

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Кваліфікаційна робота

бакалавра

на тему: ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН РІЧКИ СЕГУРА (ІСПАНІЯ)

ECOLOGICAL STATE OF THE SEGURA RIVER (SPAIN)

Виконав: студент курсу, групи

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми

Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

Костерний М.В.

Керівник доцент, доцент, к.б.н. Костюченко Н. І.

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

Запоріжжя – 2023

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 д.н.б. проф.
Рильський О.Ф.

« 16 » листопада 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Костерному Микиті Віталійовичу

1. Тема роботи Екологічний стан річки Сегура (Іспанія)

керівник роботи Костюченко Наталія Іванівна, к.б.н., доцент

затверджені наказом ЗНУ від «06» лютого 2023 року № 221-с

2. Строк подання студентом роботи 8 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи матеріали експериментальних досліджень, особисті спостереження, літературні посилання на авторів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) визначити вплив річкової води на енергію проростання насіння та морфометричні показники тест-культур *Cucumis sativus* L. і *Triticum aestivum* L.;

2) провести оцінку токсичності води за допомогою «ростового тесту» та визначити фітотоксичний ефект;

3) порівняти досліджувані тест-культури щодо їх чутливості та реакції на вплив поллютантів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) таблиці 3.1–3.5; рисунки 3.1–3.5; Додатки А, Б, В, Г, Д, Е, Ж

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали 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 наукової літератури, наукових статей	лютий – березень 2023	Виконано
2	Поповнення джерел літератури з теми дипломної роботи	березень 2023	Виконано
3	Оформлення огляду літератури з теми дипломної роботи	квітень 2023	Виконано
4	Проведення експерименту	квітень – травень 2023	Виконано
5	Статистична обробка експериментальних даних	травень 2023	Виконано
6	Оформлення кваліфікаційної роботи	Травень 2023	Виконано
7	Попередній захист кваліфікаційної роботи	червень 2023	Виконано
8	Підготовка доповіді та презентації до захисту	червень 2023	Виконано

Студент _____ М. В. Костерний

Керівник роботи _____ Н. І. Костюченко

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Н.І. Костюченко

РЕФЕРАТ

Дана робота викладена на 52 сторінці друкованого тексту, містить 4 таблиці та 5 рисунків. Перелік посилань включає 38 джерел, з яких 10 – іноземною мовою.

Об'єктом дослідження є екологічний стан води річки Сегура (регіон Мурсія, Іспанії).

Предметом дослідження є фітотоксичні властивості води річки Сегура.

Методи дослідження – індикаційні («ростовий тест»), аналітичні, статистичні.

Метою кваліфікаційної роботи є моніторинг якості води річки Сегура за біоіндикаційними показниками, а також визначення рівня її фітотоксичності шляхом фітотестування з використанням рослинних тест-систем.

Теоретично і експериментально доведено, що вода з річки Сегура (Іспанія) має слабку стимулювальну дію на енергію проростання насіння і ростові процеси тест-культури *Cucumis sativus* L. та гальмування процесів росту кореневої системи в усіх варіантах досліджу.

З двох апробованих тест-систем більш чутливою до якості води за морфометричними показниками була *Triticum aestivum* L.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ФІТОТЕСТ, ТЕСТ-КУЛЬТУРА, РІЧКА СЕГУРА, ФІТОТОКСИЧНІСТЬ, *CUCUMIS SATIVUS* L., *TRITICUM AESTIVUM* L.

ABSTRACT

In the work 52 pages 4 tables, 5 pictures were used 38 literary sources, including 10 in a foreign language.

The object of the research is ecological state of the Segura River water (Murcia region, Spain

The subject of the study is phytotoxic properties of Segura River water.

Research methods indicative ("growth test"), analytical, statistical

The purpose of the qualification work is monitoring the water quality of the Segura River according to bioindicative indicators, as well as determining the level of its phytotoxicity by means of phytotesting using plant test systems.

Theoretically and experimentally determined: that water from the river Segura (Spain) has a weak stimulating effect on the energy of seed germination and growth processes of the test culture *Cucumis sativus* L. and inhibits the growth processes of the root system in all variants of the experiment.

Of the two tested test systems, *Triticum aestivum* L was more sensitive to water quality according to morphometric indicators.

KEYWORDS: PHYTOTEST, TEST-CULTURE, SEGURA RIVER, PHOTOTOXICITY, *CUCUMIS SATIVUS* L., *TRITICUM AESTIVUM* L.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1 Річки і їх класифікація	9
1.2 Історія експлуатації річки Сегура.....	12
1.3 Географічне положення та особливості річки Сегура.....	14
1.4 Значення річки Сегура для регіону.....	17
1.5 Загрози та проблеми, що впливають на екологічний стан річки.....	19
Сегура.....	19
1.6 Методи біоіндикації якості природних поверхневих вод	22
2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	26
2.1 Об'єкт дослідження.....	26
2.2 Визначення фітотоксичності води річки Сегура.....	27
2.3 Статистична обробка отриманих результатів.....	30
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	32
Енергія проростання та морфометричні показники тест-культур при вирощуванні на воді з річки Сегура (Іспанія).....	32
Визначення фітотоксичності води річки Сегура.....	36
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	38
4.1 Техніка безпеки під час польових досліджень.....	38
4.2 Техніка безпеки при роботі зі скляним посудом.....	40
4.3 Техніка безпеки при роботі на комп'ютері.....	41
ВИСНОВКИ.....	43
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	44
ДОДАТКИ.....	48

ВСТУП

Річка Сегура – одна з найбільших річок на південному заході Іспанії, що протікає через такі регіони як Мурсія, Альбакете та Кастильйо-Ла-Манча. Не зважаючи на значення річки для природи та людей, її екологічний стан залишається незадовільним [1].

Актуальність дослідження полягає в тому, що екологічний стан річки Сегура має велике значення для життя природи та людей в цьому регіоні Іспанії. Покращення стану річки Сегура є важливою задачею з точки зору збереження біорізноманіття та забезпечення життєдіяльності місцевого населення. Для оцінки екологічних процесів, пов'язаних із впливом людської діяльності на річкову екосистему, необхідно проводити постійний моніторинг екологічного стану річки, зокрема, методами біоіндикації.

Метою кваліфікаційної роботи є моніторинг якості води річки Сегура за біоіндикаційними показниками, а також визначення рівня її фітотоксичності.

Об'єктом дослідження є екологічний стан води річки Сегура (Іспанії).

Предметом дослідження є фітотоксичні властивості води річки Сегура.

Для досягнення поставленої мети було сформовано та виконано такі завдання:

- 1) визначити вплив річкової води на енергію проростання насіння та морфометричні показники тест-культур *Cucumis sativus* L. і *Triticum aestivum* L.;
- 2) провести оцінку токсичності води за допомогою «ростового тесту» та визначити фітотоксичний ефект;
- 3) порівняти досліджувані тест-культури щодо їх чутливості та реакції на вплив поллютантів.

Методи дослідження: біоіндикаційні («ростовий тест»), аналітичні, статистичні.

Наукова новизна роботи: дослідження якості води річки Сегура за біоіндикаційними показниками в регіоні Мурсія (Іспанія) не проводились.

Результати експериментальних досліджень кваліфікаційної роботи можуть бути використані у змісті навчальних дисциплін:

- 1) Біоіндикація.
- 2) Гідрологія.
- 3) Моніторинг довкілля.

Результати дослідження можуть бути корисними для науковців, екологів, а також місцевої влади та громадськості, які займаються питаннями охорони довкілля та розвитку регіону. Отримані дані проведених досліджень екологічного стану річки Сегура можуть бути базовими для проведення моніторингових досліджень з метою формування пропозицій щодо покращення екологічної ситуації в цьому регіоні Іспанії. Виконання цієї роботи є важливим кроком у напрямку збереження навколишнього середовища та його раціонального використання в інтересах сучасного суспільства.

1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Річки і їх класифікація

Річки – водні потоки, які неперервно рухаються, оскільки вони з'єднуються з іншими більшими водними потоками, такими як озера, моря та океани. Річкові системи сприяють формуванню стабільних екосистем з широким біорізноманіттям.

За величиною площі басейну річки класифікують на великі, середні і малі. До великих відносять річки з площею басейну більше 50 000 км², до середніх – з площею басейну в межах 2000 – 50000 км², до малих – з площею басейну менше 2000 км². Нижня межа площі басейну (50 км²), яка відділяє малі річки від струмків, є умовною.

Кожна річка має своє місце витоку, де вона починається, і місце впадіння, де вона зливається з морем, озером або іншою річкою - гирлом. Відстань від витоку річки до її гирла називається довжиною річки. Річки, які безпосередньо впадають в океани, моря, озера або зникають у пісках і болотах, називаються головними річками, а ті, що впадають у головні річки, називаються притоками. Звичайна класифікація приток відносно головної річки передбачає, що приток першого порядку - це річка, що впадає безпосередньо в головну річку, притоку другого порядку - це річка, що впадає в притоку першого порядку тощо [2].

Головна річка разом з усіма своїми притоками утворює річкову систему, що відрізняється густотою річкової мережі. Поверхня суші, з якої річкова система збирає воду, називається водозбором або басейном річки.

Річки зазвичай протікають у вузьких, вигнутих формах рельєфу, відомих як долини, і найнижча частина долини, де постійно протікає водний потік, називається руслом [3-4]. Частина днища долини, яка затоплюється під час повеней високими річковими водами, називається заплавою. Вище заплави розташовані тераси, які в минулому були заплавами. Це сліди

колишньої діяльності річкових вод, коли річкова долина була менш глибокою.

Зазвичай річки прокладають свій шлях через зони найменшого опору і напруження, такі як тектонічні розломи. В руслах річок чергуються глибші ділянки, відомі як плеса, і мілкі (перекати). Лінія найбільшої глибини русла, відома як тальвег, визначає фарватер, або судновий хід, на судноплавних річках. Там, де річка перетинає тверді гірські породи, утворюються пороги (особливо багато на гірських річках) [4].

На поверхні річкового потоку межу утворює берег. Залежно від положення відносно середньої лінії русла, визначаються правий і лівий береги річки. Падіння річки визначається різницею висот між витокom і гирлом. Річка може змінювати своє русло. Русла річок, які пересихають у пустельних районах, піддаються змінам через переміщення пісків. У вологих кліматичних умовах річки утворюють меандри, які з часом можуть перетворитися на стариці, озера, а пізніше на болота або сирі луки.

Русло річки може зазнавати змін внаслідок антропогенних втручань, таких як меліорація, коли русло річки спрямляється (каналізується) для створення осушувальної системи; після будівництва греблі на річці та інших подібних впливах.

На поверхні Землі річкові системи розподілені вкрай нерівномірно. Найбільша густота річкової мережі спостерігається в екваторіальному поясі, де протікають найбільші річки світу, такі як Амазонка і Конго. У тропічних і помірних поясах також можна знайти значну річкову мережу, особливо в гірських регіонах, таких як Альпи, Кавказ, Скелясті гори та інші [5].

Карпати відзначаються найбільшою густотою річкової мережі на території України. У безводних районах спостерігається поширення річок, які періодично набувають стоку внаслідок танення снігу або сильних дощів (наприклад, річки рівнинного Казахстану і Центральної Азії, вади Сахари і Аравійського півострова, крики Австралії тощо). Сезонне пересихання відбувається лише на деякому відрізку річки (зазвичай у верхів'ї), тоді як на

інших ділянках спостерігається зменшення водного потоку (наприклад, річки Великий Куяльник і Малий Куяльник в Одеській області України) [6].

Річки впливають на земну поверхню як по вертикалі, так і по горизонталі, виступаючи як формоутворювачі. Географічно річки можуть бути розділені на три ділянки відповідно до їх поздовжніх профілів, або графічного зображення лінії русла від верхів'я до лиману. Залежно від маршруту, яким рухається річка, її течія змінюється відносно потоку, що визначає її здатність до ерозії, транспорту та осадження. Існують високі курси, середні курси та низькі курси річок.

Високий курс – Верхня або верхня течія річки відноситься до тієї частини річки, яка знаходиться у верхів'ї, зазвичай на вододілі гірського масиву, і подальше стікає по крутому схилу, утворюючи поріг. В цій частині річки переважає висока ерозійна активність та транспортування матеріалу, у порівнянні з осадженням. Ерозія на дні річкового каналу формує V-подібну долину, яр або каньйон, де вода має високу кисневу насиченість. Найхарактернішими формами на цій ділянці річки є водоспади, пороги, великі улоговини та інші вражаючі природні утворення.

Середній курс – Середня частина або середня течія річки є сегментом річки, де вода тече з меншою швидкістю порівняно з верхньою течією. Цей розділ характеризується ширшим руслом та потоками, пологими схилами та більшою кількістю осадження та транспортування матеріалів, ніж ерозії. Тут формуються широкі рівнини, відомі як алювіальні рівнини або заплави. Річкові канали можуть бути анастомозними (розгалуженими) або звивистими. У такому плануванні дія ерозії води відбувається у відкритих ділянках річкового русла, тоді як в осередках кривизни відбувається осадження матеріалів. Внаслідок розмивання меандрами, річкова долина набуває форми, подібної до корита.

Низький курс – у нижній течії річки вода, яка накопичується у середині річки, стікає вниз по течії або утворює річкові озера. Ухил і швидкість руху води зменшуються. Ерозійна активність значно знижується, а головними

процесами стають акумуляція та транспортування дрібних матеріалів. На цій ділянці течія річки загалом слабка, і заплава займає значну площу лише під час повені. Акумулятивні процеси, що відбуваються на великих водозбірних територіях, призводять до накопичення поживних речовин, що робить цю зону дуже родючою і відомою як «Вегас». Вода з цієї ділянки річки використовується для зрошення сільськогосподарських культур, з урахуванням переваг родючого ґрунту та наявності води. Однак, під час повеней або підвищення рівня річок, ця зона може стати небезпечною. Також на цій ділянці часто спостерігається поповнення підземних вод у водоносних горизонтах, іноді з притоками.

1.2 Історія експлуатації ріки Сегура

Доісторичний час. Існують попередні сліди, що підтверджують існування важливих поселень людей на річці Сегура з найдавніших часів. Між Каласпарра і Сьесою були знайдені палеолітичні місцезнаходження (Альмаденес і Барранко де лос Грахос) та неолітичні (Ла Серрета і Лос Грахос), які є єдиними на Середземноморському дюзі та були визнані ЮНЕСКО світовою спадщиною [7].

Від іберійців до арабів. З цього періоду навколишній регіон річки Сегура залишався заселеним протягом усієї історії, з приходом іберійців, римлян, візантійців та арабів, відповідно. Ібери були першою цивілізацією, яка поселилася на берегах річки Сегура і використовувала її ресурси для розвитку сільського господарства та рибальства. Вони також вивчили цикли повеней і посух і адаптували свої системи обробки землі до особливостей річки.

Систему поливу, яка була встановлена у Вега дель Сегура, спочатку розробили араби після завоювання Кори Тудмира, хоча римляни також використовували канали та невеликі акведуки для полегшення поливу.

Араби вміло використовували ресурси, які надавала Сегура, створюючи широку мережу каналів, які доставляли воду до всіх полів у своїй басейні. Водяні колеса, млини, мости та інші споруди засипали ландшафт вздовж річки, сприяючи процвітанню сільського господарства [8]. Проте з часом економічний розквіт став проблемою масифікації, яка виникла внаслідок експлуатації річкових берегів та інтенсивного обробітку землі. Ця проблема змусила встановити системи розподілу води, які зберігаються й сьогодні.

Епоха Нового часу – XIX століття. У цей період вирубка лісів XVIII століття, особливо у другій половині XIX століття, мала катастрофічні наслідки для режиму річкових потоків. Не лише середовище вплинуло на зменшення опадів у всій річковій низовині, але також роль відіграла людська діяльність у використанні русла. Водні ресурси середньовіччя та Нового часу, до кінця XIX століття, були більшими, ніж сьогодні. Однак відсутність резервуарів для накопичення води призвела до того, що режим річкових потоків був досить непостійним до 1950-1960 років. Тому, відбувалися постійні повені восени і взимку, а також сильні посухи. З одного боку, численні повені завдають шкоди інфраструктурі поливу та забруднюють питну воду, але з іншого боку сприяють глибокому зволоженню ґрунту і збагаченню його підземних вод [9].

Деякі з найвідоміших та катастрофічних повеней, наприклад, повінь Сан-Каліксто в 1651 році з розливом $1,7 \text{ м}^3/\text{сек}$ і понад 1500 загиблими в Мурсії, або повінь Санта-Терези в 1879 році з розливом понад $1,800 \text{ м}^3/\text{сек}$. Інші значні повені, що перевищували $1,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, відбувалися протягом років 1946, 1948, 1973, 1987 і 1989, призводячи до численних людських та матеріальних втрат [1].

XX століття – створення мережі водосховищ. Після економічного та демографічного розквіту XVIII і XIX століть, сучасна Мурсія відзначається глибокими посухами, значними повенями і війною проти Наполеона. У середині XIX століття відбувається економічне зростання, пов'язане з експлуатацією родовищ мінералів та початком промислового розвитку.

Великі гідротехнічні споруди почали розбудовуватись лише на початку XX століття з водосховищами, які накопичують воду з їх приток. На початку століття були побудовані водосховища Альфонсо XIII, Талаве та Ла Фуенсанта, що сприяли розвитку традиційного поливу.

У 1949 розпочалися попередні роботи з будівництва найбільшого водосховища в своїм басейні – Ценахо, яке включає близько 19 водосховищ та гребель для контролю всіх водних ресурсів річки та запобігання значним збиткам від повеней [10].

6 червня 1963 року глава держави Франсіско Франко відкрив водосховище Сенаго. Інавгурація відбулася за участю світлового та звукового шоу. Сенаго розташоване в місці оточеному горами, де зустрічаються різні види рослин у природному стані, з переважанням хвойних лісів на вапняках і доломітах, особливо сосни карраско та чагарники розмарину і ялівцю. Різноманітність тваринного світу також дуже велика: яструби, орли-бродяги, кабани, лисиці, білки та інші види. Численні скельні утворення створюють умови для гніздування соколів та перепілок.

Слід зазначити, що водосховище включає як саму річкову котловину, так і систему притоків, струмків і підземних вод, які розподіляються вздовж центральної осі, розподіляючи водні потоки по обидва береги.

1.3 Географічне положення та особливості річки Сегура

Річка Сегура бере початок у Понтонес (Хаен), розташованому в Сьєрра-дель-Сегура, в серці Бетичної системи, на висоті 1413 метрів. На своєму 325-кілометровому маршруті він перетинає провінції Хаен, Альбасете та Мурсія та закінчується на узбережжі Середземного моря в провінції Аліканте. Є численні притоки, які впадають у його русло, збільшуючи його потік до Вега Медіа. Від Азуд-де-Охос її русло значно зменшується до гирла в Гуардамар-дель-Сегура.

У провінції Хаен річка Сегура бере початок у Понтонес, перетинаючи природний парк Сьєррас-де-Касорла, Сегура-і-лас-Віллас. Вже в Альбасете він проходить біля міст Есте, Летур і Ельче-де-ла-Сьєрра. У регіоні Мурсія муніципалітети, які перетинає річка Сегура, розташовані в регіонах Вега Альта, Вега Медіа та Уерта Мурсія. Найвидатніші популяції розташовані з півночі на південь: Каласпарра, Сьеза, Абаран, Бланка, Охос, Улеа, Вільянуева-дель-Ріо-Сегура, Арчена, Лоркі, Сеуті, Лас-Торрес-де-Котільяс, Моліна-де-Сегура (Торреальта та Ла-Рібера-де-Моліна), Север, Мурсія та Беніель.

У муніципалітеті Мурсія, що межує з берегами річки Сегура, знаходяться райони Ель-Рааль, Алькеріас, Санта-Крус, Лос-Рамос, Льяно-де-Брухас, Торреагуера, Пуенте-Точінос, Беніахан, Лос-Долорес, Ла-Арболеха, Ла-Ера-Альта, Нондуермас, Гвадалупе, Рінкон-де-Сека, Рінкон-де-Беніскорнія, Ла-Райя, Ла-Ньора, Пуебла-де-Сото, Хавалі-В'єхо та Хавалі-Нуево. В Аліканте він проходить через Оріуела, Бенехусар, Рохалес і закінчується в Гвардамар-дель-Сегура [11].

Першою притокою Сегури є річка Мадера, а перед виходом з Хаену річка Зумета вливається в Сегуру. В Альбасете річка досягає свого найбільшого потоку через гирла річок Тус, Тайбілла, Арройо Летур і Ріо

Мундо (з найбільшим потоком). Вже в регіоні Мурсія він збирає води річки Бенамор (або Мораталла), річки Аргос, річки Кіпар, річки Мула та річки Гуадалентін (також відомої як Сангонера або Регерон).

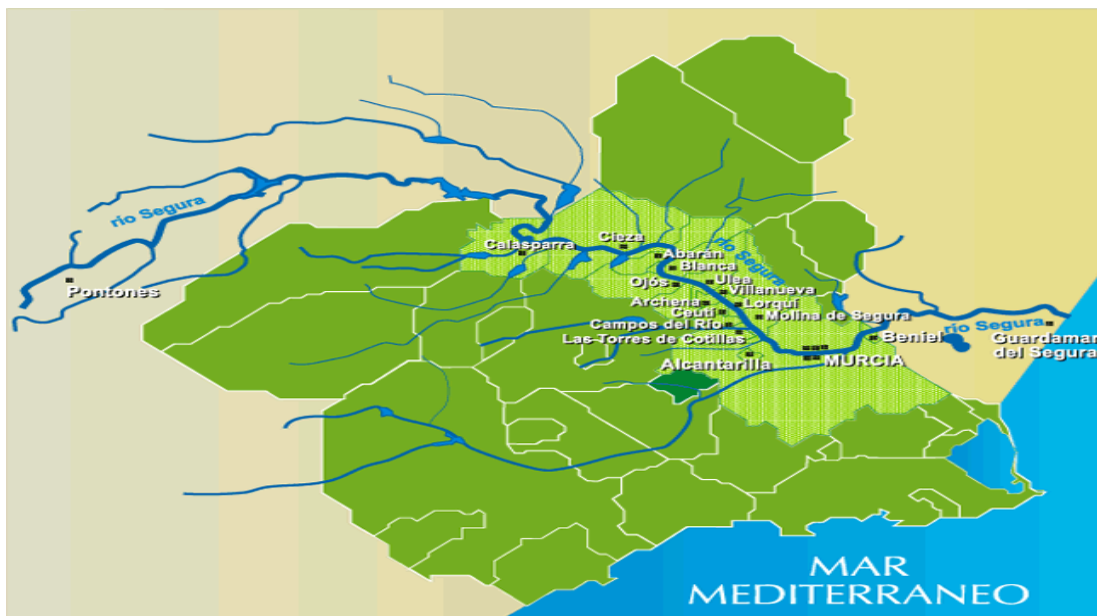


Рисунок 1.1 – Карта-схема басейну з муніципалітетами регіону Мурсія



Рисунок 1.2 – Карта-схема приток річки Сегура

Канали на схилі Середземного моря функціонують як дренажні системи проти проливних дощів кожного сезону. У регіоні Мурсія основні канали, які сходяться в річку Сегура, з півночі на південь:

- 1) Рамбла дель Каркабо .
- 2) Рамбла-дель-Агуа-Амарга , з басейном площею близько 55 км² і довжиною 18 кілометрів.
- 3) Rambla del Judío , з басейном приблизно 622 км² і 159 кілометрів у довжину.
- 4) Рамбла-дель-Моро , з басейном площею майже 400 км² і довжиною 40 км.
- 5) Rambla del Tinajón , з басейном приблизно 140 км² і 21 кілометр завдовжки.
- 6) Rambla Salada (Torres de Cotillas), з басейном приблизно 172 км² і 24 кілометри в довжину.
- 7) Рамбла де Абанілья, з приблизно 45 км² басейну та 30 кілометрів у довжину.

Особливістю каналів на лівому березі Сегури є те, що більшість з них несуть солону воду [2].

1.4 Значення річки Сегура для регіону

Економіка Мурсії була сильно зумовлена контролем та управлінням водою, що є ключовим фактором регіонального економічного зростання. Головна сільськогосподарська та промислова діяльність, що здійснюється вздовж усієї рівнини річки Сегура, була рушійною силою розвитку регіону.

Сільське господарство. Однією з найбільш характерних іригаційних систем у басейні є рисові поля Каласпарра, які дали назву першому в світі рису , який отримав найменування походження. Природне середовище, в

якому він вирощується, забезпечує йому особливу якість і смакові характеристики.

Цитрусові та фруктові дерева зробили Мурсію одним із провідних світових виробників кісточкових фруктів із фермами у Вега-Альта та цитрусовими у Вега-Медіа.

З 19-го століття до середини 20-го століття трава еспарто, яка на даний момент занепадає, була важливим продуктом національного значення та має велике економічне значення в регіоні через придатність місцевості для вирощування еспарто у Вега Альта та Медіа, а також через близькість води для системи варіння та миття волокна.

Паприка Мурсія, із зазначенням походження, є ще одним із видатних сільськогосподарських продуктів цієї рівнини, розробленої особливо в районі Еспінардо [12].

Традиційні гідротехнічні роботи. Олійні, кузні, валяльні млини, міні-центри або млини (борошно, паприка, сіль або порох) завжди залежали від використання водних ресурсів річки Сегура. Інші споруди, такі як колодязі, раковини або фонтани, є частиною будівель міського призначення. Ці конструкції все ще перебувають у хорошому стані в багатьох районах Вега-Альта та Медіа-дель-Сегура, хоча вони більше не використовуються.

Промисловість. Починаючи з 20-го століття, консервна, хімічна та електроенергетична промисловість є основними компаніями, розташованими в околицях річки Сегура. Зараз багато з цих промислових анклавів стали бізнес-парками з високим рівнем розвитку.

Відпочинок, оздоровлення та сільський туризм. Навколо басейну Сегура, особливо в Лас-Вегасі Альта та Медіа, була розроблена мережа послуг і продуктів, спрямованих на розвиток природних видів діяльності (пішохідний туризм, скелелазіння, спелеологія, веслування на каное тощо) і сільського туризму (будинки та сільські готелі, природничі класи, музеї та центри прийому відвідувачів), які заохочують використання природного середовища існування, насолоджуючись неперевершеною атмосферою цих

земель. Спа-центр Archena з джерелом, відомим ще з римських часів, є ще одним із варіантів, які пропонуються на річці Сегура. Ці гарячі джерела визнані на міжнародному рівні завдяки якості води та унікальності навколишнього середовища.

Найбільш затребуваними напрямками для сільського туризму є: Долина Рікоте, Каласпарра, Съєца, Бланка, Арчена і Беніель [12].

1.5 Загрози та проблеми, що впливають на екологічний стан річки Сегура

У басейні річки Сегура закінчується вода. Неодноразове надмірне споживання його ресурсів у поєднанні з наслідками глобального потепління призвело до того, що канал, який зрошує землі від Съєрра-де-Касорла до полів Картахени, занепав, просуваючись своїм маршрутом. На думку Джулії Мартінес, технічного директора New Water Culture Foundation, індекс експлуатації всього басейну перевищує 200%. За винятком випадків Кіпру та Мальти, з усіх країн та європейських басейнів, який витримує найбільший водний стрес, це басейн Сегури [13].

Від початку до кінця маршрут Сегура напружений мережею гідравлічних інфраструктур для постачання води на зрошувані поля Мурсії. Гідрографічна конфедерація Сегури створила низку водосховищ, перекачування та буріння нових свердловин, які підштовхнули всю екосистему навколо басейну до межі. Цього тижня заплановані демонстрації нової передачі. За висновками Штефана Нолте, технічного спеціаліста Платформи захисту водних джерел, у регіоні склалася «нежиттєздатна модель», коли попит на воду значно перевищує потужність самого басейну та пов'язаних з ним перекачувань у річку Мундо [13].

Як наслідок, екологічний стан річки швидко погіршується, адже загрози через забруднення та опустелювання басейну річки Сегури вже є реальністю. Крім того, прогнозується у майбутньому дефіцит води в річці Сегура через комбінований вплив зміни клімату [13].

У своїх останніх кілометрах перед входом в Аліканте та впаданням у Середземне море річка Сегура зигзагами проходить між будівлями Мурсії. За інформацією Педро Луенго, речника *Ecologistas en Acción* у регіоні, за останні 40 років відбулося розширення використання зрошення, якого раніше не було.

Перетворення сухих сільськогосподарських ґрунтів на агроценози, які потребують великої кількості води, спричинило велику екологічну проблему, оскільки вся територія впадає в лагуну Мар-Менор – закритий басейн, де вирощуються агрокультури, з яких виробляються продукти харчування, що виробляються з цих промислових культур, містять шкідливі сполуки, зокрема нітрати, що змиваються дощами та досягають лагуни, забруднюючи воду та викликаючи дисбаланс у її екосистемі. Нітрати, що викидаються в Мар-Менор, унікальну лагуну в Середземному морі, живлять водорості та фітопланктон, змушуючи їх розмножуватися таким чином, що вони не дають світлу досягти дна, де знаходиться їхній морський луг. Цей процес відомий як евтрофікація і посилюється великою кількістю нерегульованого зрошення. Насправді, за підрахунками Південно-Східного агентства натуралістів, у сільській місцевості Картахени є 10 000 незаконно зрошуваних гектарів, що було визнано минулого лютого Міністерством екологічної інтеграції [13].

Ситуація з Мар-Менор не нова і не є несподіванкою. Можливо, через очевидну видимість її погіршення до неї привертається набагато більше уваги, ніж до процесів, спричинених надмірною експлуатацією вод басейну річки Сегура, опустелювання. Вівес вважає що, на соціальному рівні завжди виникає плутанина щодо інтерпретації типів посушливого ландшафту. Ландшафт може бути посушливим і не погіршуватися і не викликати процес опустелювання [13].

Згідно з офіційним визначенням Євросоюзу, опустелювання – це форма деградації ґрунтів у посушливих районах, як у випадку з Мурсією, спричинена процесами, пов'язаними з кліматом та діяльністю людини. Як наслідок, у середньостроковій перспективі виникають серйозні проблеми, які впливають на посушливі райони, такі як зменшення виробництва їжі, втрата родючості ґрунту або нижча якість води. Згідно зі Спеціальним звітом, підготовленим Європейським судом аудиторів у 2018 році, анклав між Мурсією, Альмерією та Альбасете є регіоном Європи з найвищим ризиком опустелювання, яке вражає 90% її території. В Іспанії загалом щонайменше 75% території живе під загрозою опустелювання [12].

У випадку з Мурсією процес прискорюється впливом міських агломерацій і збільшенням посівних полей, що є дуже типовим для густонаселених регіонів Європи. Найбільше потерпає саме річка Сегура, яка щодня стискається все більше. За даними Хуліо Мартінес [13], проблема, яка виникає внаслідок нестійкого розширення зрошення за межі традиційного зрошення, полягає в тому, що мова йде про промислове зрошення, яке спричиняє загальну надмірну експлуатацію водоносних горизонтів, що є основним синдромом опустелювання в Іспанії. Згідно звітами Міністерства сільського господарства, рибальства та продовольства на території південного континенту площею трохи більше 11000 км² щорічно експортується 2,5 млн т. За даними асоціації роботодавців Мурсії Proexport, за десять років регіон збільшив обсяг експорту сільськогосподарської продукції на 43,3 % [12].

Як стверджує Рубен Вівес [13], такий тип зрошення повністю відокремлений від природних або традиційних систем зрошення. І що тут потрібно, щоб його підтримувати, це труби, передачі чи колодязі та добувати воду з інших місць. Вода має кінцеве використання в цьому зрошенні, вона не є частиною екосистеми, і тому це спричиняє більше опустелювання через необхідність видобувати більше ресурсів з інших місць». Проблема полягає в тому, що зрошення трактується як дуже продуктивна економічна модель,

маючи на увазі, що це створює дуже важливу економіку, особливо експорт, і перетворюється на робочі місця. Але все, що він породжує, є нестабільним як через умови роботи поденних робітників, так і через кліматичні наслідки.

1.6 Методи біоіндикації якості природних поверхневих вод

Використання фізико-хімічного аналізу для оцінювання якості поверхневих вод має свої обмеження щодо надання повної інформації про вплив забруднюючих речовин на гідроекосистеми. В зв'язку з цим, особливо актуальним стає використання біологічних методів для визначення токсичності цих вод [14].

Біотестування якості води було апробовано у численних дослідженнях як вітчизняних вчених, так і за кордоном [15-17]. Світовий досвід підтверджує, що активне використання методів біотестування для виявлення забрудненості вод дозволяє найбільш об'єктивно оцінювати загальний вплив антропогенних факторів на стан водних ресурсів. Найбільш поширеними з них є стандартизовані методи, проте не всі вони виявляються досить ефективними за різних потреб певного водокористування [15].

Вирішення проблеми вибору ефективної методики біотестування для визначення рівня токсичності води вимагає застосування спеціальних критеріїв і становить важливу методологічну задачу. Одним із ключових аспектів методів біотестування є чутливість організмів, використовуваних як тест-об'єкти, до присутності токсичних хімічних речовин у їх середовищі. Численні дослідження [18-19] присвячені обговоренню питання про чутливість водних організмів до токсичних речовин. Такий критерій як чутливість організмів має якісний і кількісний аспекти. У якісному аспекті, чутливість відображає здатність функцій організму реагувати на вплив хімічних речовин. У кількісному аспекті чутливість використовується для

порівняння реактивності різних організмів, функцій і процесів на шкідливі впливи. У більш чутливого організму серед досліджуваних тест-систем порушення процесів метаболізму, ростових процесів виникають раніше і за менших концентрацій токсичних речовин.

При дослідженні впливу токсичних речовин на організм оцінюють його реакцію за одним або кількома показниками. У випадку аналізу набору показників, загальна чутливість організму зазвичай встановлюється на основі найчутливішого з цих показників [19].

Спроби обмежити використання поняття чутливості лише до фізіолого-біохімічних процесів навряд чи виправдані. Дослідження, які враховують інші функції життєдіяльності організмів, також можуть бути використані для оцінки чутливості за відповідними показниками.

У якості кількісного показника чутливості використовують мінімальну концентрацію токсичної речовини, яка призводить до зміни будь-якої функції організму протягом визначеного часу, або мінімальний час, необхідний для прояву змін при заданому впливі, або величину відповідної реакції при заданому впливі та встановленому терміні досліду. Одиниці вимірювання чутливості можуть бути виражені у відсотках, одиницях концентрації речовини або одиницях часу. При вираженні чутливості через концентрацію або час, фіксується заздалегідь визначена величина ефекту, яка повинна виникнути внаслідок впливу. Часто використовується мінімальне статистично значуще відхилення відповідного показника від контрольної групи [19].

Отже, поняття чутливості є відносним, а при кількісній оцінці чутливості функцій організму необхідно встановлювати обмежуючі умови.

З урахуванням цих умов, поняття чутливості може бути визначене як найменша величина токсичної дії (концентрація або тривалість експозиції), що призводить до зміни будь-якого біологічного або екологічного показника на величину, яка перевищує задані порогові значення, протягом встановленого періоду.

Однією з переваг біоіндикації стану довкілля є можливість визначити сумісну біологічну активність фізико-хімічних факторів довкілля на природне середовище. Інтегральна оцінка, здійснена за допомогою методів біоіндикації, є достатньо об'єктивною, оскільки вона враховує вплив невідомих забруднювачів, які неможливо визначити за допомогою фізико-хімічних методів [19].

Існує багато рекомендацій щодо використання того або іншого виду рослин для біоіндикації стану навколишнього середовища і різних субстратів, зокрема, метод визначення сумарної токсичності ґрунту з використанням насіння редису посівного, що пов'язано з високою чутливістю насіння до токсичних речовин. За даними, біотестування за допомогою крес-салату є інформативним як при забрудненні ґрунту політантами різних типів (важкими металами, вуглеводнями, радіоактивними речовинами тощо), так і за дії комплексного забруднення.

У чисельних наукових публікаціях та методичних рекомендаціях щодо визначення токсичності різних субстратів показана ефективність застосування насіння цибулі ріпчастої (*Allium cepa* L.) як ефективною тест-культури [20-21]. Зокрема, дослідженнями Бешлей С.В та ін. [22], які проводили оцінку токсичності субстратів породного відвалу вугільних шахт і нафтозабруднених ґрунтів, встановлено, що серед апробованих тест-систем, таких як *Allium cepa* L., *Raphanus sativus* var. *radicula* Pers. та *Lepidium sativum* L., найбільш чутливою культурою виявився *A. cepa*.

Крайнюков О. М., Кривицька І. А. [23], які проводили апробацію різних тест-систем для визначення ступеня забрудненості ґрунтів методом біотестування, вважають, що найкращими біоіндикаторами є кукурудза, ячмінь і салат, які мають короткий термін схожості насіння (4 доби) порівняно з іншими культурами, схожість яких триває понад 6-11 діб. Ефективність використання деяких культур є під сумнівом через те, що вони мають дуже тонке та ніжне коріння (редис, крес-салат, капуста, огірок), або

утворюють багато бічних коренів (пшениця, ячмінь). Через це значно утруднюється вимірювання морфометричних параметрів і облік результатів.

На думку М. О. Клименка [24], для оцінки якості компонентів довкілля, поряд з іншими методами, необхідно використовувати біологічні методи. Як зазначають інші автори [25-26], біотестування якості середовища і певних субстратів з використанням тест-рослин як ефективний експрес-метод є однією зі складових комплексних моніторингових досліджень, який може включати методи ліхеноіндикації, а також мікробіологічний моніторинг [27-28].

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Об'єкт дослідження

Дослідження проводилось у весінній період 2023 року. Аналізували воду, що відбирали з річки Сегура в центрі міста Мурсія, яке є обласним центром регіону (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Карта-схема території відбору проб води з річки Сегура (місто Мурсія, Іспанія)

Ділянка № 1 – територія, що заросла очеретом та засмічена твердими побутовими відходами; спостерігається берегова ерозія, замулення і засмічення території вздовж урізу води (додаток А.1).

Ділянка № 2 – територія, яка знаходиться в межах міста і є річковою терасою, розширене та поглиблене русло річки, уступи тераси укріплені кам'яною кладкою. В зоні проведення забору проби розташований пішохідний міст, вздовж берегової лінії річки розташовані пішохідна та вело-транспортна зона, автошляхи. Кілометрова зона навколо точки забору проб

води знаходиться під значним антропогенним навантаженням, зокрема, впливом автотранспорту (додаток А.2).

Відбір проб води проводили відповідно рекомендаціям [30-32] у стерильні скляні пляшки з притертими пробками об'ємом 500 мл., на яких позначали дату і номер проби. Для отримання достовірних результатів відбір проб води проводили при стійких погодних умовах, на відстані 0,5 – 1,5 м від урізу води.

2.2. Визначення фітотоксичності води річки Сегура

Для оцінки фітотоксичності води р. Сегура використано метод біоіндикації довкілля за допомогою «ростового тесту» [32].

Загальну токсичність води здійснюють на основі обліку змін морфометричних показників і енергії проростання індикаторних культур, що вирощувались на досліджуваних пробах води.

Апробовано та порівняно дві рослинні тест-системи: огірок посівний (*Cucumis sativus* L.) гібрид F1 сорту Marketer та пшениця яра м'яка (*Triticum aestivum* L.) сорту Галера. *Cucumis sativus* L. належить до класу дводольних, має стрижневий добре розвинений головний корінь, що дозволяє прослідкувати динаміку розвитку проростків у залежності від ступеня забрудненості води. *Triticum aestivum* L. відноситься до класу однодольних. Обидва біоіндикатора характеризуються високою швидкістю проростання, що дозволяє провести експеримент у короткі строки. Також, дію стресів можна вивчати одразу на великій кількості рослин при невеликій площі робочого місця, використовуючи чашки Петрі, склянки (метод «плаваючих дисків») тощо.

Дані тест-рослини мають підвищену чутливість до забруднення, тому їх часто застосовують для дослідження токсичності водних об'єктів. Обрані

нами біоіндикатори відрізняються швидким проростанням насіння, що демонструє помітне зменшення схожості проростання при наявності поліутантів. Для оцінки токсичності часто використовують дрібне насіння з обмеженим запасом поживних речовин [23]. Крім того, насіння цих рослин є найзручнішими для застосування методу "плаваючих дисків".

Сутність ростового тесту полягає в спостереженні за енергією проростання насіння та змінами морфометричних показників індикаторної культури, яку вирощують на пробах досліджуваної води.

Метод визначення фітотоксичності води базується на здатності тест-об'єктів, зокрема проростків огірка та пшениці, реагувати на наявність різних типів забруднень, ріст і розвиток яких гальмується за присутності у воді поліутантів.

При оцінці токсичності води було використано метод «плаваючих дисків» [33]. У лабораторні склянки наливали досліджувані проби води об'ємом 250 мл. Насіння індикаторної культури (по 20 насінин *Cucumis sativus* L. та по 20 насінин *Triticum aestivum* L.) пророщували на спеціальних плаваючих кільцях з пінопласту, обтягнутих марлею. Повторюваність дослідження триразова. Контроль – відстояна водогінна вода.

Дослідження проводили впродовж 2-х тижнів, фіксуючи наступні показники:

- 1) енергію проростання насіння (щодобово);
- 2) довжину надземної частини проростків та їх приріст;
- 3) загальну кількість пророслих насінин (на кінець експерименту).

Під час експерименту звертали увагу на морфологічні особливості рослин, такі як раннє пожовтіння, характеристики розвитку кореневої системи та ін. Після закінчення експерименту рослини виймали з ємностей та вимірювали довжину проростків і кореневої системи тест-рослин.

Основними параметрами для оцінки ступеня токсичності проб води, відібраних з річки Сегура з різним ступенем антропогенного навантаження, були обрані: схожість та енергія проростання насіння (%), морфометричні

показники тест-рослин. Після проведення вимірювань для кожного з досліджуваних варіантів обчислювали середню висоту проростків і довжину корінців.

Фітотоксичний ефект визначали у відсотках за двома параметрами (висота проростків і довжина корінців). Розраховували фітотоксичний ефект за формулою:

$$\Phi E = \frac{M_0 - M_x}{M_0} \cdot 100, \% \quad , \quad (2.1)$$

де M_0 – значення біопараметра (маса рослин, висота паростків, довжина корінців та ін.) у пробі з контрольним варіантом;

M_x – значення аналогічного біопараметра з досліджуваним субстратом.

Широко використовують загальноприйняті методи математичного аналізу для встановлення зв'язків між тест-культурами та фізико-хімічними властивостями досліджуваних зразків води. Зазвичай, нижню межу впливу забруднювача визначають через середній рівень токсичності.

Для порівняння отриманих результатів використовувалась шкала рівнів токсичності (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Рівні токсичності води

Рівні пригнічення ростових процесів, %	Рівень токсичності
0 – 20	Відсутність або слабкий рівень
20,1 – 40	Середній рівень
40,1 – 60	Вище середнього рівня
60,1 – 80	Високий рівень
80,1 – 100	Максимальний рівень

Шляхом здійснення біоіндикаційних досліджень можна виявити рівень антропогенного впливу на річку в центрі густо населеного міста [32].

2.3 Статистична обробка отриманих результатів

Було проведено статистичну обробку отриманих даних мікробіологічних досліджень та показників тест-рослин, в результаті чого були розраховані наступні показники: середнє арифметичне, середнє квадратичне відхилення, похибка та критерій достовірності Ст'юдента.

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (2.2)$$

де \bar{x} – середня арифметична;

$\sum x_i$ – сума варіант;

n – число варіант у виборці.

Для встановлення меж та величини інтервалу, у якому міститься дійсне значення вимірювальної величини, використовують квадратичне відхилення:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n}}, \quad (2.3)$$

де $\sum (x - \bar{x})^2$ – сума квадратів відхилення результатів окремих вимірювань від середнього арифметичного.

При використанні вибіркової середньої для оцінки генеральної середньої необхідно знати похибку середнього арифметичного (стандартна похибка).

$$m = \frac{\delta}{\sqrt{n}}, \quad (2.4)$$

Для оцінки точності розрахунків порівняно з контрольними даними, використовувалась формула для розрахунку критерію достовірності:

$$td = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (2.5)$$

де \bar{x}_1, \bar{x}_2 – середнє арифметичне;
 m_1^2, m_2^2 – стандартна похибка.

Якщо фактичне значення t , встановлене на практиці, перевищує або дорівнює критичному (стандартному) значенню t_{st} , робимо висновок про наявність статистично достовірної різниці між середніми арифметичними в досліджуваному та контрольному варіанті. У разі, коли фактичне значення t менше за t_{st} , різницю між середніми вважають статистично недостовірною [33].

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Енергія проростання та морфометричні показники тест-культур при вирощуванні на воді з річки Сегура (Іспанія).

Для оцінки можливої токсичності природних вод, важливим критерієм є оцінка таких параметрів, як енергія проростання насіння тест-культур та морфометричні показники ростових процесів індикаторних рослин. Зазначені параметри використовуються для визначення впливу забруднень на фізіологічні процеси рослин та їх розвиток, дозволяючи зробити припущення про можливу фітотоксичність водного середовища.

У результаті проведеного дослідження впливу води з річки Сегура на енергію проростання насінні пшениці і огірка виявлено відмінності в реакції тест-культур. Нами встановлено гальмування енергія проростання насіння *Cucumis sativus* L, що вирощувалось на пробах досліджуваної води. Показники схожості насіння за варіантами досліду становили відповідно 56 % і 62 %, або 78,87 і 87,32 відсотка до контролю (рис. 3.1).

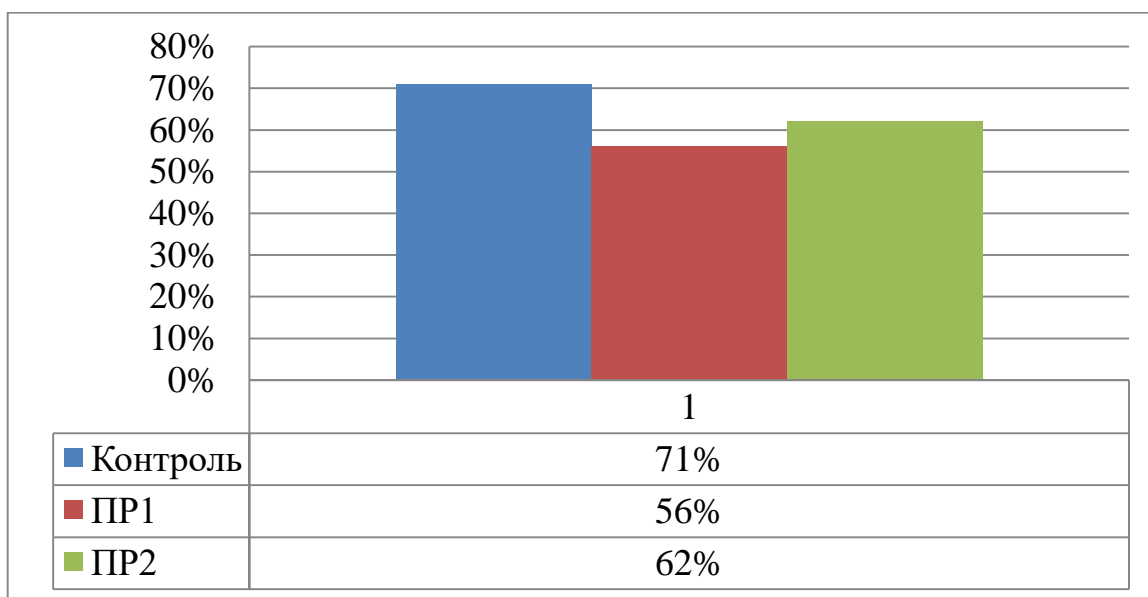


Рисунок 3.2 – Енергія проростання (%) насіння (*Cucumis sativus* L.) на воді з річки Сегура

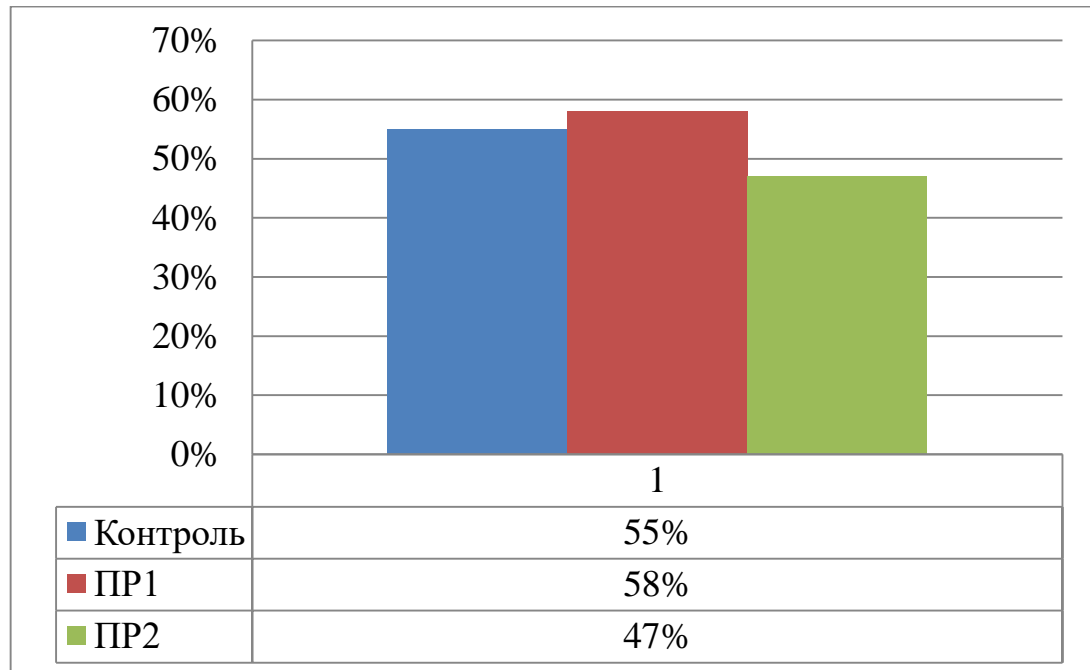


Рисунок 3.2 – Енергія проростання (%) насіння *Triticum aestivum* L. на воді з річки Сегура

Подібні результати були отримані і при пророщуванні насіння тест-культури *Triticum aestivum* L. (рис. 3.2). Найбільший гальмівний ефект відмічався при вирощуванні насіння пшениці на воді з ділянки № 2.

Проте слід зазначити, що схожість насіння, як у контролі, так і в досліді була досить низькою і становила в контролі 71,0 % для огірка та 55,0 % для пшениці, що свідчить про можливо низьку якість посівного матеріалу.

Проведений аналіз морфометричних показників тест-культур за вирощування на воді р. Сегура свідчить про недостовірну різницю між варіантами і контролем (табл. 3.1-3.2, додатки Б.1-Б.2, В). Так, довжина проростків тест-культури *Triticum aestivum* L., що вирощувались на воді з різних ділянок русла р. Сегура, була меншою на 9,4 % (проба №1) і 13,08 % (проба № 2) за контрольні показники та становили 91,4 % і 88,4 % до контролю. Слід зазначити, що гальмування ростових процесів кореневої системи пшениці відмічалось тільки у варіанті №1, де ці показники

становили 111,8 % до контролю, тоді як довжина корінців у варіанті № 2 становили 92,4 % до контролю.

Таблиця 3.1 – Результати ростового тесту на плаваючих дисках з насінням *Triticum aestivum* L. на воді р. Сегура (Іспанія)

Варіант	Довжина паростка та кореня, см	\bar{x}	m	σ	td
Контроль	паросток	17,55	0,62	11,4	-
	корені	8,44	0,45	5,88	-
Ділянка №1	паросток	16,04	0,61	12,7	1,61
	корені	9,44	0,31	3,34	-1,8
Ділянка № 2	паросток	15,52*	0,55	10,9	2,44
	корені	7,8	0,24	2,17	1,25

Примітка: * – відмінності від контролю суттєві при $P = 0,95$

Стимулювальна дія досліджуваної води на показники росту проростків (без урахування кількості пророслого насіння) тест-культури *Cucumis sativus* L була відзначена на всіх ділянках, де середні показники довжини проростків перевищували контрольні на 1- 2 см.

Морфометричні показники *Cucumis sativus* L за висотою проростків становили 107,9 % і 115 % до контролю, що свідчить про слабку фітостимулювальну дію досліджуваної води. Проте, довжина корінців огірка становила 94,87 % (проба № 1) і 90,28 % (проба № 2) до контролю, що свідчить про гальмування ростових процесів (див. табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Результати ростового тесту на плаваючих дисках з насінням *Cucumis sativus* L. на воді з р. Сегура (Іспанія)

Варіант	Довжина паростка та кореня, см	\bar{x}	m	σ	td
Контроль	паросток	11,10	0,64	17,65	-
	корені	9,57	0,3	3,94	-
Ділянка №1	паросток	11,98	0,5	10,1	-1,08
	корені	9,08	0,33	4,31	1,09
Ділянка № 2	паросток	12,82	0,34	4,74	-2,3
	корені	8,64*	0,25	2,57	2,38

Примітка: * – відмінності від контролю суттєві при $P = 0,95$

Отже, дослідженнями встановлено слабку фітостимулювальну дію досліджуваної води на ростові процеси *Cucumis sativus* L. та гальмування процесів росту кореневої системи в усіх варіантах.

Ростові процеси тест-рослини *Triticum aestivum* L. за вирощування на досліджуваній воді гальмувались, за виключенням варіанту № 1, де середні показники росту коренів перевищували показники в контролі й становили 111,8 % до контролю. Такі результати можуть бути зумовлені високою біогенністю води річки Сегура на ділянці № 1.

3.2 Визначення фітотоксичності води річки Сегура

Проведений аналіз результатів ростового тесту показав слабкий рівень фітотоксичності води з річки Сегура, а в деяких варіантах спостерігався навіть стимулювальний ефекти (табл. 3.3-3.4). Так, рівні пригнічення ростових процесів проростків пшениці за вирощування на досліджуваних пробах води становили 8,34 % (проба № 1) і 11,42 % (проба № 2). Досліджувана вода з ділянки № 2 пригнічувала ростові процеси коренів, де фітотоксичний ефект (ФЕ) дорівнював 8,4 %, проте стимулювала розвиток проростків і (ФЕ= -15,03 %).

Таблиця 3.3 – Результати дослідження фітотоксичності води р. Сегура з використанням тест-культури *Triticum aestivum* L.

Параметри	Фітотоксичний ефект, %	
	Ділянка №1	Ділянка № 2
ФЕ ₁ (за висотою рослин)	8,34	11,42
ФЕ ₂ (за довжиною коренів)	-15,03	5,45
ФЕ _{ср.}	-3,34	8,43

У результаті дослідження фітотоксичного стану води річки Сегура встановлено, що в цілому, середні показники фітотоксичного ефекту (ФЕ_{ср.}), розрахованого за двома параметрами (висота проростків і довжина корінців), свідчать про стимулювальну дію води р. Сегура на обрані тест-культури на ділянці № 1. Проте, на ділянці № 2 стимулювальною дією води була тільки для тест-культури *Cucumis sativus* L. (ФЕ_{ср.} = -2,89), тоді як для тест-культури *Triticum aestivum* L. виявлено слабкий рівень фітотоксичності – рівень пригнічення ростових процесів за двома параметрами становив 8,43 %.

Таблиця 3.4 – Результати дослідження фітотоксичності води р. Сегура з використанням тест-культури *Cucumis sativus* L.

Параметри	Фітотоксичний ефект, %	
	Ділянка №1	Ділянка № 2
ФЕ ₁ (за висотою рослин)	-7,92	-15,49
ФЕ ₂ (за довжиною коренів)	5,12	9,71
ФЕсер.	-1,4	-2,89

У цілому, слід зазначити, що досліджувана вода не має фітотоксичних властивостей і не несе загрози для гідробіонтів.

Отримані результати можуть бути пов'язані з тим, що проби води відбирались у квітні, коли водний режим у річці ще повністю не стабілізувався після зимового періоду. За умов відсутності постійної циркуляції водних потоків біля урізу води, забруднюючі речовини, що потрапляють до водойми, зокрема, з дощовими потоками, можуть сприяти їх нагромадженню, що може нести загрозу для гідробіонтів.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Перед початком моєї роботи зі мною був проведений інструктаж з охорони праці моїм науковим керівником відповідно до інструкції № 2 з Охорони праці та інструкції № 62 з Пожежної безпеки.

Збір матеріалу відбувався в польових умовах, тоді як експериментальна частина проводилась у лабораторних умовах. Обробка матеріалу, його опис та створення таблиць виконувалися за допомогою комп'ютера.

Виконання моєї дипломної роботи включало вирощування рослин-індикаторів та роботу зі скляним посудом. Статистична обробка отриманих результатів вимагала використання комп'ютерної техніки. Питання безпечного виконання цих завдань було важливим.

Під час виконання моєї дипломної роботи освітлення в лабораторії відповідало вимогам СНіП 11-4-79 «Природне та штучне освітлення. Норми проектування» і було достатнім (300-400 люкс).

Температура в приміщенні змінювалася залежно від зовнішньої температури, але завжди знаходилася в комфортних межах (20-25 °С). Вологість повітря коливалася від 40% до 75% і залежала від вологості зовнішнього середовища. Швидкість руху повітря перебувала в комфортних межах (0,25-3 м/с) [35-38].

4.1 Техніка безпеки під час польових досліджень

Перед виходом на маршрут необхідно враховувати такі рекомендації:

а) одягати головний убір, щоб захиститися від сонячного удару та уникнути потрапляння комах у волосся, особливо кліщів, які можуть бути важко помітити;

б) вибирати закрите та зручне взуття з твердою підошвою, щоб уникнути порізів ступні. Одяг повинен відповідати погодним умовам, максимально закривати тіло і, якщо можливо, мати світлі відтінки для полегшення виявлення комах.

При роботі біля водойми:

- 1) перед виходом на водойму слід ознайомитися з характеристиками водойми в даній зоні;
- 2) пересуватися водоймами слід лише після ознайомлення з їх особливостями, такими як глибина, течія та склад дна;
- 3) бути обережними біля крутих берегів;
- 4) поблизу водойми повинна знаходитися особа, яка володіє навичками плавання та знає правила безпеки на воді [34].

Під час проведення польових досліджень особливо біля водних об'єктів слід пам'ятати про змій, які не рідко бувають отруйними. При ураженні отрутою відкритої ділянки шкіри слід звернути увагу на симптоми:

- проколи на рані;
- почервоніння, набряк, синці, кровотеча або пухир навколо укусу;
- сильний біль і чутливість у місці укусу;
- нудота, блювання або діарея;
- ускладнене дихання (у крайніх випадках дихання може зупинитися зовсім);
- прискорене серцебиття, слабкий пульс, низький тиск;
- порушення зору;
- металевий, м'ятний або гумовий присмак у роті;
- підвищене слиновиділення і потовиділення;
- оніміння або поколювання навколо обличчя та/або кінцівок;
- посмикування м'язів.

Рекомендації при укусі змії:

- якнайшвидше зверніться за медичною допомогою;

- якщо можливо, сфотографуйте змію з безпечної відстані; Ідентифікація змії може допомогти в лікуванні зміїного укусу.
- зберігати спокій;
- повідомити свого керівника;
- надайте першу допомогу, чекаючи, поки працівники швидкої медичної допомоги доставлять вас до лікарні;
- зайнявши нейтральне комфортне положення;
- зняти кільця та годинник до того, як почнеться набряк;
- промийте місце укусу водою з милом;
- накрити місце укусу чистою сухою пов'язкою;
- позначити передній край набряку на шкірі та напишіть час поруч із ним[33].

4.2 Техніка безпеки при роботі зі скляним посудом

При виконанні роботи зі скляним посудом, мої дії були визначені інструкцією з охорони праці, яка була розроблена кафедрою загальної та прикладної екології і зоології для роботи зі скляним посудом.

Перед початком роботи я завжди перевіряв цілісність скляного посуду і його придатність для виконання необхідної роботи. У випадках, коли дослідження потребувало нагрівання, я використовував тільки посуд з термостійкого скла. Крім того, кожен використаний посуд був підписаний для ідентифікації. Після завершення роботи скляний посуд промивався проточною водою і зберігався у спеціальному контейнері для подальшого миття. Нетермостійкий скляний посуд використовувався лише для робіт, які не потребували нагрівання.

Під час роботи необхідно дотримуватися певних правил і заходів безпеки. Заборонено проводити дослідження в брудному або недостатньо

чистому посуді, а також рекомендується виконувати завдання у стоячому положенні. Однак, при безпечних роботах дозволяється сидіти. При пересуванні склянки з гарячою водою по поверхні стола слід тримати її подалі від себе з підкладеною ганчіркою під дно.

Заборонено проводити аналіз будь-яких речовин на смак чи запах, а також пити воду з хімічного посуду, оскільки більшість використовуваних речовин є отруйними. У лабораторії дотримуються правил щодо утримання та використання небезпечних матеріалів, таких як кислоти, горючі речовини та інші, які повинні залишатися в межах добових норм і дотримуватися правил суміщення при зберіганні реактивів. Експерименти з використанням легкозаймистих речовин та роботи з відкритим полум'ям не слід поєднувати.

Під час роботи в лабораторії також важливо дотримуватися положень з охорони праці. Всі прилади, де це передбачено, повинні бути заземлені. Електронагрівальні прилади мають бути розміщені на вогнетривкій основі та обов'язково заземлені. Не рекомендується працювати в лабораторії самотужки.

Після завершення роботи необхідно виконати такі кроки: вимити забруднений посуд, нейтралізувати та знезаразити використані реактиви та розчини, вимкнути живлення та закрити приміщення.

4.3 Техніка безпеки при роботі на комп'ютері

Під час проведення експерименту, я отримав значну кількість інформації, обробити яку швидко було можливо тільки за допомогою комп'ютерної техніки і засобів індикації інформації. При роботі я дотримувався наступних правил:

1. Щоб уникнути негативного впливу α - та β -частинок, я не сидів перед екраном ближче, ніж на відстані 50-70 см. Я знаю, що на цій відстані

частинки втрачають свій заряд, що зменшує їх шкідливий вплив на живі клітини організму. Ці частинки мають значну іонізуючу здатність, яка може змінити ДНК та порушити розвиток клітин. Вплив іонізуючого випромінювання сповільнює роботу кровотворних органів, збільшує крихкість кровоносних судин, знижує опір організму до інфекційних захворювань. На відстані 50-70 см від екрану негативний вплив частинок на клітини практично відсутній.

2. Гамма-промені мають велику іонізуючу та проникаючу здатність. Вони є високочастотними електромагнітними випромінюваннями, що виникають під час гальмування електронів на екрані. Рентгенівські та гамма-промені можуть мати смертельні наслідки. Враховуючи це, а також той факт, що рентгенівське випромінювання має напрям, протилежний екрану, я уникав сидіння за комп'ютером позаду інших працюючих комп'ютерів.

При тривалій роботі з комп'ютером приміщення іонізується «плюс» та «мінус» іонами (аеронами), причому «плюс» аерони мають негативний вплив на здоров'я. Щоб уникнути цього, кожні півтори години я робив перерву. Під час перерви вмикалась примусова вентиляція, яка видала аеронізоване повітря з приміщення і замінила його свіжим. Норма становить мінімум 160 аеронів і не більше 5000 в 1 см³. Оскільки робота з комп'ютером вимагає тривалого перебування у фіксованій позі, під час перерви я виконував фізичні вправи і вправи для очей [39].

ВИСНОВКИ

1. Дослідженнями встановлено слабку фітостимулювальну дію води річки Сегура на енергію проростання насіння і ростові процеси *Cucumis sativus* L. та гальмування процесів росту кореневої системи в усіх варіантах. Ростові процеси тест-рослини *Triticum aestivum* L. за вирощування на досліджуваній воді гальмувались, за виключенням ділянки № 1 (передмістя), де середні показники росту коренів становили 111,8 % до контролю.

2. Встановлено, що середні показники фітотоксичного ефекту ($FE_{\text{ср.}}$), розрахованого за двома параметрами (висота проростків і довжина корінців), свідчать про стимулювальну дію води р. Сегура на обрані тест-культури на ділянці № 1 (передмістя). Виявлено слабкий рівень пригнічення ростових процесів за двома параметрами тест-культури *Triticum aestivum* L., ($FE_{\text{ср.}}$ 8,43 %).

3. З двох апробованих тест-систем більш чутливою до якості води за морфометричними показниками була культура *Triticum aestivum* L.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <https://www.informacion.es/vega-baja/2010/08/15/rio-lucha-vivir-7135068.html> (дата звернення: 26.05.2023)
2. Frey Sánchez, A.V. Nuevos datos sobre el río Segura en la Vurcia del siglo xiii", *Revista Murgetana*. N 104.
3. www.chsegura.es. (дата звернення: 26.05.2023)
4. Хільчевський В. К., Ободовський О. Г., Гребінь В. В. та ін. *Загальна гідрологія*. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2008.
5. Хільчевський В. К. Річка. Велика українська енциклопедія. URL: <https://vue.gov.ua/Річка> (дата звернення: 27.05.2023).
6. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Водні об'єкти України та рекреаційне оцінювання якості води. Київ : ДІА, 2022. 240 с.
7. Qiaomei Fu et al. The genetic history of Ice Age Europe, 2016.
8. González Morales, Manuel R.; Straus, Lawrence G. "Magdalenian-age graphic activity associated with the El Mirón Cave human burial". *Journal of Archaeological Science*. 2015. 60 (1): 125-133.
9. Bermúdez de Castro, José María; Martínón Torres, María; Gómez Robles, Aída; Prado-Simón, Leyre; Martín Francés, Laura; Lapresa, María; Olejniczak, Anthony y Carbonell, Eudald «Early Pleistocene human mandible from Sima del Elefante (TE) cave site in Sierra de Atapuerca (Spain): A comparative morphological study». *Journal of Human Evolution*, 2011. 61(1): 12-25.
10. Todos los datos de la presa se han obtenido del sitio «Sociedad Española de Presas y Embalses», en la entrada «Presa:Mequinenza». URL: www.sepreem.es. (дата звернення: 27.05.2023)
11. «Padrón Municipal de Habitantes (explotación estadística) Ayuntamiento de Madrid». URL: www.madrid.es. (дата звернення: 27.05.2023).

12. https://www.regmurcia.com/servlet/s.S1?sit=c,365,m,1454&r=ReP-2255-DETALLE_REPORTAJESPADRE (дата звернення: 27.05.2023).
13. Víctor González Clota, revista en línea. URL: [«www.lamarea.com»](http://www.lamarea.com) 26 may 2023.
14. Мальцев В. Г., Карпова Г. О., Зуб Л. М. Визначення якості води методами біоіндикації: науково-методичний посібник. Київ: Науковий центр екомоніторингу, 2011, 112 с.
15. Гаранько Н.М., В.О. Ісламов. Оцінка якості питної води за допомогою методів біотестування. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2003. № 5. С. 34-37.
16. Söderbaum P., Tortajada C. Perspectives for water management within the context of sustainable development *Water International*, 2011. Vol. 36, No. 7. November, 2011. P. 812-827.
17. Стецюк Л.М. Використання методів біоіндикації та біотестування для оцінки стану водних екосистем. *Вісн. Нац. ун-ту водного господарства та природокористування*. Вип. 2 (62). «Сільськогосподарські науки». 2013. С. 175-181.
18. Гончарук В. В., Гаранько. Н. Н., Архипчук В.В. Некоторые характеристики цитотоксичности и генотоксичности водных растворов полигексаметиленгуанидина. *Доповіді НАН України*. 2002. № 3. С. 167-170.
19. Бешлей З. М., Бешлей С. В., Баранов В. І., Терек В. І. Використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності техногенно забруднених субстратів. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія біологія*. 2014. Вип. 1 (31). С. 97-102.
20. Liang, Sihua, and Jihui Zhang. "The Method of Lower and Upper Solutions for Th-Order Multi-Point Boundary Value Problems." *Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications*. 2009. Vol. 71, No. 10.
21. Bhinder N. Scientific-methodical recommendations on modernization of professional training of future border guard officers' in ukraine concerning the indian experience. *Paradigm of knowledge*. 2019. Vol. 2, No 34.

22. Бешлей З. М., Бешлей С. В., Баранов В. І., Терек О. І. Використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності техногенно забруднених субстратів. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія*. 2013. С. 97-102.

23. Крайнюков О. М., Кривицька І. А. Удосконалення способу визначення ступеня забрудненості ґрунтів методом біотестування. *Вісник Запорізького національного університету. Біологія*. Запоріжжя : ЗНУ, 2019. № 1. С. 83-89.

24. Клименко М. О., Трушева С. С., Гроховська Ю. Р. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, екологія, управління): монографія. Рівне, 2004. 211 с.

25. Петрук Р. В. та ін. Аналіз фітотоксичного ефекту небезпечних пестицидних препаратів за допомогою біоіндикації. *Техногенно-екологічна безпека*. 2019. № 2(6). С. 42-48.

26. Горон М. та ін. Фітотестування як експрес-метод оцінки токсичності нафтозабруднених ґрунтів. *Вісник Львівського ун-ту. Серія біологічна*. 2012. Вип. 58. С. 185-192.

27. Костюченко Н. І. Мікробіологічна характеристика джерельних вод острова Хортиця. *Вісник Запорізького національного університету: Збірник наукових праць. Біологічні науки*. Запоріжжя: ЗНУ, 2013. С. 115-120.

28. Костюченко Н. І., Коваленко А. О. Вплив антропогенного навантаження на екологічний стан річки Конка (Запорізька область). *Питання біоіндикації та екології*. 2017. Вип. 22, № 2. С. 87-99.

29. Антипчук А. Ф., Кірсанова І. Ю. Водна мікробіологія. Київ : Видавничий центр НАУ, 2003. 215 с.

30. Хижняк М. І., Євтушенко М. Ю. Методологія вивчення угруповань водних організмів: навчальний посібник. Київ : Український фітосоціоцентр, 2014. 269 с.

31. Мікробіологія. Методичні рекомендації до лабораторних занять та самостійної роботи для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 204 «ТВППТ» денної і заочної форм навчання / укл. С.П. Кот, В.А. Кириченко, В.О. Мельник. Миколаїв, 2017. 94 с.

32. Горова А. І. та ін. Біоіндикація. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»; Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2014. 76 с.

33. Катренко Л. А., Піскун І. П. Охорона праці в галузі освіти. Навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2011. 339 с.

34. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1332-12#Text>

35. ДСТУ 7239:2011. Національний стандарт України. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація.

36. ДСТУ EN 954-1:2003. Безпечність машин. Елементи безпечності систем керування. Частина 1. Загальні принципи проектування.

37. Випромінювання іонізуюче: Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. Херсон : ПП Вишемирський В., 2013. С. 36.

38. Криволапчук В. О. та ін. Особиста безпека : навч.-практ. посіб. Київ: ВПЦ МВС України, 2006. 169 с.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

Місце відбору проб води з р. Сегура: А – ділянка №1 (передмістя)



Додаток А.2

Місце відбору проб води: ділянка №2 (центр міста): А – вид на місце відбору проби; Б – представники місцевої фауни - качки сірі (*Anas strepera*)



А



Б

Додаток Б.1

Результати ростового тесту на плаваючих дисках з насінням тест-культур
Triticum aestivum L. і *Cucumis sativus* L.: А – на 4 добу; Б – на 10 добу



А.1



А.2



Б.1



Б.2

Додаток Б.2

Результати ростового тесту на плаваючих дисках з насінням тест-культур:

А – *Cucumis sativus* L.; Б – *Triticum aestivum* L. (13 доба експерименту)



А



Б

Додаток В

Морфометричні показники тест-культур *Cucumis sativus* L.(А) і *Triticum aestivum* L.(Б) : 1 – контроль; 2 – ділянка № 1; 3 – ділянка № 2

