р. Мокра Московка, її стан за показниками алохтонної бактеріобіоти є кращим за ділянки Дніпра, куди вона впадає. У порівнянні з іншими річками басейну Дніпра р. Мокра Московка має середні значення загального числа мікроорганізмів, колі-індексу та колі-титру.

Структура бактеріобіоти малих річок, до яких відноситься досліджувана у даній роботі водойма, характеризується значними сезонними відмінностями. Їх кількість, звичайно, найвища восени, але також зростає в періоди, коли мікроорганізми перемішуються з поверхні ґрунту у воду, наприклад, під час розливів річок або сильних дощів.

Таким чином показано, що гідроекосистема р. Мокра Московка є сильно антропогенно трансформованою і аналіз структури бактеріобіоти це підтверджує.

За основними показниками екосистему річки можна віднести до забруднених, екологічно напружених. Важливими показниками є співвідношення сапротрофної та гертеротрофної груп мікроорганізмів. Наявність та чисельність автохтонного та алохтонного компонентів.

Для складу та структури бактеріобіоти характерні значні сезонні та міжрічні коливання.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці - це система заходів і дій, спрямованих на захист працівників від впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів, збереження їхнього здоров'я і працездатності.

Ця система складається з наступних компонентів:

- Організаційні заходи
- Нормативно-правова база;
- Матеріально-технічне забезпечення охорони праці
- Психологічна підготовка працівників і керівників
- Соціальна інфраструктура;
- Соціально-пропагандистська діяльність.

Метою всього комплексу заходів з охорони праці є виявлення небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на учасників виробничого процесу. Потім необхідними умовами (кроками) є розробка системи інструкцій з техніки безпеки для кожного учасника, на кожному етапі виробництва, а також формування спеціальної служби для контролю за умовами праці. Наступним кроком є належне обладнання робочих місць працівників відповідно до вимог безпеки та, за необхідності, забезпечення працівників спеціальними засобами захисту (як індивідуальними, так і колективними).

Важливою умовою забезпечення безпеки на робочому місці є також рівень підготовки працівників (знання, навички, практичний досвід і готовність до надзвичайних ситуацій) та дотримання правил безпеки. Крім того, кожен працівник повинен мати чітке уявлення про соціальний захист у разі виробничої травми або професійного захворювання. Важливу роль у цьому відношенні відіграють засоби масової інформації та рівень обізнаності населення.

Екологічна безпека в охороні праці вимагає від працівників дотримання стандартів і правил безпеки. Особливо це стосується небезпечних виробництв. Наприклад, якщо у виробництві використовуються небезпечні речовини, вони повинні бути сертифіковані, дози суворо обмежені, працівники повинні бути захищені засобами індивідуального захисту та мати спеціальний дозвіл на проведення таких робіт.

Якщо в процесі виробництва небезпечні або шкідливі речовини потрапляють у навколишнє середовище, такі виробничі приміщення повинні бути обладнані фільтрами та нейтралізаторами. У повітрі можуть виникати небезпечні концентрації хімічних сполук і мікроорганізмів (гази і пари). У таких випадках працівники повинні бути забезпечені засобами захисту органів дихання та очей (респіраторами, окулярами, протигазами та респіраторами), рукавичками та спецодягом.

Систематичний і тривалий вплив шкідливих факторів (наприклад, токсичних речовин, психологічного стресу, електромагнітних полів, радіаційного фону, несприятливих температур тощо) може призвести до накопичення цих речовин в організмі людини або до сумачії їх ефектів. У таких випадках існує ризик виникнення професійних захворювань і зниження працездатності. Щоб запобігти цим процесам і зменшити вплив шкідливих факторів, працівникам можуть бути запропоновані харчові добавки (молочні продукти та висококалорійна їжа), скорочений робочий день, триваліша відпустка, менший стаж роботи (вихід на пенсію на пільгових умовах) та реабілітація у відомчих медичних закладах.

ВИСНОВКИ

1. Річка Мокра Московка є лівою притокою Дніпра і найбільшою малою річкою Запорізької. Річка протікає територією Запорізької області і на нижній ділянці, довжина якої становить близько 11 км, протікає щільно забудованою частиною Запорізької області. Гирлова ділянка русла р. Мокра Московка довжиною 2,6 км від гирла до залізничного мосту Запоріжжя-1 – Запоріжжя-2 пролягає по території Олександрівського та Комунарського районів м. Запоріжжя. Мокра Московка бере початок на південь від села Райське. Тече спершу на північний захід, далі — переважно на південний захід. У пониззі тече територією міста Запоріжжя впродовж 7 км і впадає у Дніпро біля парку «Дубовий Гай». Басейн р. Мокра Московка простягається в межах Кінсько-Ялинської низовинної області, що входить до складу Лівобережнодніпровсько-Приазовського краю.

2. Антропогенний вплив є фактором, що трансформує умови існування та життєдіяльність мікроорганізмів, призводить до порушення процесів самовідновлення і до серйозних змін у стані водних екосистем у залежності від його тривалості та стійкості. Основними напрямками антропогенної трансформації гідроекосистеми р. Мокра Московка є зарегулювання та випрямлення русла, забруднення мінеральними речовинами, органічне забруднення, фізичне забруднення. Всі ці види антропогенного впливу є характерними для малих річок урбанізованих зон.

Майже по всій довжині русла річка протікає в межах забудови, виток розташовано у сільській забудові, нижня третина розташована у межах м. Запоріжжя.

3. Аналіз наявних літературних джерел, статистичної інформації та звітності показав, що гідроекосистема р. Мокра Московка є дуже трансформованою та антропогенно зміненою за рахунок її використання та

забруднення в ході господарської діяльності. Дослідження вказують на незадовільний стан екосистеми річки та необхідність його покращення та всебічного контролю. За показниками загальної чисельності мікроорганізмів та кількості гетеротрофів, а також співвідношенням груп мікроорганізмів екосистема р. Мокра Московка характеризується як така, що знаходиться у стані антропогенного екологічного напруження.

4. Проблема моніторингу та пошуку можливостей покращення стану гідроекосистем річок України є вкрай актуальною, а використання бактеріобіоти у якості індикаторної групи – перспективний інструмент моніторингу та біоіндикації. При антропогенній трансформації порушуються внутрішні зв'язки біоценозів та метаболічні процеси у гідроекосистемах, що відображається у трофічній, морфологічній, топічній та інших структурах біоти, зокрема бактеріобіоти. За цими змінами, їх напрямком та інтенсивністю можна судити про значимість факторів впливу, можливість відновлення та динаміку стану гідроекосистем. Показано, що біологічна індикація є більш чутливим за гідрохімічний контроль інструментом моніторингу стану гідроекосистем. Антропогенний вплив призводить до помітних змін складу угруповань живих організмів, зокрема, бактерій, їх функціонування. Мікроскопічні спільноти води та донних відкладень – активні та інформативні структурні одиниці водних екосистем, які швидко реагують на зміну еколого-екологічних умов завдяки широкому діапазону адаптаційних можливостей.

5. Склад бактеріобіоти р. Мокра Московка визначається її природними особливостями, напрямами та мірою антропогенного впливу. Перш за все виділяється автохтонний та алохтонний компонент бактеріобіоти. У складі природної бактеріобіоти переважають сапротрофні організми, характерні для прісноводних водотоків. У складі алохтонного компоненту домінують патогенні та умовнопатогенні представники кишкової мікробіоти, що є наслідком значного органічного забруднення, скидання недоочищених побутових стоків. Бактеріобіота річки представлена різноманітними

систематичними, екологічними, трофічними та морфологічними групами мікроорганізмів, співвідношення яких може бути чутливим індикатором стану гідроекосистеми в цілому та використовуватися у системі моніторингу. Для складу та структурно-функціональної організації бактеріобіоти р. Мокра Московка характерними є значні сезонні та багаторічні коливання основних показників внаслідок природних, зокрема погодних, та антропогенних причин. Значною проблемою є велика кількість патогенних бактерій, що не лише свідчить про поганий стан водойми, але й несе пряму загрозу населенню м. Запоріжжя.

6. Визначення сапрофітних мікроорганізмів, що належать до різних фізіологічних груп, дозволяє судити про наявність тих чи інших забруднювачів, про процеси самоочищення річки, про перетворення речовин. у багаторічній динаміці спостерігається коливання показників ЛКП та чисельності сапрофітних бактерій, при цьому для обох показників після стрімкого зростання відмічено поступове зниження значень у період 2014 – 2018 рр. бактерії-сапрофіти живляться органічними рештками відмерлих рослин і тварин, продуктами харчування людини. Вони спричинюють гниття і бродіння (ферментацію) органічних речовин. Загальна кількість мікроорганізмів у досліджуваній річці знаходяться на рівнях значно нижчих за прилеглі ділянки річок Старий та Новий Дніпро в межах м. Запоріжжя. Не дивлячись на ступінь забруднення р. Мокра Московка, її стан за показниками алохтонної бактеріобіоти є кращим за ділянки Дніпра, куди вона впадає. У порівнянні з іншими річками басейну Дніпра р. Мокра Московка має середні значення загального числа мікроорганізмів, колі-індексу та колі-титру. За основними показниками екосистему річки можна віднести до забруднених, екологічно напружених. Важливими показниками є співвідношення сапротрофної та гетеротрофної груп мікроорганізмів. Наявність та чисельність автохтонного та алохтонного компонентів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Байдіков І.А. Особливості ландшафтної структури Запорізької області як основа для середньомасштабного картографування ландшафтів регіону. *Український географічний журнал*. 2015, № 3. С. 23-32.
2. Бройде И.Л., Галинко Л.В., Блюмкин М.М. Современное состояние и перспективы развития мест захоронения твердых бытовых отходов в г. Запорожье. *Научно-технический сборник*. 2002. №43. С. 192-201.
3. Василенко Т.Г., Добровольская О.Г., Коляда В.П., Сокольник В.И., Химико-аналитические аспекты превращения железа в сточных водах шламонакопителя ПАО «Запорожсталь», «Металургия». Выпуск 2 (40). 2018. С. 124-128.
4. Верниченко-Цветков Д.Ю. Оценка состояния водных экосистем по пигментным показателям альгофлоры Д.Ю. Верниченко-Цветков Проблеме екології та охорони природи техногенного регіону: міжвід. зб. наук. пр. відп. ред.: С.В. Беспалова. Донецьк: ДонНУ, 2007. Вип. 7. С. 30-34.
5. Даус М. Є., Кічук Н. С., Романчук М. Є., Шакірзанова Ж.Р. Динаміка мінералізації і вмісту головних іонів у поверхневих водах басейну Дніпра за період 1990-2015 роки ISSN:2306-5680 *Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia*. 2018. № 3 (50).
6. Домбровський К.О. До питання про стан річки Мокра Московка. К.О. Домбровський, О.П. Корж Збірка мат. всеукраїнської конф. молодих вчених «Сучасні проблеми екології» (7-9 жовтня 2004 р., м. Запоріжжя). 2004. С. 117-1.
7. Домбровский К.О., Муленко М.А., Михина И.И. Макрозообентос урбанизированной малой речки Мокрая Московка. *Вестник Запорожского государственного университета*. Биологические науки. Запорожье: Запорожский национальный университет, 2004. С. 134-137.

8. Домбровський К.О., Гурський А.О., Кирилах О.І. Зооперифітон річки Мокра Московка в межах м. Запоріжжя та процеси самоочищення лотичних водних екосистем. Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. Вып. 93. Київ : Техніка, 2010. С. 111-115.
9. Домбровский К.О., Крупе К.С. Экологическая оценка малых рек Запорожья с помощью интегрального индекса экологического состояния. *Вестник Международной Академии Наук*. 2011. С. 220.
10. Дударева Г.Ф., Ткачук О.В., Лашко Н.П. Дослідження сезонних коливань якості води в річці Мокра Московка. Збірка матеріалів II Міжнародної конференції «Сучасні проблеми біології, екології та хімії», 1-3 жовтня 2009 р. Запоріжжя. С. 230-232.
11. Єременко Т.С., Домбровський К.О., Бентосні безхребтні малої річки Мокра Московка. Theoretical and science bases of actual tasks. 2022. Lisabon. Portugal. P. 703.
12. Клімат України /за ред. В. М. Липінського, В. А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ : Видавництво Раєвського, 2003. С. 343.
13. Костюченко Н.І. 2015. Вплив техногенного навантаження на екологічний стан ґрунтів басейну річки Мокра Московка (Запорізька область). *Збірник наукових праць V-ого Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю*. С. 201.
14. Костюченко Н. І. Мікробні комплекси техногенних ґрунтів як показник екологічного стану басейну річки Мокра Московка (Запорізька область). Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи». 2015. С. 71.
15. Кражан С. А., Хижняк М. І. Природна кормова база рибогосподарських водойм : навч. посіб.. Київ : Аграрна освіта, 2014. С. 333.
16. Гурець Л. Л. Моніторинг довкілля: конспект лекцій. Суми: Сумський державний університет, 2016. С. 250.

17. Никифоров В. В., Дігтяр С. В., Мазницька О. В., Козловська Т. Ф. Біоіндикація та біотестування: навчальний посібник. Кременчук : Видавництво ПП Щенбатих О. В., 2016. С. 76.
18. Олейник Г. Н., Юришинец В. И., Старосила Е. В. Бактериопланктон и бактериобентос как биологические индикаторы состояния водных экосистем. *Гидробиологический журнал*. 2010. Т. 46, № 6. С. 38-51.
19. Олейник Г.Н., Старосила Е. В Структура и функционирование бактериопланктона и бактериобентоса в водоемах с высоким содержанием неорганического азота. *Гидробиологический журнал*. 2010. Т. 46, № 4. С. 28-40.
20. Павличенко В.И., Шевченко А.К., Стеблюк М.В. К изучению спектра питания личинок мошек (Diptera, Simuliidae). *Вестник зоологии*. 1977. № 1.
21. Петроченко В.І. Природа Запорізького краю: Довідник. Запоріжжя: «Тандем Арт Студія», 2009. С. 200.
22. Петроченко В.І. Ландшафти Запорізької області: Довідник. Запоріжжя : КЗ «ЗОЦТКУМ» ЗОР, 2009. С. 48.
23. Прозоркіна Н.В., Рубашкіна П.А. Основи мікробіології, вірусології та імунології, 2002. С. 285.
24. Романенко В.Д. Основи гідроекології. Київ: Обереги, 2001. С. 728.
25. Рошка О.В. Особливості екологічного стану р. Мокра Московка. *Стратегії інноваційного розвитку природничих дисциплін: досвід, проблеми та перспективи: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 21 березня 2019 р.)* гол. ред.. колегії Н.А. Калініченко; ЦДПУ. Кропивницький, 2019. С. 210.
26. Савенко М. В. та ін. Циркуляція антибіотикорезистентних ізолятів бактерій родини Enterobacteriaceae у системі людина – водні екосистеми. *Український журнал медицини, біології та спорту* 2021. Том 6, № 3 (31). С. 32.

27. Сербов М. Г., Шекк П. В. Організація спортивного і любительського рибальства та створення культурних рибних господарств: Підручник. Харків : ФОП Панов А.М., 2017. С. 484.

28. Сляднєв Павло. Керівник – Івахненко В. М. Екологічний стан водойм України. Екологія. Здоров'я людини. Проблеми та перспективи людства: матер. Всеукраїнської дистанційної екологічної наук.- практ. Конференції з міжнародною участю, 22 квітня 2021 р. Під ред. О. А. Шемчук. Х.: ФК НФаУ, 2021. С. 362.

29. Старосила Є. В. Структура та функціонування бактеріопланктону та бактеріобентосу у водоймах, забруднених мінеральним азотом: автореф. на здобуття наук. ступеня к.б.н. Київ, 2009. С. 24.

30. Старосила Є. В. Мікробіологічна характеристика мілководної зони водосховища. *«Біологічні дослідження 2014 Збірник наукових праць V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів»*. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. С. 254-257.

31. Троїцька О.О., Белоконь К.В., Манідіна Є.А., Рижков В.Г. Оцінювання бактерійної контамінації поверхневих вод р. Дніпро з рекреаційних зон лівобережжя м. Запоріжжя *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету*. 2021. Т.2. Вип.37. С. 132-137.

32. Фізична географія Запорізької області: Хрестоматія. Відп. ред. Л.М. Даценко. Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. С. 200.

33. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Основи гідрохімії. Київ : Ніка-Центр, 2012. С. 326.

34. Шакірзанова Ж.Р., Кічук Н.С. Гідрохімія річок і водойм України: Конспект лекцій. Одеса : Вид.ТЕС, 2015. С. 59.

35. Шевчук В. Я., Васенко О. Г. Екологічний стан басейну ріки Дніпро за результатами першої українсько-канадської експедиції. Харків, 1999. С.53.

36. Щербак В.І., Пономаренко Н.М. Екологічний стан та якість води вищувальних ставів за бактеріологічними показниками при внесенні органічних добрив. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2011. Вип. 76. С. 329-333.

37. Azam F., Cho B.C., Smith D.C., Simon M. Bacterial cycling of matter in the pelagic zone of aquatic ecosystems Large Lakes. *Ecological Structure and Function*. Berlin: Springer-Verlag, 1990. P. 477-488.

38. Norland S. et al. The relation between biomass and volume of bacteria. *Handbook of methods in aquatic microbial ecology*. Lewis Publishers, Boca Ration. 1993. P. 303-308.

39. Starosyla Iev. The operative biomonitoring microbiological parameters of water and sediment in the simulate experiments. *Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution: materials VI international young scientists conference*, 13-17 may 2013. Odesa, 2013. P. 255-256.

40. Звіту Водна Ініціатива Європейського Союзу Плюс для країн Східного партнерства ENI/2016/372-403 Розроблення плану управління районом річкового басейну Дніпра в Україні: Фаза 1, Крок 1. Опис характеристик району річкового басейну. URL: <https://mk-vodres.davr.gov.ua/sites/default/files/%>

41. Звіт Моніторинг поверхневих вод в районі річкового басейну Дніпра, Україна. URL: <https://euwipluseast.eu/images/2021/06/PDF/UA-Report-Dnipro-SW-Monitoring-UKR.pdf>

42. Гребінь В. В. Мокра Московка. *Енциклопедія Сучасної України*. /редкол.: І.М. Дзюба, А.І. Жуковський, М.Г. Железняк та ін. НАН України, НТШ. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2019. URL: <https://esu.com.ua/article-69592>

43. Предприятие Запорожской области нанесло ущерб на полмиллион гривен. URL: <https://zp.depo.ua/rus/zp/pidpriemstvo-zaporizkoi-oblasti-naneslo-zbitkiv-na-pivmilyona-griven-202106211335779>.

44. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області у 2020 році. URL: https://www.zoda.gov.ua/files/WP_Article_File/original/000085/85864.pdf

45. Стан довкілля в Запорізькій області Інформаційно-аналітичний огляд 2020. URL: https://www.zoda.gov.ua/files/WP_Article_File/original/000146/146607.pdf