

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка

Природничо-географічний факультет

Кафедра біології та методики навчання біології

Олексієнко Оксана Юріївна

АЛЕЛОПАТИЧНА АКТИВНІСТЬ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Спеціальність 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка

Кваліфікаційна робота
на здобуття освітнього ступеню магістра

Науковий керівник:

_____ М.П.Москаленко

кандидат біологічних наук, доцент

кафедри біології та методики

навчання біології

1 грудня 2021 року

Виконавець:

_____ О.Ю Олексієнко

1 грудня 2021 року

Суми 2021

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1	
РОЗВИТОК УЯВЛЕНЬ ПРО ХІМІЧНУ ВЗАЄМОДІЮ РОСЛИН.....	5
РОЗДІЛ 2	
ХІМІЧНА ПРИРОДА РОСЛИННИХ ВИДІЛЕНЬ.....	10
РОЗДІЛ 3	
МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	14
РОЗДІЛ 4	
АЛЕЛОПАТИЧНА АКТИВНІСТЬ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.....	17
РОЗДІЛ 5	
ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	
У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЇ.....	42
ВИСНОВКИ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45

ВСТУП

Алелопатія - це взаємний вплив рослин, зумовлений виділенням рослинами у власне середовище речовин, які здатні здійснювати певний вплив на сусідні рослини. Тому це явище відбувається при нагромадженні в середовищі фізіологічно активних речовин, так званих колінів, що їх виділяють рослини під час свого обміну речовин. У випадку різної концентрації та хімічного складу пулу колінів вони можуть діяти як стимулятори процесів росту і розвитку або як їх інгібітори.

Хімічна взаємодія рослин відбувається головним чином через едафічне середовище за посередництва корневих виділень у ґрунтовий розчин та участі в цьому процесі продуктів розпаду. Загальним для алелопатичних явищ є інтенсивність впливу одних видів рослин на інші. В класичних роботах А.М. Гродзинського дане визначення алелопатії як явища, в основі котрого лежить кругообіг фізіологічно активних речовин в біогеоценозі. При такому розумінні центральним питанням алелопатії є дослідження концентрації і хімічного складу колінів на всіх етапах кругообігу (в рослинах-донорах; і їх виділеннях і опаді, в рослинах-акцепторах і ризосферній мікрофлорі), фізіологічної активності в окремих дослідках і алелопатичної ролі в фітоценозі [26].

Мета. Дослідити алелопатичну активність насіння сільськогосподарських зернових культур.

Завдання. Оволодіти методикою проведення експерименту із хімічної взаємодії рослин. Вивчити вплив колінів насіння зернових культур на ріст і розвиток тестової культури.

Об'єкт. Алелопатичні взаємовідносини між сільськогосподарськими рослинами.

Предмет. Різні види зернових сільськогосподарських культур.

Методи. Основним методом вивчення алелопатичних властивостей представників зернових культур був експериментальний метод біологічних тестів А.М. Гродзинського [16]

Практичне значення роботи полягає у використанні отриманих нами результатів вчителями середніх загальноосвітніх шкіл для викладання наступних тем навчальних програм для закладів загальної середньої освіти:

- 7 клас – тема 4 «Організми і середовище існування», зміст уроку «Співіснування організмів в угрупованнях»;

- 9 клас – тема 8 «Надорганізові біологічні системи», зміст уроку «Стабільність екосистем та причини її порушення».

- 10-11 класи. Біологія та екологія. Рівень стандарту. 10 клас. Тема 7. Екологія. Зміст уроку: «Механізми регуляції густоти (щільності) та чисельності популяцій. Типи зв'язків між популяціями різних видів в екосистемах».

Структура. Дипломна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку використаної літератури, містить 20 рисунків, 1 таблицю, викладена на 48 сторінках.

РОЗДІЛ 1

РОЗВИТОК УЯВЛЕНЬ ПРО ХІМІЧНУ ВЗАЄМОДІЮ РОСЛИН

Іще в період початку виникнення землеробства виробники сільськогосподарської продукції зіткнулися з першими проблемами під час вирощування сільськогосподарських рослин. Це пригнічення стану одних рослин у присутності інших, що розташовувались близько один до одного, значне погіршення родючості ґрунту при повторному та тривалому вирощуванні однієї культури на одному місці та безліч інших. Проблема необхідності розв'язання даних ситуацій стала рушійною силою виникнення різноманітних систем обробітку ґрунту.

Сучасне землеробство, на відміну від стародавнього, не володіє великими земельними ресурсами, що обробляються і створення для них умов для відпочинку під чорним паром. Тому основний напрямок сучасного сільськогосподарського виробництва, пришвидшення процесу вирощування врожаю. В даній ситуації всі нові наукові досягнення із алелопатичних взаємовідносин рослин у агрофітоценозі є важливими і необхідними.

Питання проблеми ґрунтовтоми та безпосередньо зв'язана з нею проблема втрати врожайності та значне зниження якості врожаю безсумнівно взаємопов'язана із хімічною взаємодією сільськогосподарських культур в агроценозі. Залишки рослин культури-попередника у сівозміні містять таку речовину як карбон у хімічному складі органічних речовин. Частина цього резерву має бути розподілена на декілька напрямків: одна з частин органічних речовин розщеплюється для перенаправлення сполук у стан, коли вони можуть розчинитися у воді і стати більш доступнішим для поглинання, а решта залишається у ґрунті; друга частина має залишитися у ґрунтовому середовищі у сполуках гумусу для стабілізації його властивостей родючості в часі [1, 9].

У перекладі з грецької слово алелопатія складається з частин двох слів: взаємність та страждання. Насправді, це не зовсім так. У природних

екосистемах хімічні взаємодії рослин який завжди знижуються через взаємного тиску сусідніх рослинних організмів. Бувають такі випадки, коли стимулюється зростання та розвиток інших рослин свого виду або рослин інших видів загалом. В цих двох випадках такі взаємодії стають фактором, який може впливати на видовий склад, розмір популяції, структуру та продуктивність фітоценозів.

Хімічні речовини, як рослина синтезує у навколишнє середовище отримали різні назви (біоліни, фітоліни, фітонциди тощо). Але зараз частіше за все вживається термін коліни. Треба сказати, що це природні організми можуть виробляти у природних і фрагментованих екосистемах, та споживати біологічно активні продукти. Щоб повністю охарактеризувати рослин з центральної точки зору, будь-яка рослина може бути забезпечений наступальними елементами:

- алелопатична активність – це можливість утворювати та синтезувати у середовище фізіологічно активні речовини коліни;
- алелопатична толерантність – це специфічна можливість бути стійким до впливу своїх власних виділень (ауто толерантність) або колінів представників рослин інших видів.

Сусідні види рослин можуть по різному реагувати на одній й ті ж самі хімічні сполуки: одні рослини на них ніяк не реагують, одні можуть пришвидшувати та активізувати свої процеси метаболізу, інші піддаються інгібуючому впливу, що впливає на зміну процесів росту та розвитку [2, 10].

Як приклад можна привести водні екстракти з опалого листя деяких дерев, таких як липа, які можуть стимулювати проростання насіння інших дерев, таких як ясен. Також підземні органи липи можуть навпаки значно гальмувати процес розвитку коренів проростків насіння представників інших рослин та в той же час ніяк не впливати на ріст пагонів цієї культури.

Наприклад утворені коренем берези органічні сполуки можуть придушувати процес фотосинтезу таких дерев як в'яз дрібнолистий або дуб звичайний.

Адсорбування з ґрунту розчинених у воді таких кислот як амінокислоти, органічні кислоти, алкалоїди та деяких інших речовин є спроможністю рослин до гетеротрофного типу живлення. Причиною виникнення цієї здатності стала взаємодія коренів рослин з органічними речовинами що знаходяться в ґрунті.

Наслідком поглинання алелопатичних речовин є зміни у метаболізмі рослин які їх отримують. Цей процес змінює свою інтенсивність, напрямок здійснення анаболітичних та катаболітичних процесів. Загалом змінюється весь фізіологічний стан клітин.

Одним із головних завдань в процесі вивчення алелопатичних речовин та процесів їхнього обміну є встановлення всіх етапів перетворення цих сполук у ланцюзі послідовних етапів від рослини яка віддає ці речовини до рослини яка їх сприймає. Під час цих процесів постійно відбувається включення в даний процес перетворення колінів організмів які представляють мікроскопічний світ. Ці представники беруть участь у процесах перетворення хімічно активних речовин, які виділяються коренями і цим самим впливати на швидкість виділення та поглинання колінів та міру їх участі в процесах метаболізму в кінцевих рослинах.

Також на те якою буде хімічна взаємодія рослин певним чином впливає велика кількість екологічних факторів, що можуть змінювати хімічний стан біологічно активних фізіологічних сполук і перетворюють їх у більш активні або неактивні форми. Так як алелопатичні речовини мають здатність до зміни своєї концентрації у ґрунтовому середовищі під час випадіння опадів, або зовсім вимиватися з нього. Одні із цих речовин здатні переходити у газоподібний стан під дією екологічних факторів, або ж можуть бути поглинуті листям рослин.

Також активність речовин які виділяються може визначатися безпосередньо станом цих рослин, її життєвим періодом, віком та видовою належністю, тощо. Окрім вищезазначеного, ще можна виділити такі групи колінів як ті що виділяють в процесі життя рослини, та ті, що утворюються з

опаді оргнів. Також можна об'єднати в групи таких, що легко розчиняються та навпаки.

Ті виділення які розчиняються у воді називають ексудати, вони виділяються рослинами активно у середовище. Речовини які виділяються пасивно шляхом вимивання з оргнів рослин або після їх ушкодження і потрапляють в ґрунт мають назву дифузати. Також після відмирання цілої рослини або її деяких оргнів доволі велика частина хімічно активних речовин потрапляє в ґрунт. Ці речовини мають назву споліти [6].

Речовини які можуть після випаровування мати алелопатичну дію відносяться до фітоцидів. Це хімічно активні природні виділення з живих рослин та їхніх оргнів. Також є схожі речовини які переходять у леткий стан, але виділяються з уже відмерлих рослин, їх називають міазміни.

Напрямок дії колінів визначається їхньою концентрацією. Залежно від цього вони можуть інгібувати або навпаки – активувати ріст та розвиток рослин інших видів, які можуть поглинати речовини із фітоценозу в якому ростуть.

В результаті проведення сільськогосподарських робіт штучно регулюється рівень оргнічних речовин, куди відносяться і коліни, це досягається сучасними технологіями землеробства. До таких процесів відносяться зорювання, меліораційні заходи, внесення різноманітних добрив, сидератів, спалювання решток рослин тощо.

Ще стародавні вчені звертали увагу на випадки пригнічення одних видів рослин іншими. Маються спогади відомих висловів вченого Феофраста в якому говориться про негативну взаємодію дерев'янистих рослин на такі рослини як плющ, лобода, люцерна. Знання про ці явища були відомі аж 2300 років тому. У відомих напрацюваннях Кантона говорилося про те, що така бобова рослина як нут має сильний негативний вплив на ріст та розвиток інших рослин. Давній вчений Колумел у своїх роботах описав та зафіксував таке явище як ґрунтовтома. В його працях говорилося про неможливість

повторного використання зіпсованих виноградників через виснаження цієї культурою ґрунту [11].

Нового поштовху дослідженням хімічної взаємодії рослин була гумусна теорія яка була сформована на початку 19 сторіччя в якій говорилося про побудову рослини за рахунок органічних речовин таких як гумус, що поглинається рослинами із ґрунту. Хоча вже були відкриті перші уявлення процесів фотосинтезу, та цей процес не вважався головним принципом утворення органічних речовин рослиною.

А. Декан্ডолем було впроваджено поняття сівозміни як основної умови отримання врожаю. Він був одним із перших, хто помітив відсутність монокультур у природних екосистемах, та те, що з часом рослини в цих екосистемах замінюють одне одну на певних територіях. Це явище в подальшому було пояснене А. Декан্ডолем. Обґрунтування цього звучало таким чином – рослини накопичували в собі кореневі виділення в критичних концентраціях з рослин-попередників, які призводили до гальмування процесів росту та розвитку даного виду, і в той же час можуть позитивно впливати на ріст та розвиток інших видів в таких же умовах.

РОЗДІЛ 2

ХІМІЧНА ПРИРОДА РОСЛИННИХ ВИДІЛЕНЬ

Від того, з яких видів складається фітоценоз буде залежати склад речовин, які потраплять у ґрунтовий розчин в першу чергу з виділень, які отримуються з коренів, а після цього у вигляді опаду та відмерлих решток органів цих рослин. Це є основним ресурсом для даних речовин. Не менш значущими чинниками для перетворення алелопатично активних речовин є екологічні фактори

Різноманітність цих сполук та їхній концентраційний та якісний вміст у ґрунтовому середовищі є досить мінливим і значною мірою залежить від рівня рН середовища, швидкості перебігу хімічних реакцій, відповідно це залежить від температури, рівня вологості едафічного середовища та безлічі інших екологічних факторів. На ці процеси також значною мірою безпосередньо впливає вид рослин, вік та їхній фізіологічний стан тощо.

Азотофіксуюча мікрофлора ґрунту також має значну роль. Досить велика кількість досліджень які проводилися до цього змогли встановити взаємозв'язок між життям рослин та певними мікроорганізмами, які беруть участь у процесах формування азотного режиму ґрунту. Представників роду бобовий є найбільше в цій категорії, решта припадає на інші види. [15].

На едафічні рослини мікроорганізми можуть здійснювати різноманітними шляхами. Також це стосується і агроценозів. Найчастіше у сільськогосподарській діяльності посіви представляються монокультурою. В наслідок цього кожна рослина може створювати навколо себе специфічне середовище із певними характеристиками. Це середовище утворюється в результаті виділення рослинами хімічно активних речовин. В той же час це середовище впливає на сусідні рослини як позитивно так і негативно. Це значить що процеси росту та розвитку можуть як стимулюватися так і інгібуватися. В деяких випадках вплив на сусідні рослини може бути мінімальним або нейтральним.

Ті мікроорганізми які знаходяться в ґрунтовому середовищі завжди мають дефіцит амінокислот та деяких інших органічних речовин в процесі свого життя в наслідок того, що вони не являються автотрофами. Завжди існує певна конкуренція між різними акцепторами за ці речовини, особливо за амінокислоти. Швидка реадсорбція амінокислот може бути не тільки результатом діяльності мікроорганізмів, а і рослинами. Амінокислоти які були редсорбовані мають різний хімічний вплив на процеси метаболізму на такнинному та клітинному рівнях у рослинах. Регуляторами процесів росту в тканинах вважаються такі ендогенні речовини як триптофан та пролінова кислота. Також деякі амінокислоти можуть впливати на галуження кореневої системи. Глутамінова кислота та аспарагін є стимуляторами таких змін. Певна частина амінокислот є основою для утворення біологічно активних речовин таких як гормони та ферменти, так як вони входять до їхнього складу як простіші складові компоненти. Амінокислоти досить рідко використовуються як енергоносії для енергетичного розкладання. Більшість амінокислот є мономерами для синтезу білків. Це є їхнім головним призначенням організмі рослини. Амінокислоти також являються основними органічними сполуками для утворення алкалоїдів.

Речовини, такі як лігнін, суберин та дубильні сполуки входять до складу клітинної стінки в рослинах, а особливо до вторинних. Після того як рослина відмерла, ці речовини потрапляють в ґрунт та перетворюються на фенольні сполуки після перетворення мікробіологічним шляхом [4].

Фізіологічно активні речовини утворюються при розкладанні мікроорганізмами лігніну та можуть інгібувати процеси росту та розвитку рослинних організмів. Однією з таких речовин являється фенолкарбонова кислота, що має суттєві морфофізіологічні здатності. Мінеральні та органічні добрива, які були внесені в ґрунт, різноманітні екологічні чинники також можуть впливати на вміст даних сполук в ґрунті.

Такий вплив в процесі сільськогосподарського обробітку ґрунту певним чином впливає на переведення у зв'язаний стан фенольних сполук.

Цей процес також може контролювати біологічний стан сільськогосподарських культур та їхню врожайність. Не зважаючи на це, вміст в ґрунті фенольних сполук слугує індикатором наявності процесів гумусотворення, які в свою чергу являються показниками алелопатичної активності ґрунту під різними культурами.

Використання мульчі під рослинами також широко застосовується в сільському господарстві. Мульча являє собою відмерлі рештки рослин, які знаходяться в процесі розкладання та використовуються в якості джерела вищенаведених сполук.

Загальний стан рослин буде залежати від чисельних особливостей рослинних тканин, зокрема від тих, якими транспортуються мінеральні речовини. В основному це така тканина як ксилема.

Фізіологічно активні речовини які надходять з ґрунту проявляють свою дію через часткове блокування каналів ксилеми. Такі зміни приводять до зупинки процесів транспорту речовин між органами і гальмування супутніх процесів росту і розвитку.

З поширених в нашій місцевості сільськогосподарських культур під час сівозміни можна навести приклад падіння рівня врожайності цукрового буряка та озимої пшениці майже на 50% в окремі роки. Під час вирощування господарствами багаторічних трав, зокрема бобових, спостерігається ґрунтовтома вже на наступний рік, якщо не змінювати культуру, як результат рослини гинуть протягом кількох років.

Цукровий буряк, це одна із сільськогосподарських культур, в процесі росту якої протягом сезону накопичуються фенолкарбонові кислоти [8].

Рослини мають безліч регуляторних механізмів для свого росту і розвитку від проростання до цвітіння (ферментативна, міжклітинна, організм енна). Це такі регуляції як ферментативна, генна та електрофізіологічна регуляції на клітинному рівні. На міжклітинному рівні основною є гормональна яка регулюється за допомогою чисельних фітогормонів. Перелік цих речовин давно відомий, але постійно поновлюється.

Алелопатична дія на рослинні організми відбувається через хімічно активні сполуки – коліни. Хімічна природа цих речовин дуже різноманітна, їхньою особливістю є те, що вони дуже нестійкі в хімічному плані.

В агроценозі рівень концентрації колінів визначає стан рослин у ньому. Чим більша їхня кількість, тим гірше в загальному плані ростимуть компоненти ценозу; чим слабший ріст і набір біомаси, тим менша продукція колінів. Такий процес вважається негативн оберненим процесом.

Існує також видоспецифічний взаємозв'язок між конкретними фітоценозами та набором колінів у ньому. Рослини ценозу які постійно взаємодіють з колінами специфічними для нього не змінюють інтенсивність метаболізму від підвищення їх концентрації. Як результат такий ценоз алелопатично захищений від активного проникнення в нього інших видів. Хоча це правило не є абсолютним [27].

Е.Л.Райс визначив 14 груп речовин-інгібіторів, які беруть участь в хімічному взаємовпливі рослин:

1. Прості водорозчинні органічні кислоти, спирти з нерозгалуженим ланцюгом, аліфатичні альдегіди і кетони.
2. Прості ненасичені лактони.
3. Жирні кислоти з довгим ланцюгом.
4. Нафтохітони, антрохітони і комплексні хітони.
5. Терпеноїди і стероїди.
6. Прості феноли, бензойна кислота і похідні .
7. Корична кислота і похідні.
8. Кумарини.
9. Флавоноїди.
10. Таніли (гідроізолювані і конденсовані).
11. Амінокислоти і поліпептиди.
12. Алкалоїди і ціаногідрини.
13. Сульфіді і глікозиди в гірчичних маслах.
14. Пурини і нуклеозиди [27].

РОЗДІЛ 3

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для роботи із продуктом біологічного експерименту необхідно було виготовити водні розчини дослідних сільськогосподарських культур. А точніше їх окремих органів, зокрема насіння. Проведенням такого експерименту ми продовжили попередні дослідження алелопатичної активності насіння інших сільськогосподарських рослин (олійних). Виготовлення водних витяжок з використанням насіння зернових культур і дослідження їх хімічного впливу на рослини інших видів здійснювали за методом тестових біопроб Гродзинського А.М. [5, 16]. Це класична універсальна методологія, запропонована для вивчення алелопатичної активності різноманітних рослин та їх окремих органів. Цей метод був основним методом наших досліджень. Насіння зернових культур попередньо не були вивчені іншими авторами з точки зору здійснення алелопатичної дії на ріст і розвиток інших рослин, зокрема сільськогосподарських. Біологічним матеріалом для дослідів було обрано насіння наступних зернових сільськогосподарських рослин:

- пшениця (*Triticum* L.);
- кукурудза звичайна (*Zea mays*);
- овес посівний (*Avena sativa*);
- ячмінь посівний (*Hordeum sativum*).

Насіння цих зернових культур було висушене при температурі 15⁰С в темному приміщенні. Отримання водних витяжок із насіння рослин різних зернових сільськогосподарських культур принципово не відрізняється. Методика отримання водних витяжок з насіння цих культур є однаковою.

Дослідження проводилися протягом 2020-2021 років. Тестовою культурою нами було обрано редиску. Вона дуже часто використовується в подібних таких дослідях для вивчення алелопатичних властивостей рослин та їх органів [14, 28]. Такий вибір вважаємо виправданим, так як для тестової

культури головне швидкий ріст після проростання, що дозволяє отримати результати швидко, обробити їх та перейти до наступного етапу експерименту. Редиска відповідає всім цим вимогам.

З метою отримання водної витяжки використовували колби об'ємом 100 мл. В першу колбу вносили 2 грами насіння дослідної культури та додавали 20 мл. дистильованої води – концентрація водної витяжки 1:10. У наступну колбу до 2 грамів насіння дослідної культури додавали 40 мл дистильованої води і отримували водну витяжку концентрацією 1:20. Отримані витяжки було профільтровано через 24 години.

Після цього в чашках Петрі на фільтрувальному папері розташовували 100 насінин тестової культури і заливали 10 мл дослідної витяжки обраної концентрації. Проростання насіння тестової культури відбувалось 72 години. Після цього знімалися результати.

Такі досліди були проведені у трикратній повторності з насінням кожної зернової культури. Порядок проведення дослідів був наступним:

- 1) контроль (100 насінин тестової культури та дистильована вода);
- 2) дослід I (водна витяжка концентрації 1:10 з насіння зернової культури та 100 насінин тестової культури);
- 3) дослід II (водна витяжка концентрації 1:20 з насіння зернової культури та 100 насінин тестової культури). Експериментальне проростання насіння тестової культури відбувалось при температурі 18⁰С -20⁰С.

Біопроба із проростанням насіння тестової культури у дослідних витяжках обраних концентрацій полягала у порівнянні кількості пророслого насіння у дослідній витяжці та кількості пророслого насіння у дистильованій воді.

Для обрахунку результатів дослідження здійснювали:

1. Підрахунок % пророслого насіння тестової культури (схожість) на дослідних розчинах і та на дистильованій воді через 72 год.

2. Порівняння середньої довжини корінців проростків тестової культури в контролі та дослідних витяжках визначеної концентрації через 72 год.

3. Порівняння середньої довжини пагонів проростків тестової культури в контролі та дослідних витяжках визначеної концентрації через 72 год.

4. Порівняння середнього значення загальної довжини проростку насіння тестової культури в контролі та дослідних витяжках через 72 год.

5. Порівняння значення співвідношення надземна частина/корінь проростків насіння тестової культури під впливом колінів із екстрагованих витяжок дослідних рослин в контролі та дослідних витяжках через 72 год.

Підведення підсумків експерименту відбувалось окремо для кожної концентрації дослідних водних витяжок з насіння зернових культур. Результати оформлені у вигляді таблиць та діаграм у відповідних розділах.

РОЗДІЛ 4

АЛЕЛОПАТИЧНА АКТИВНІСТЬ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Одним із показників який ми досліджували, була схожість насіння тестової культури. Першою культурою якою ми обробляли тестову культуру був ячмінь посівний (*Hordeum sativum* Jessen). Проростання тестової культури в дослідному та тестовому варіанті відбулося без значних відмінностей (рис.- 1).

Схожість насіння через 72 години після намочування у досліді 1 та досліді 2 становила 99%. В контрольному варіанті досліді схожість становила 100%.

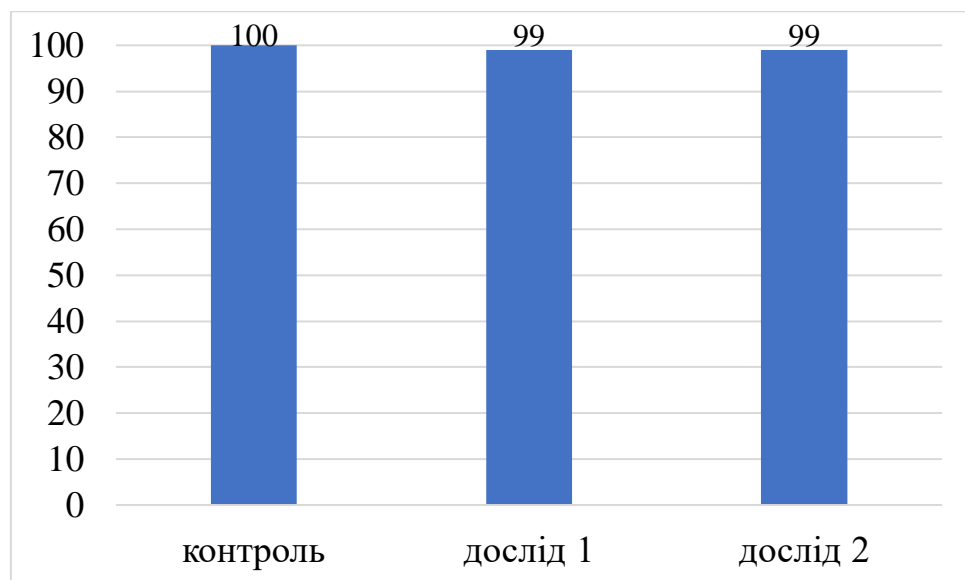


Рисунок 4.1. Схожість насіння тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння ячменю посівного (у відсотках).

Таким чином, можна зробити висновок, що встановити значні відмінності між отриманими показниками не вдалось. Отже, можна дійти висновку, що на проростання насіння тестової культури тестові розчини не вплинули, так як різниця між дослідним та контрольним варіантом була майже відсутня.

Наступний показник, який ми досліджували це довжина пагонів проростків через 72 години після намочування (рис.4.2). Цей показник визначався як середнє значення довжин пагонів всіх проростків, які зійшли в

чашці Петрі з витяжкою певної концентрації. В контрольному досліді вона становила 0,6 см, у досліді 1 – 0,5 см, та у досліді 2 – 0,7 см.

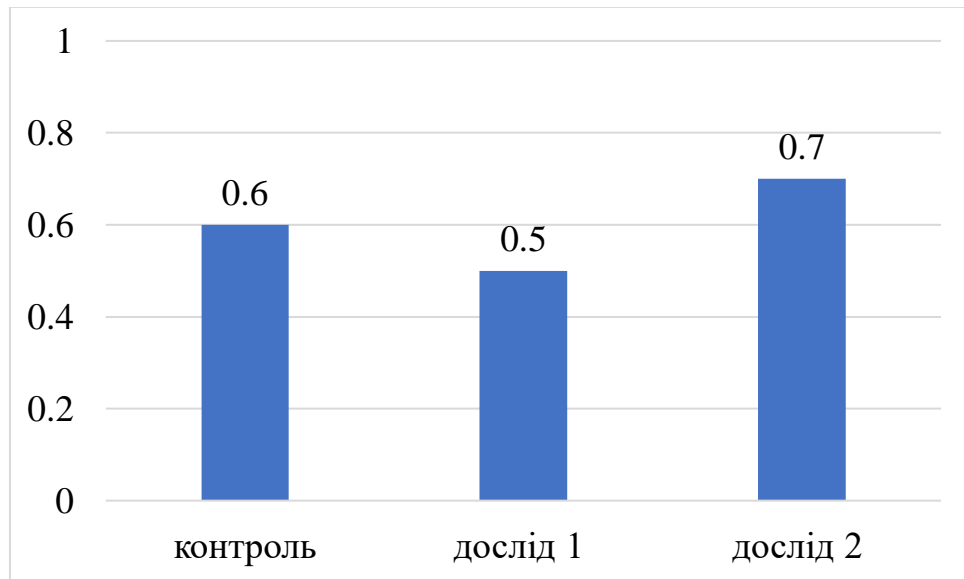


Рисунок 4.2. Середня довжина пагонів тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння ячменю (у см).

У результатах даного досліді можна побачити деякі відмінності в довжині надземної частини проростків тестової культури у варіантах з контрольним зразком та дослідними варіантами. Найбільша середня довжина пагонів була у варіанті досліді 2, де насіння тестової культури оброблялося розчином концентрації (1:20). В порівнянні з контрольним зразком, де середня довжина пагонів становила 0,6 см, довжина пагонів у другому досліді збільшилася на 17%, а у досліді 1 навпаки, середня довжина пагонів тестової культури зменшилася на 17%. Отже, можна зробити висновок, що дія колінів із витяжки ячменю меншої концентрації (дослід 2) на тестову культуру була більшою.

Коренева система дослідних рослин в процесі проростання розвивалась інтенсивніше, і значно відрізнялась за розмірами в порівнянні з пагонами (рис.4.3). В контрольному зразку з дистильованою водою середня довжина коренів становила 2 см. А в дослідних зразках, які оброблялися витяжками з ячменю, середня довжина коренів вже значно відрізнялася. Середня довжина

коренів дослідної культури, яка оброблялася витяжкою з ячменю концентрацією (1:10) становила 2,1 см, що на 5% більше від контрольного зразка. Обробка тестової культури витяжкою з ячменю концентрацією (1:20) мала більший стимулюючий ефект, середня довжина коренів у цьому зразку складала 2,6 см, що на 30% більше від контрольного зразка. Це говорить про те, що дія колінів на тестову культуру була значною.

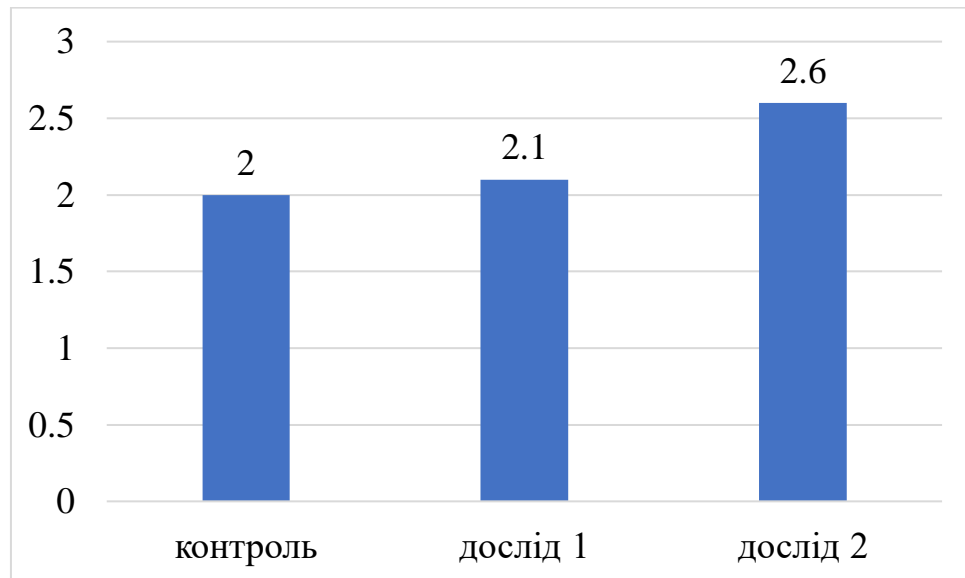


Рисунок 4.3. Середня довжина коренів тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з ячменю (см)

Таким чином, можна дійти висновку, що дослідні розчини різних концентрацій по-різному впливають на ріст дослідних культур, особливо підземної частини. Хімічні речовини, що виділилися з насіння ячменю у меншій концентрації (1:20) більш активно впливають на розвиток тестової культури, а отже проявляють алелопатичну активність.

Якщо порівнювати довжину проростків в цілому, то можна спостерігати такі результати (рисунок 4.4). В контрольному зразку середня довжина рослини становила 2,6 см, у дослідному розчині 1 з концентрацією 1:10 – 2,7 см, та в дослідному розчині 2 концентрацією 1:20 – 3,3 см.

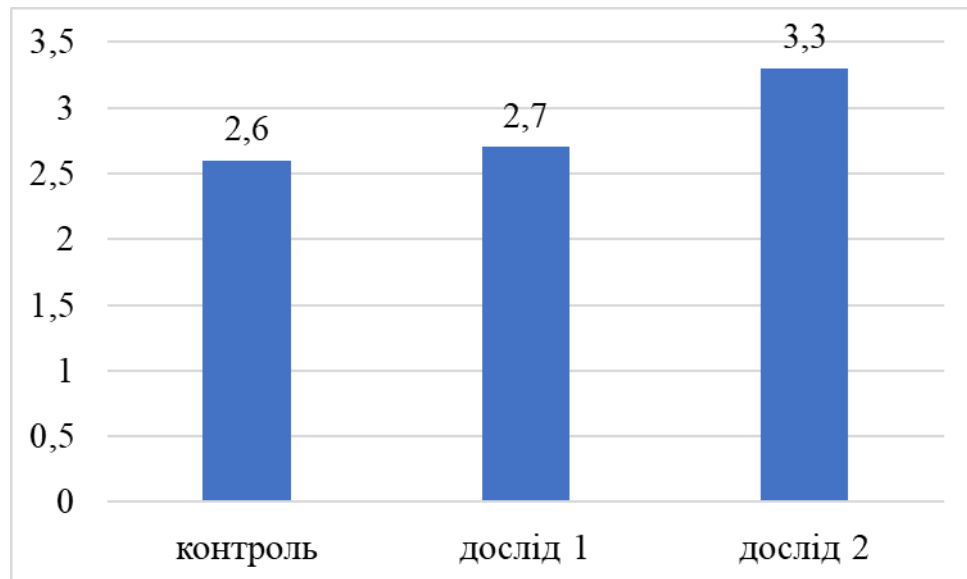


Рисунок 4.4. Середня довжина проростків тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння ячменю (см)

Таким чином в обох варіантах досліді з розчинами різних концентрацій спостерігалось збільшення розмірів паростків. В досліді 1 в порівнянні з контрольним зразком розмір проростків збільшився на 4%, в досліді 2 – на 21%. Такі результати говорять нам про те, що речовини які перейшли в екстрагований стан з насіння ячменю мають певний вплив на тестову культуру. Конкретно у випадку з розчином більшої концентрації (дослід 1) дія колінів проявилася у меншій мірі, ніж у варіанті з розчином, який хоча і мав меншу концентрацію (дослід 2), але вплив колінів на розвиток тестової культури був більший.

Ще один показник, який показує наявність алелопатичної активності у одних рослин на інші – це співвідношення розмірів коренів до розмірів пагонів тестової культури під впливом колінів із екстрагованих витяжок дослідних рослин під час проростання. У цьому співвідношенні існує залежність між абсолютними значеннями розмірів, чим вони менші, тим більша буде довжина кореню.

Співвідношення в нашому випадку мало такий вигляд: у контрольному зразку становило - 0,3, в дослідному зразку 1 з концентрацією 1:10 – 0,2, та в

дослідному зразку 2 з концентрацією 1:20 - 0,2. Зрушення під час порівняння з контролем маються в бік кореню, це означає, що під алелопатичний вплив більшою мірою підпадає надземна частина проростків тестової культури редиски.

Виходячи з отриманих результатів в ході досліджень, можна зробити висновок, що насіння злакової культури ячменю посівного дійсно має алелопатичний вплив на розвиток та ріст інших видів рослин в ході їхнього проростання. Особливо це стосується їх надземної частини. Результати даного дослідження вже були нами опубліковані. [8].

Наступною культурою, алелопатичні властивості якої ми досліджували була кукурудза звичайна (*Zea mays*). Схожість тестової культури після обробки витяжкою з кукурудзи на 72 годину після проростання становила в контрольному зразку – 91%, в досліді 1 концентрацією 1:10 – 95%, та в досліді 2 з концентрацією 1:20 – 93% (рисунок. 4.5).

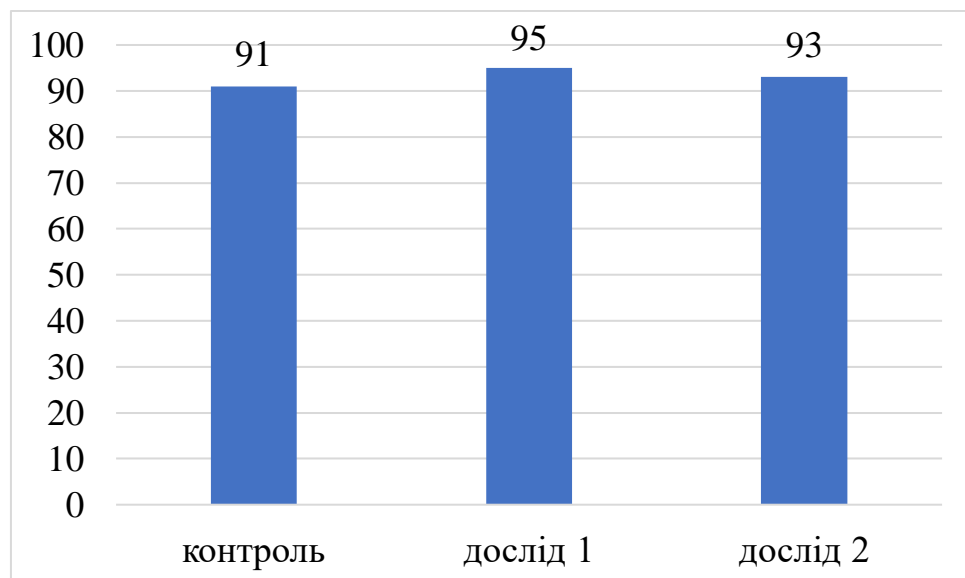


Рисунок 4.5. Схожість насіння тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння кукурудзи (у%)

Спостерігаються мінімальні зрушення в бік збільшення кількості проростків у дослідних зразках. Тобто дослідні розчини незначною мірою вплинули на проростання тестової культури.

Наступний показник, який ми досліджували це довжина пагонів проростків через 72 години після проростання (рисунок 4.6.). Це середнє значення довжин всіх пагонів у кожному варіанті досліду. Середня довжина в контрольному зразку становила - 0,9 см, у досліді 1 – 1 см, та в досліді 2 – 0,9 см.

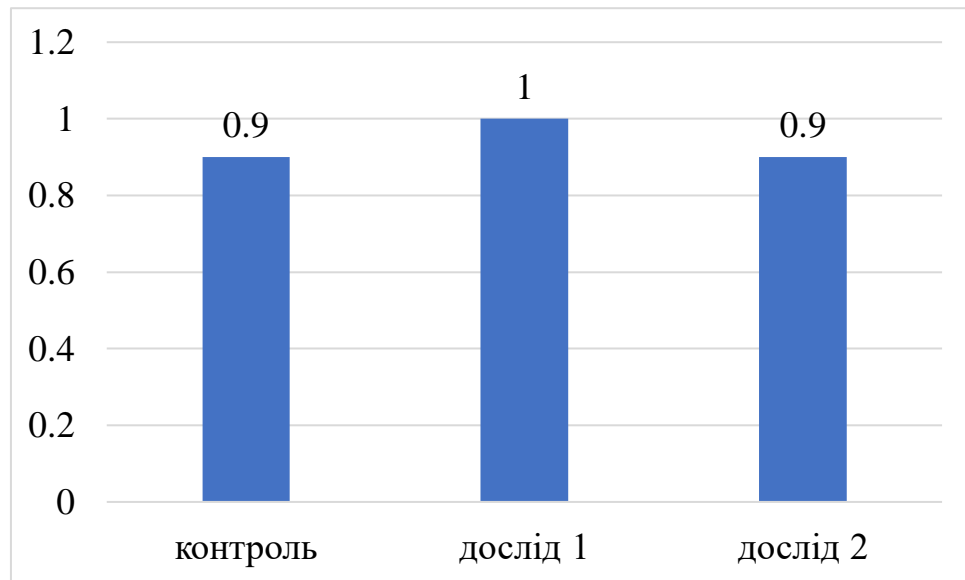


Рисунок 4.6. Середня довжина пагонів тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння кукурудзи (см).

На даній діаграмі ми можемо спостерігати незначні відмінності в інтенсивності росту пагонів тестової культури. Обробка розчином настоянки кукурудзи концентрацією 1:10 призвела до незначного збільшення довжини пагонів в порівнянні з контрольним зразком і становила 11%. Обробка тестової культури розчином меншої концентрації (1:20) не призвела до змін в довжині пагонів.

Розвиток підземної частини тестової культури показав результати, які відрізнялись більш яскраво (рисунок 4.7). Корінці в порівнянні з пагонами мали таку довжину: в контрольному зразку середня довжина корінців складала 1,3 см, в досліді 1 з концентрацією витяжки кукурудзи 1:10 – середня довжина корінців складала 1,2 см, що на 8% менше від контрольного зразка. В досліді 2 з концентрацією 1:20 – середня довжина корінців складала 0,8 см, що на 38% менше від контрольного зразка.

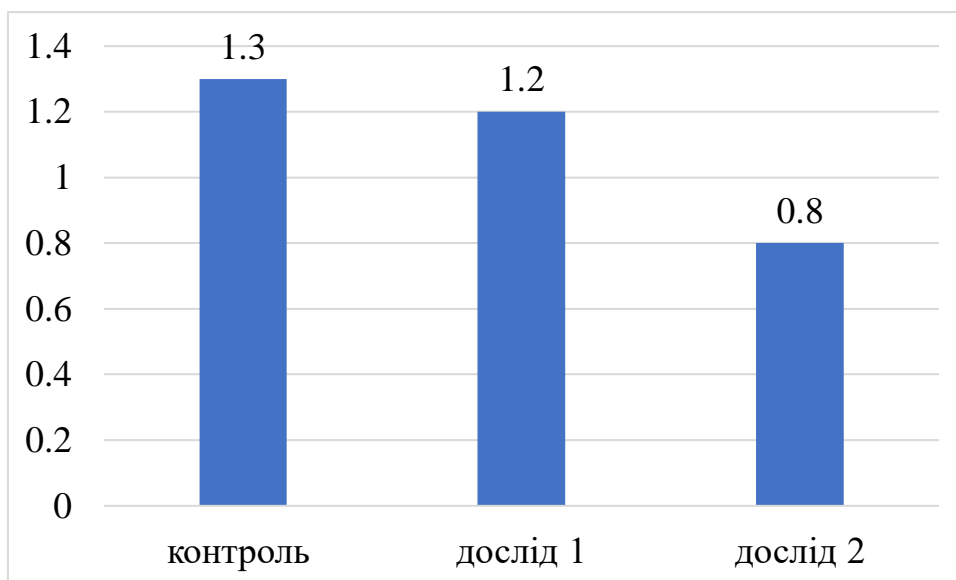


Рисунок 4.7. Середня довжина коренів тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння кукурудзи (см)

З рисунку ми можемо побачити, що вплив хімічних сполук на ріст коренів тестової культури із розчину витяжки із насіння кукурудзи меншої концентрації був більший ніж у дослідному розчині більшої концентрації.

Можна дійти висновку, що дослідні розчини різної концентрації проявили різний вплив на ріст та розвиток тестової культури. Розчин більшої концентрації пригнічував ріст коренів в незначній мірі, а розчин меншої концентрації навпаки – сильніше пригнітив ріст коренів тестової культури.

Досліджуючи вплив витяжок з насіння кукурудзи на рівні цілого проростку ми спостерігали результати, що представлені на діаграмі (рисунок 4.8). Так, в контрольному зразку середня загальна довжина проростків становила 2,3 см.

В досліді 1 концентрацією 1:10 середня загальна довжина проростків становила 2,3 см, та в дослідному зразку 2 – 1,7 см.

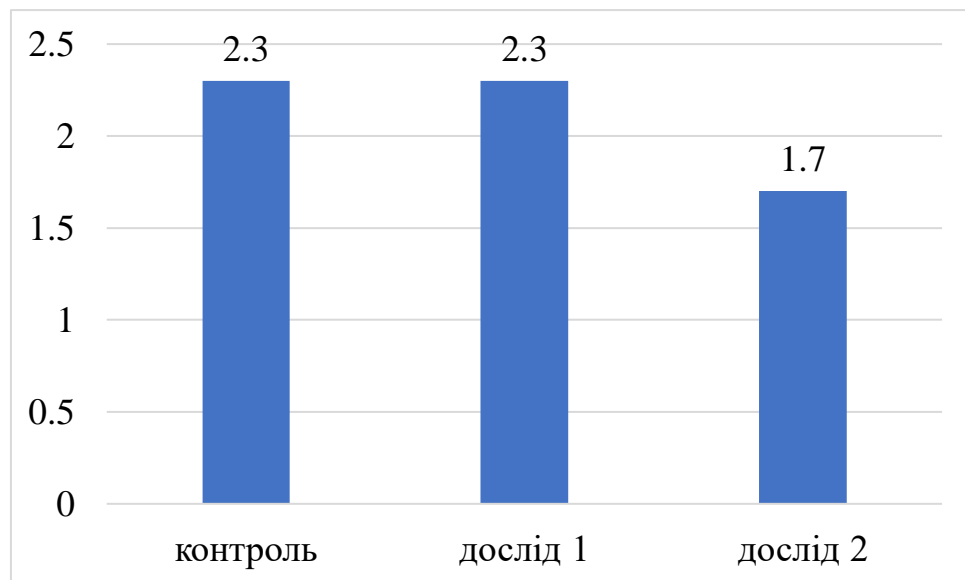


Рисунок 4.8. Середня довжина проростків тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння кукурудзи (см)

Виходячи з отриманих результатів, ми бачимо, що тестова культура, оброблена розчином з витяжки кукурудзи концентрацією 1:10 на рівні цілого проростку не відреагувала на хімічні речовини розчину. В варіанті дослід 2, де тестова культура оброблялася розчином меншої концентрації – 1:20, ми спостерігаємо зменшення розмірів на рівні цілого проростку на 26%, в порівнянні з контрольним зразком. Це говорить про те, що коліни в цій концентрації проявили інгібуючу дію на ріст тестової культури.

Наступний показник який ми досліджували щоб виявити наявність алелопатичної активності – це співвідношення надземної частини проростку та кореня тестової культури під впливом колінів із витяжок з дослідних рослин. У цьому співвідношенні, чим менші його абсолютні показники, тим більше воно зрушене на користь розмірів кореню, та навпаки, чим більше це співвідношення показує на більший ріст надземної частини.

У досліді, який ми проводили, це співвідношення було таким: у контрольному зразку – 0,6, у досліді 1 – 0,8, та в досліді 2 – 1. Як можна побачити, у досліді зрушення спостерігаються у бік кореню, тобто під алелопатичний вплив більшою мірою потрапили надземні частини тестової культури.

Виходячи з отриманих результатів в ході досліджень, можна зробити висновок, що насіння злакової культури кукурудзи звичайної має алелопатичний вплив на розвиток та ріст інших видів рослин в ході їхнього проростання.

Наступною культурою, алелопатичні властивості якої ми досліджували була пшениця м'яка (*Triticum aestivum*). Схожість тестової культури після намочування через 72 години у дослідному зразку становила 91%, у дослідному зразку 1 (концентрація 1:10), схожість становила 92 %, та в дослідному зразку 2 (концентрація 1:20), схожість становила 89% (рисунок 4.9).

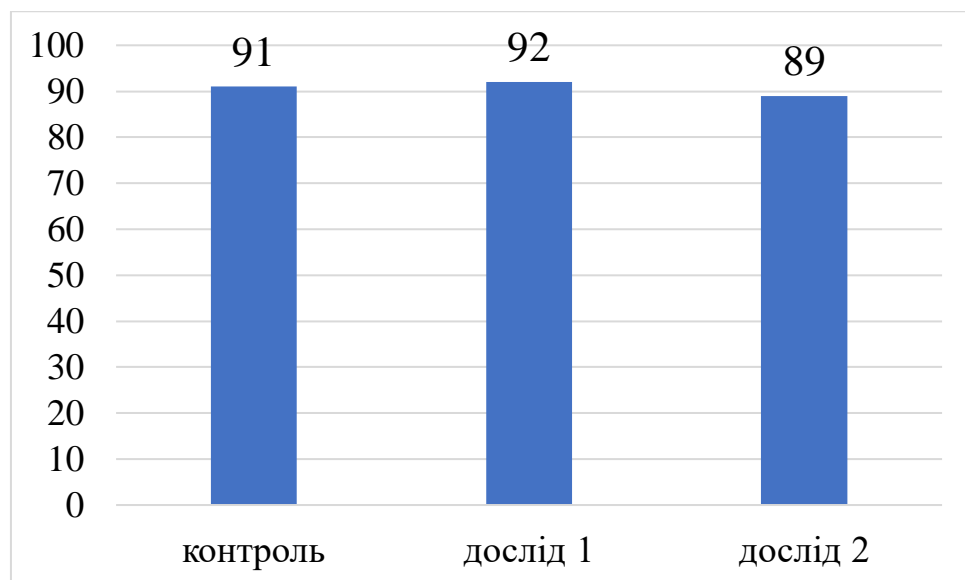


Рисунок 4.9. Схожість насіння тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння пшениці (у%)

В дослідному зразку 1 схожість тестової культури на 1% менша від контрольного зразка, а в досліді 2 – на 2%. Тобто, можна зробити висновок, що хімічні речовини з витяжок з насіння пшениці мали мінімальний вплив на схожість тестової культури.

Наступний показник, який ми досліджували це довжина пагонів проростків через 72 години після проростання. В контрольному зразку цей показник становив 0,9 см, в дослідному зразку 1 – 0,8 см, та в дослідному зразку 2 – 1 см (рисунок 5.10).

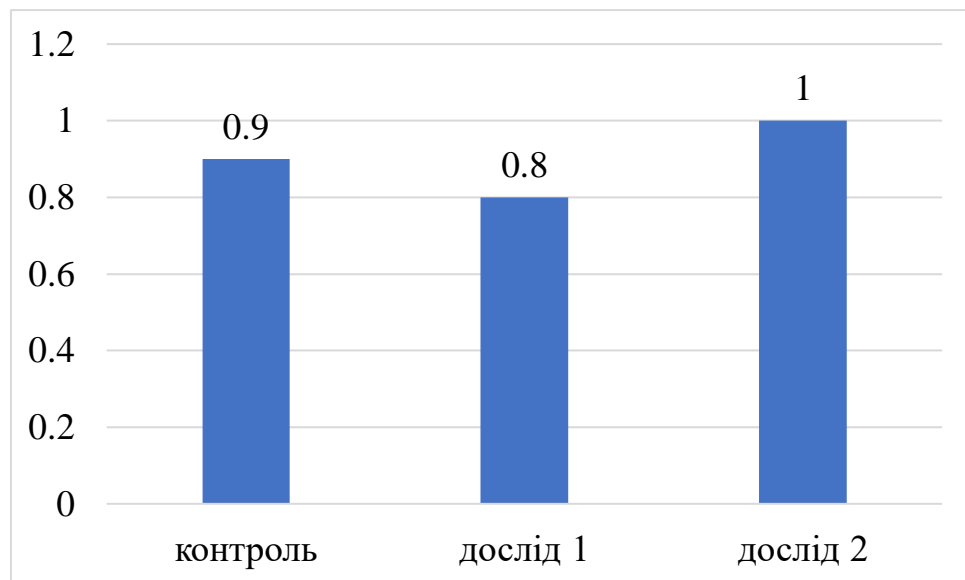


Рисунок 4.10. Середня довжина пагонів тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння пшениці (см).

Як результат дослід, ми можемо спостерігати деякі відмінності в інтенсивності росту пагонів в дослідних варіантах в порівнянні з контрольним зразком. Так, в досліді 1, де насіння редиски оброблялося розчином концентрацією 1:10 спостерігається зменшення середньої довжини пагонів на 11% в порівнянні з контрольним зразком. Тим часом у досліді 2, де насіння редиски оброблялося розчином меншої концентрації 1:20, навпаки, спостерігається збільшення середньої довжини пагонів тестової культури на 11%. Можна зробити висновок, що дія хімічних речовин з витяжки пшениці більшої концентрації призвела до мінімального зменшення середньої довжини пагонів тестової культури у порівнянні з контрольним разком. Обробка розчином меншої концентрації ж призвела до мінімального збільшення середньої довжини пагонів тестової культури. Отже, вплив колінів з розчину більшої концентрації був сильнішим, хоча і мінімальним.

Після цього, ми аналізували такий показник, як ріст коренів у дослідних рослин в процесі їх росту та розвитку (рисунок 4.11). У контрольному зразку середня довжина коренів тестової культури редиски становила 1,3 см. В досліді 1, де тестова культура оброблялася розчином концентрацією 1:10,

середня довжина коренів становила 1,8 см, та в дослідному зразку 2, з концентрацією 1:20 – 1,5 см.

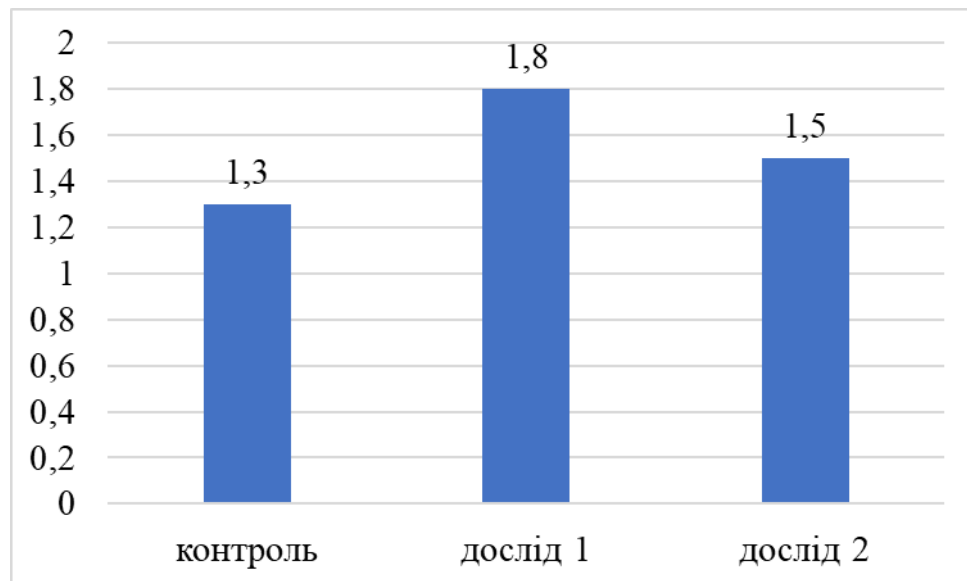


Рисунок 4.11. Середня довжина коренів тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння пшениці (см).

З даної діаграми ми можемо побачити, що в порівнянні з контрольним зразком, у досліді 1 середня довжина коренів тестової культури збільшилась на 27%, в досліді 2 збільшилась на 13%. З отриманих результатів, можна зробити висновок, що хімічні речовини з витяжки насіння пшениці проявили стимулюючий ефект на ріст підземної частини проростку тестової культури. Більший ефект спостерігався у варіанті дослід з більшою концентрацією (1:10), де хімічні речовини проявили більший стимулюючий ефект на ріст та розвиток підземної частини тестової культури.

Досліджуючи вплив витяжок з насіння пшениці на рівні цілого проростку ми спостерігали результати, що представлені на діаграмі (рисунок 4.12). Так, в контрольному зразку середня загальна довжина проростків становила 2,2 см.

В досліді 1 концентрацією 1:10 середня загальна довжина проростків становила 2,6 см, та в дослідному зразку 2 – 2,5 см.

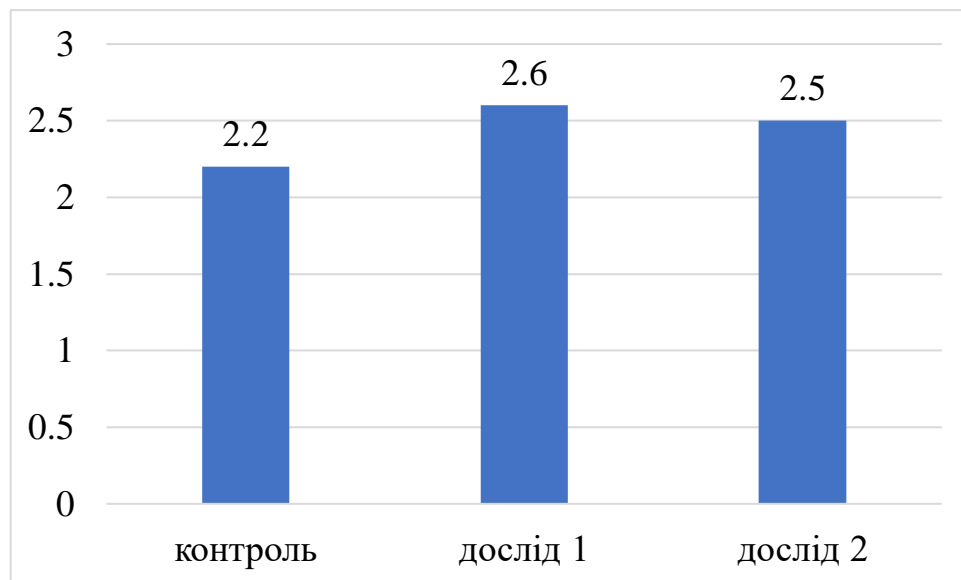


Рисунок 4.12. Середня довжина проростків тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння пшениці (см).

Аналізуючи отримані нами результати, ми спостерігаємо те, що в дослідному зразку 1 встановлено збільшення розмірів проростку на 18%, а в дослідному зразку 2 – на 13%, в порівнянні з тестовою культурою. Такі результати нам говорять про те, що хімічні речовини, які перейшли у екстрагований розчин із насіння пшениці, мають певний вплив на ріст та розвиток тестової культури редиски, а саме стимулюючих ефект.

Наступний показник який ми досліджували щоб виявити наявність алелопатичної активності – це співвідношення надземної частини проростку та кореня тестової культури під впливом колінів із витяжок з дослідних рослин. У цьому співвідношенні, чим менші його абсолютні показники, тим більше воно зрушене на користь розмірів кореню, та навпаки, чим більше це співвідношення показує на більший ріст надземної частини.

У проведених нами дослідях ці показники мали такий вигляд: у контрольному зразку це значення дорівнює 0,7, в досліді 1 з концентрацією 1:10 – 0,4, і для досліді 2 з концентрацією 1:20 – 0,6. Отже, в досліді зрушення спостерігаються на користь кореню, якщо порівнювати результати з контрольним зразком, це значить що алелопатичний вплив більшою мірою був на надземні частини проростку тестової культури редиски.

Виходячи з отриманих результатів в ході досліджень, ми дійшли такого висновку: насіння злакової культури пшениці дійсно має незначний алелопатичний вплив на розвиток та ріст інших видів рослин в ході їхнього проростання. Особливо це стосується надземних частин цих рослин.

Остання культура, алелопатичні властивості якої ми досліджували, був овес посівний (*Avena sativa*). Схожість насіння в контрольному зразку через 72 години складала 92%, у дослідному зразку 1 схожість насіння становила 90%, та в дослідному зразку 2 – 89% (рисунок 4.13).

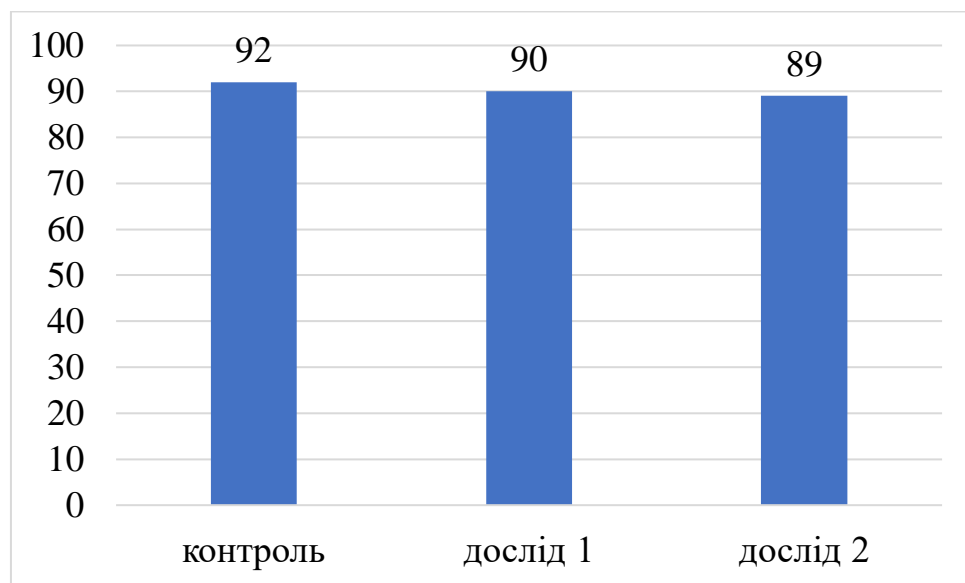


Рисунок 4.13. Схожість насіння тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння вівса (у%).

Суттєвих відмінностей на даній діаграмі в проростанні тестової культури не спостерігається. У дослідному зразку 2 (концентрація 1:20), хімічні речовини із екстрагованого розчину витяжки вплинули сильніше на проростання тестової культури. З отриманих даних, можна зробити висновок, що дослідні розчини мінімально вплинули на проростання дослідної культури редиски.

Наступним показником, який ми досліджували була середня довжина пагонів проростку тестової культури через 72 години після проростання (рисунок 4.14). Для контрольного зразку ця довжина складала 1 см, у досліді 1 – 0,8 см, та в досліді 2 – 0,6 см.

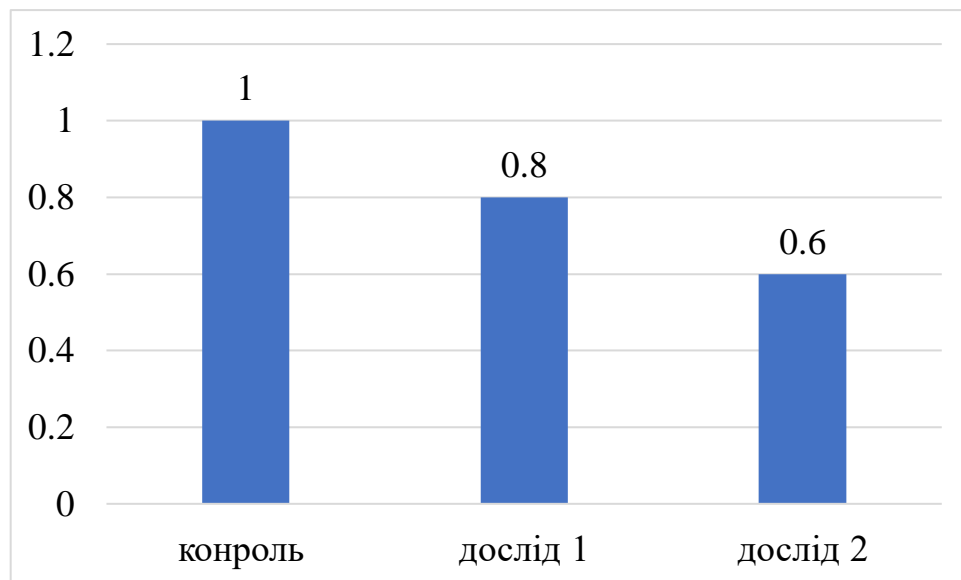


Рисунок 4.14. Середня довжина пагонів тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння вівсу (см).

З даної діаграми ми бачимо, що спостерігаються певні відмінності в інтенсивності росту пагонів у дослідних зразках в порівнянні з контролем. У контрольному зразку середня довжина пагонів була найбільшою, у дослідному зразку 1 (концентрація 1:10) спостерігається зменшення середньої довжини на 20% порівняно з контрольним зразком. У дослідному зразку 2 (концентрація 1:20) також спостерігається зменшення середньої довжини пагонів на 40% в порівнянні з контролем. Такі результати говорять нам про те, що хімічні речовини із екстрагованих витяжок насіння вівса проявили певний інгібуючий вплив на ріст надземної частини тестової культури редиски. До того ж, у варіанті з розчином меншої концентрації (дослід 2) цей вплив був більшим, ніж у варіанті дослід з більшою концентрацією.

Досліджуючи підземну частину проростків тестової культури редиски, ми порівнювали середню їх довжину (рисунок 4.15). Таким чином, через 72 години після проростання, в контрольному зразку цей показник становив 2,5 см, в дослідному зразку 1 – 1,2 см, та в дослідному зразку 2 – 1,1 см.

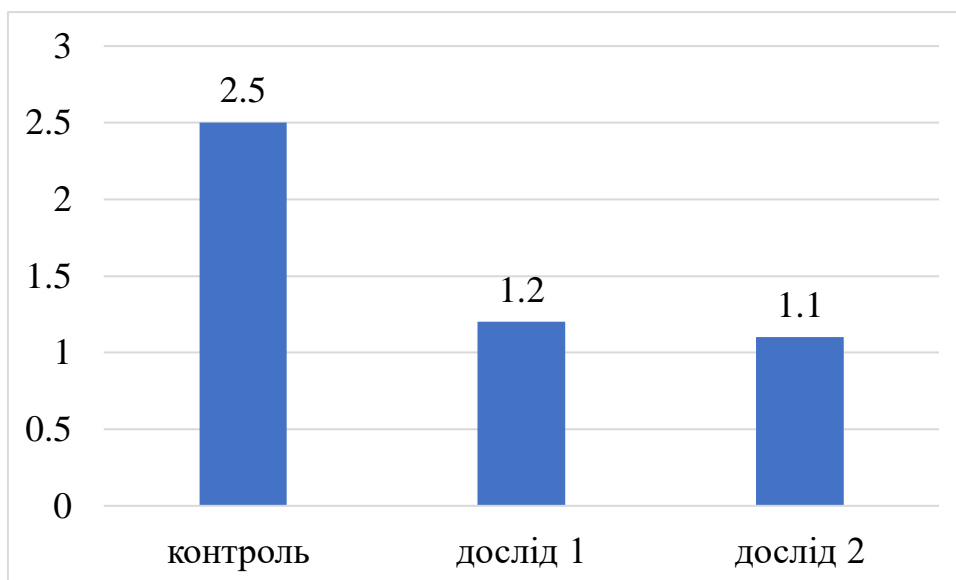


Рисунок 4.15. Середня довжина коренів тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння вівса (см).

З даної діаграми можна побачити, що в дослідних зразках, середня довжина коренів тестової культури зменшилась, в порівнянні з контрольним разком. Так в досліді 1, зменшення відбулося на 52%, а в досліді 2 – на 56%. З одержаних результатів, можна зробити висновок, що у обох варіантах досліді, коліни з екстрагованих розчинів з насіння вівсу, мали майже однаковий інгібуючий вплив на ріст надземної частини тестової культури, що призвело до їх зменшення більше ніж в половину.

Досліджуючи вплив витяжок з насіння вівсу на рівні цілого проростку ми спостерігали результати, що представлені на діаграмі (рисунок 4.16). В контрольному зразку середня довжина проростку становила 3,5 см, в дослідному зразку 1 – 2 см, та в дослідному зразку 2 – 1,7 см.

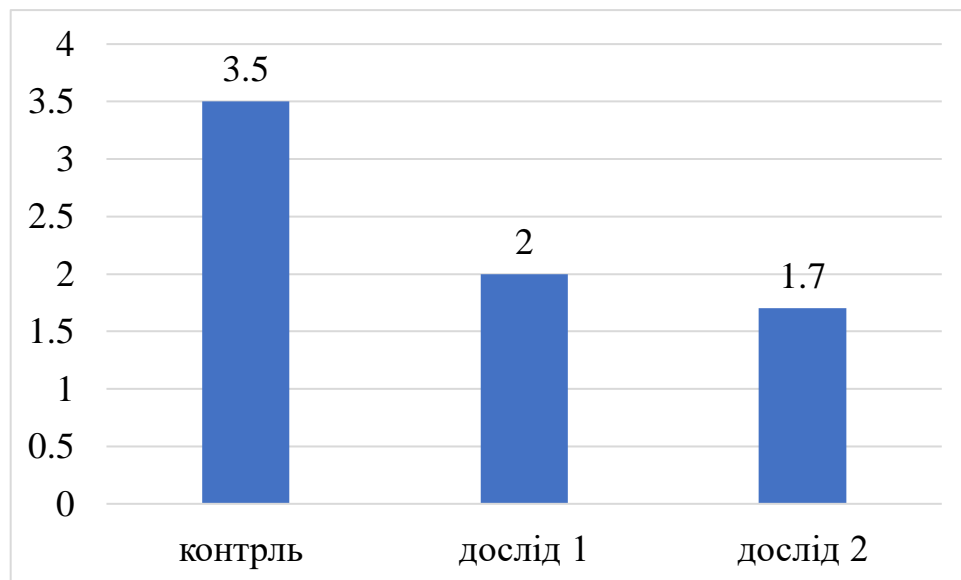


Рисунок 4.16. Середня довжина проростків тестової культури редиски через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з насіння вівсу (см).

З даних таблиці ми можемо побачити, що в дослідних зразках середня довжина пагонів зменшувалась. Так в досліді 1, середня довжина зменшилась на 42%, а в дослідному зразку 2 – на 51% у порівнянні з контрольним зразком. Отримані нами результати говорять про те, що речовини які перейшли в екстрагований розчин з насіння вівсу певним чином вплинули на ріст та розвиток тестової культури редиски. До того ж, розчин з меншою концентрацією (дослід 2) вплинув сильніше в сторону зменшення довжини проростків редиски.

Наступним показником, який нами досліджувався, щоб виявити наявність алелопатичної активності – це співвідношення надземної частини проростку та кореня тестової культури під впливом колінів із витяжок з дослідних рослин. У цьому співвідношенні, чим менші його абсолютні показники, тим більше воно зрушене на користь розмірів кореню, та навпаки, чим більше це співвідношення, тоді воно показує на більший ріст надземної частини. Досліджуючи даний показник, ми отримали такі результати: у контрольному зразку співвідношення дорівнює 0,4, для досліді 1 – 0,6, та для досліді 2 – 0,5. З отриманих результатів ми бачимо, що співвідношення в досліді 1 та 2 зрушено на користь пагону в порівнянні з контрольним

зразком, це говорить про те, що витяжки з тестової культури вівсу сильніше подіяли на ріст кореню.

Отже, в результаті проведених дослідів, можна дійти висновку, що насіння злакової культури вівсу дійсно має значний алелопатичний вплив на розвиток та ріст інших видів рослин. Особливо це стосується їх підземних частин.

На підставі отриманих нами результатів з усіх дослідів тепер можна визначити, яка із досліджуваних культур має найбільшу алелопатичну активність. Для цього ми порівнюємо отримані результати по кожній культурі. Першим із цих показників є схожість насіння тестової культури редиски через 72 години після обробок розчинами різних концентрацій із дослідних рослин (рисунок 4.17).

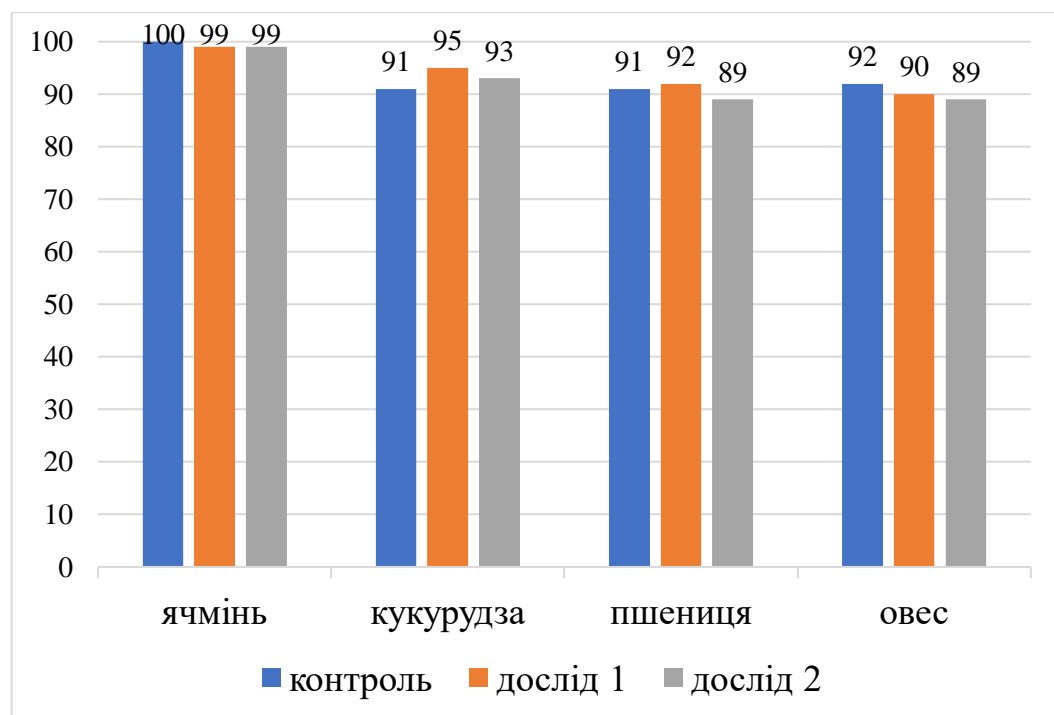


Рисунок 4.17. Схожість насіння тестової культури через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій дослідних рослин (у %)

З даних діаграми ми можемо побачити, що схожість насіння тестової культури у дослідних зразках 1 та 2 не мали значних відмінностей в порівнянні з контрольним. Лише у варіанті досліді 1 з кукурудзою спостерігається незначне збільшення кількості пророслих насінин - на 4%, та в досліді 2 - на

2%. Також незначне збільшення кількості пророслого насіння спостерігається в досліді 1 з пшеницею – 1 %. У всіх інших дослідних зразках спостерігається зменшення кількості пророслого насіння.

Середні показники ми маємо у дослідях 2 з пшеницею та вівсом однаково - на 3%, у досліді 1 з вівсом – на 2%. Найменше відрізняються показники у варіанті з ячменем, де в обох варіантах досліду кількість зменшилася лише на 1%. З отриманих показників, можна зробити висновок, що значних відмінностей за показником проростання у дослідях не спостерігається. Це значить, що всі дослідні розчини із настоянок злакових культур не мають значного впливу на схожість тестової культури редиски.

Наступні показники, які ми порівнювали між собою, це середня довжина пагонів проростків редиски через 72 години після проростання, які оброблялися витяжками різних концентрацій з насіння дослідних злакових культур (рисунок 4.18).

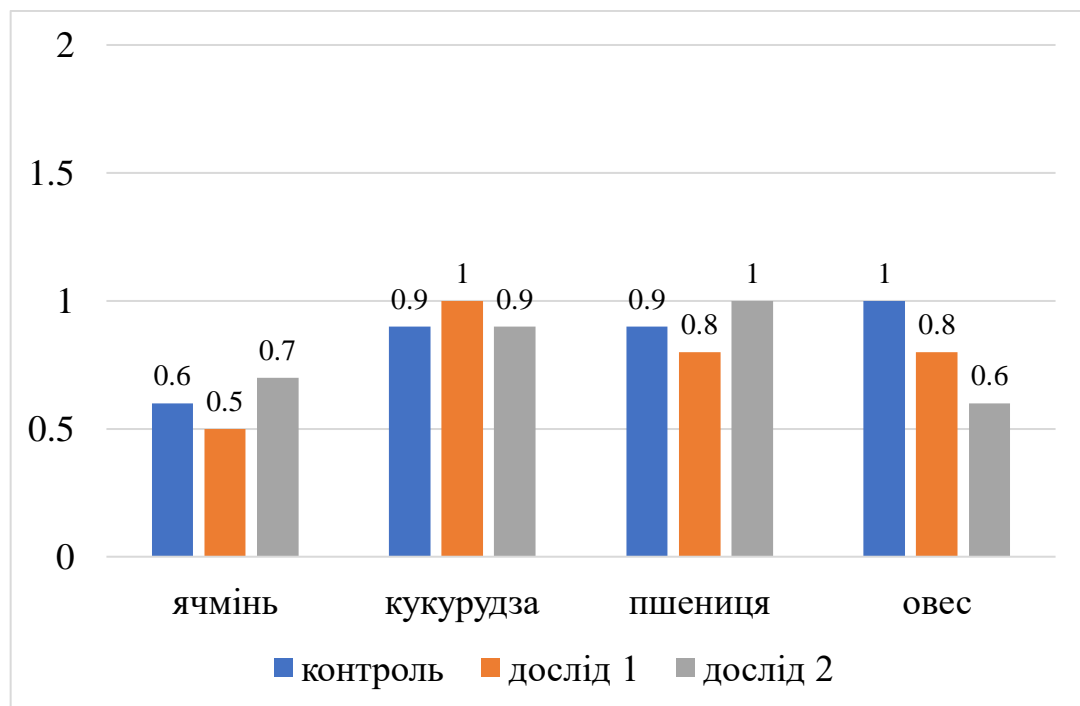


Рисунок 4.18. Середня довжина пагонів проростків через 72 години після обробками витяжками різних концентрацій з дослідних рослин (см).

З отриманої діаграми ми можемо бачити, що середня довжина пагонів редиски у варіантах досліду 1 та досліду 2 в порівнянні з контролем для кожної культури відрізняються. Спостерігаються зрушення довжини як у бік

зменшення, так і у бік збільшення середньої довжини. Найбільші відмінності отриманих результатів від контрольного зразка у бік зменшення спостерігається у варіанті досліді 1 з вівсом, де довжина зменшилась на 0,2 см. У досліді 1 з ячменем та пшеницею показники зменшилися на 0,1 см. У варіантах досліді 2 зменшення довжини в порівнянні з контролем спостерігалось лише у варіанті з вівсом – на 0,4 см. Зрушення у бік збільшення середньої довжини пагонів спостерігається у варіантах досліді 2 з ячменем та пшеницею – показник збільшився однаково на 0,1 см у порівнянні з контролем. У варіанті досліді 2 з кукурудзою показник не мінився та дорівнює середній довжині пагонів контрольного зразку.

Наступні показники які ми порівнювали - це загальна довжина корінців проростків тестової культури редиски через 72 години після того як вони оброблялись витяжками з зернових культур різних концентрацій (рисунок 4.19).

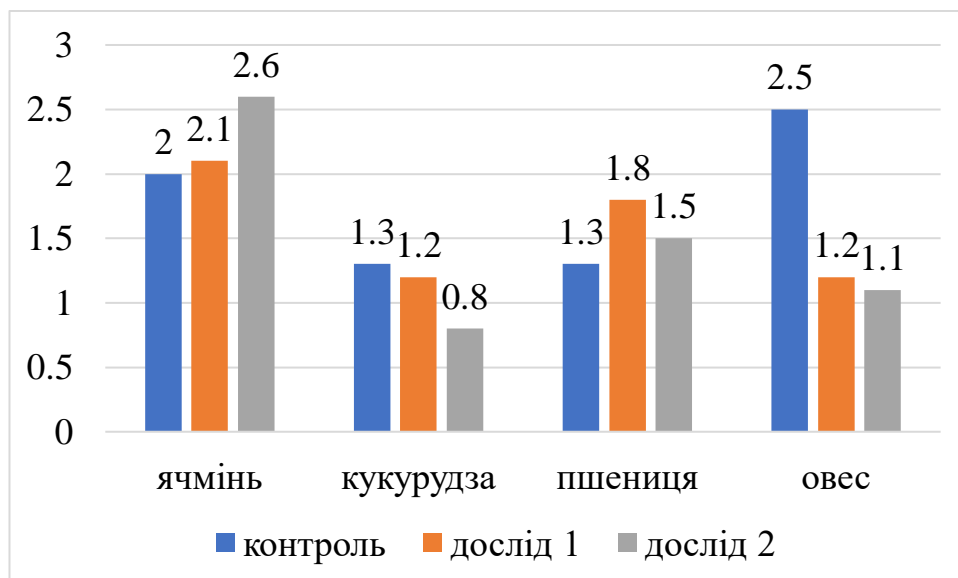


Рисунок 4.19. Середня довжина коренів проростків тестової культури через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій з дослідних рослин (см)

З даної діаграми ми бачимо, що результати у досліді 1 та 2 дещо відрізняються від контролю. Незначне збільшення довжини коренів у досліді 1 (концентрація 1:10) спостерігається у варіанті з ячменем - на 0,1 см. Більш значні відмінності спостерігаються у досліді 2 з ячменем (концентрація 1:20)

– на 0,6 см в порівнянні з контролем. Також збільшення довжини коренів спостерігається у варіантах досліду 1 з кукурудзою (концентрація 1:10) – на 0,5 см, та в досліді 2 (концентрація 1:20) – на 0,2 см в порівнянні з контролем.

У варіантах дослідів з кукурудзою та вівсом спостерігається зменшення середньої довжини у обох варіантах досліду різних концентрацій. Відповідно у варіанті досліду 1 (концентрація 1:10) з кукурудзою показник зменшився на 0,1 см, та в досліді 2 (концентрація 1:20) – на 0,5 см. У варіанті досліду з вівсом на 1,3 см та 1,4 см, що є найбільш значними змінами.

Отже, з отриманих результатів можна дійти висновку, що найбільшу алелопатичну активність у сторону зменшення довжини коренів проростків тестової культури мав овес однаково у обох варіантах досліду.

Далі ми порівняли вплив отриманих витяжок із зернових культур на загальну довжину проростків редиски через 72 години після обробки розчинами різної концентрації (досліди 1 та 2), (рисунок 4.20).

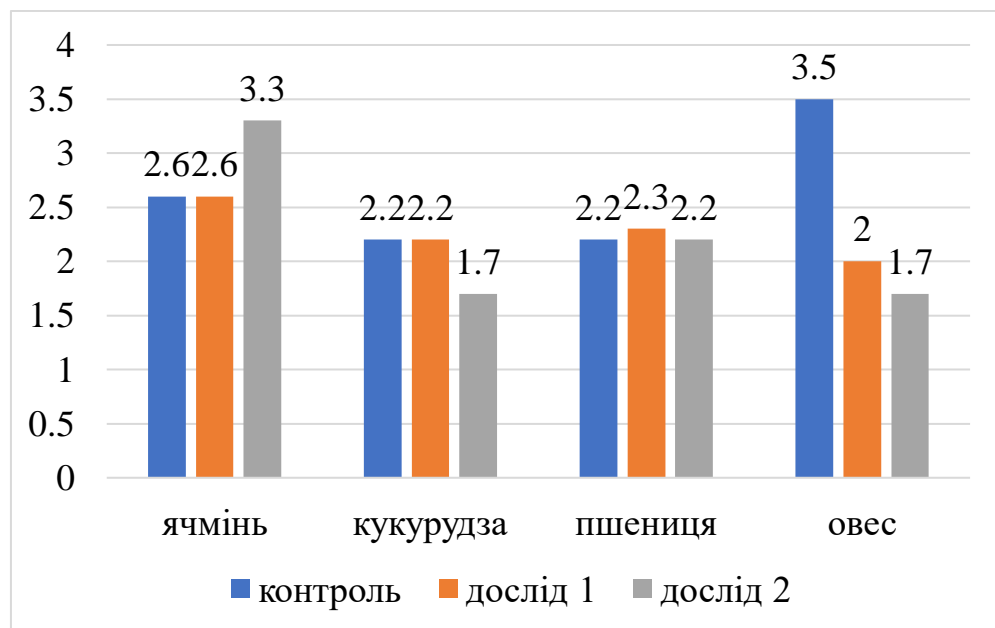


Рисунок 4.20. Середня довжина проростків тестової культури через 72 години після обробки витяжками різних концентрацій дослідних культур (см).

З отриманої діаграми можна побачити, що у варіантах досліду 1 (концентрація 1:10) з ячменем та кукурудзою показники ідентичні з контрольним значенням. У варіанті з пшеницею показник збільшився на 0,1

см. Спостерігається значне зменшення довжини проростку у варіанті досліду 1 з вівсом – на 1,5 см. У варіанті досліду 2 (концентрація 1:20) змін довжини пагонів у порівнянні з контролем не спостерігається лише у варіанті з пшеницею. Збільшення довжини на 0,7 см спостерігається лише у варіанті досліду з ячменем. У варіанті з кукурудзою проросток зменшився на 0,5 см, та у варіанті з вівсом на 1,8 см порівняно з контролем.

З отриманих результатів можна зробити висновок, що витяжки з дослідних зернових культур дійсно мали мінімальний вплив, так як зміна довжини у дослідях були не значними у порівнянні з контрольним зразком. Найбільш значний вплив на ріст та розвиток тестової культури у варіантах досліду 1 та 2 мав овес. Також у варіанті досліду 2 з ячменем спостерігається збільшення проростку на 0,7 см.

Також ми проаналізували відношення абсолютних цифр довжин надземної частини пагону до підземної. Логіка пояснення різних абсолютних значень цього відношення може бути наступною.

Чим менше абсолютне значення дробі, то співвідношення пагін/корінь змінюється на користь знаменника (корінь), тим чисельник (пагін) страждає, гальмується, інгібується, зменшується. Показники змінюються на користь кореню, а надземна частина гальмується. І навпаки.

Чим більше абсолютне значення дробі, то співвідношення пагін/корінь змінюється на користь чисельника (пагін), а знаменник (корінь), гальмується, інгібується. Дані щодо співвідношення надземна/підземна частина проростків тестової культури редису в нашому досліді, то результати представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Співвідношення надземна/підземна частина проростків тестової культури на 72 год. після обробки витяжками дослідних зернових культур

Пшениця 1:10	Пшениця 1:20	Кукурудза 1:10	Кукурудза 1:20	Овес 1:10	Овес 1:20	Ячмінь 1:10	Ячмінь 1:20
0,50	0,71	0,78	1,05	0,70	0,57	0,26	0,27

Аналізуючи дану таблицю можна прийти висновку про те, що всі дослідні культури мали свої особливості впливу на різні частини тестової культури.

У обох дослідних концентраціях обробка витяжками із зерна кукурудзи призвела до найвищих, серед всіх дослідних культур, значень співвідношення надземна/підземна частина проростків тестової культури. Навіть до значень більших за одиницю. Це говорить про те, що зерно даної сільськогосподарської культури здатне гальмувати в першу чергу ріст і розвиток підземної частини проростків тестової культури.

У обох дослідних концентраціях обробка витяжками із зерна ячменю призвела до найменших, серед всіх дослідних культур, значень співвідношення надземна/підземна частина проростків тестової культури. Це говорить про те, що зерно даної сільськогосподарської культури здатне гальмувати ріст і розвиток надземної частини проростків тестової культури. Показники росту і розвитку змінюються на користь кореню, а надземна частина проростків тестової культури інгібується.

Враховуючи результати досліджень інших авторів щодо алелопатичної активності не тільки зернових, а олійних сільськогосподарських культур можемо сказати наступне. У дослідях з олійними культурами було використано такі рослини, які є характерними для нашого Українського лісостепу. Було встановлено мінімальний вплив насіння таких культур на схожість насіння тестової культури. Встановити суттєві відмінності за даним

показником між дослідними розчинами різної концентрації та контролем не вдалось. Це стосувалося всіх дослідних олійних культур. Тож можна стверджувати, що дослідні розчини з насіння обраних олійних рослин мало вплинули на проростання насіння тестової культури.

Вплив водних витяжок насіння зернових сільськогосподарських культур на схожість насіння тестової культури була мінімальною. Цей результат зафіксовано для обох дослідних концентрацій. Тобто за даним показником зафіксовано фактично відсутність будь-якого алелопатичного впливу на схожість насіння тестової культури як для насіння олійних, так і зернових культур. Але нюанс полягає в тому, що тестовими рослинами в цих дослідженнях були різні види рослин. Для об'єктивного порівняння потрібно застосування одного виду тестових культур для різних дослідних об'єктів. Але для олійних культур була в цій якості використана пшениця, а для зернових культур – редька посівна.

Наступний показник, який ми аналізували, це алелопатичний ефект насіння зернових та олійних культур щодо росту коренів проростків тестової культури. Раніше було встановлено гальмуючий ефект на ріст і розвиток кореня проростків тестової культури пшениці водних витяжок концентрацією 1:10 олійних культур редьки та соняшнику. В експерименті із визначення алелопатичного ефекту дослідних витяжок концентрацією 1:20 з насіння олійних культур найбільший інгібуючий вплив на ріст кореня проростків тестової культури пшениці було зафіксовано для водної витяжки із насіння льону.

Що стосується зернових культур, то в ході експериментів із виявлення алелопатичних властивостей їх насіння було зафіксовано, що із всіх таких культур даної групи лише водна витяжка з насіння вівса обох концентрацій мала чітко виражений інгібуючий ефект по відношенню до коренів проростків тестової культури редису. Окрім цього водні витяжки зерен кукурудзи різної концентрації чітко відрізнялися за своїм впливом на ріст і розвиток корінців проростка тестової культури редьки посівної. Концентрація 1:10 виглядала

нейтральною, а концентрація 1:20 проявила чіткий інгібуючий ефект по відношенню до росту коренів проростків тестової культури.

Отже у деяких сільськогосподарських рослин вдалося встановити подібний алелопатичний ефект щодо впливу їх насіння на ріст і розвиток коренів тестових культур. Але в більшості дослідних рослин цих груп зафіксувати такий вплив не вдалося.

Іще один показник, який ми аналізували, це можлива алелопатична дія насіння зернових та олійних культур на ріст і розвиток пагонів проростків тестової культури. Дослідні розчини із екстрагованих витяжок із насіння дослідних олійних культур концентрацією 1:10 проявили більш сильний інгібуючий ефект на ріст пагонів тестової культури пшениці, ніж аналогічні розчини концентрацією 1:20. Також було зафіксовано, що із насіння всіх дослідних олійних сільськогосподарських рослин найбільш суттєвий гальмівний ефект на ріст пагонів тестової рослини було виявлено у насіння соняшнику.

Що стосується аналогічної дії насіння зернових сільськогосподарських рослин то нами було встановлено значне гальмування росту і розвитку надземної частини проростків тестової культури редису після обробки витяжкою із зерна вівса.

Іще один показник, який ми аналізували, це можлива алелопатична дія насіння зернових та олійних сільськогосподарських культур на ріст і розвиток проростків тестової культури на рівні цілої рослини. У варіанті пророщування насіння тестової культури у водній витяжці із зерна вівса концентрації 1:10 встановлено зменшення довжини цілого проростка тестової культури на 42%.

Серед дослідного асортименту олійних сільськогосподарських культур то було зафіксували те, що зменшення концентрації дослідних витяжок у 2 рази привело до фактичного зникнення алелопатичної дії їх насіння на ріст та розвиток проростків тестової культури. Самою інертною олійною сільськогосподарською культурою в цьому розумінні був ріпак. Для насіння

цієї рослини було зафіксовано повну відсутність його алелопатичної дії на показники росту і розвитку тестової культури пшениці.

Що стосується першочергового напрямку дії дослідних витяжок на ріст і розвиток певної частини проростка тестової культури (надземної чи підземної), то було встановлено, що із експериментальної групи зернових сільськогосподарських рослин насіння кукурудзи здатне гальмувати в першу чергу ріст і розвиток коренів проростків тестової культури.

РОЗДІЛ 5

ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ

Компетентнісний підхід до навчання в сучасній школі передбачає набуття учнями набору умінь та навичок, які допоможуть успішно адаптуватися у сучасному динамічному світі. Для цього необхідно контролювати підбір навчального матеріалу з урахуванням можливості застосування його у майбутньому. Окрім умінь і навичок важливо також здатність працювати в соціальному колективі та індивідуально, брати відповідальність за дії колег або підлеглих.

У зв'язку з цим значення нашого дослідження полягає у використанні отриманих результатів вчителями середніх загальноосвітніх шкіл для викладання наступних тем навчальної програми з біології:

6 клас. Рослини.

Тема «Рослина - живий організм. Живлення рослин. Будова рослини. Органи рослин. Корінь, пагін: будова та основні функції».

Отримані нами результати можуть допомогти сформувати в учнів уміння:

- описувати ріст і розвиток рослинного організму;
- планувати власні спостереження будови та життєдіяльності рослини;
- прогнозувати результати власних спостережень;
- практикувати досліди, що підтверджують основні процеси життєдіяльності рослин;
- фіксувати результати дослідів і досліджень;
- моделювати біологічні об'єкти та процеси;
- дотримуватися правил роботи з лабораторним обладнанням;
- застосовувати знання для догляду за рослинами.

Використання результатів експерименту із алелопатичного впливу одних рослин на інші може допомогти набути знання з біології рослин. Це може виразитися у здатності:

- називати основні процеси життєдіяльності рослини;
- називати умови та речовини, що впливають на життєдіяльність рослин;
- демонстрування дослідів, що підтверджують вплив одних рослин на інші [25].

Також отримані нами результати будуть актуальні під час виконання наступних розділів шкільної програми:

11 клас. Біологія і екологія. Рівень стандарту.

Теми: «Формування адаптацій на молекулярному та клітинному рівнях організації. Стратегії адаптацій організмів»; «Типи зв'язків між популяціями різних видів в екосистемах. Причини сукцесій та їхні типи».

У результаті учні зможуть оперувати такими термінами та поняттями як адаптація, адаптивний потенціал, екологічна ніша, адаптивна радіація, екологія, екологічні чинники, обмежувальні чинники, толерантність, екологічна взаємодія, формулювати принцип єдності організмів та середовища їхнього мешкання; називати основні властивості адаптацій; наводити приклади типів взаємодій популяцій у екосистемах.

Усі наведені вище застосування результатів нашого дослідження стосуються компоненту знань. Що стосується діяльнісного компоненту це допоможе учням: встановлювати елементарні причинно-наслідкові зв'язки між екологічними процесами та явищами; аналізувати залежність життєдіяльності організмів від середовища існування [24, 25].

Результати наших досліджень раніше були опубліковані у 2021 році [21, 22].

На підставі проведених досліджень ми дійшли наступних висновків.

ВИСНОВКИ

1. Дослідні витяжки із зерна сільськогосподарських зернових культур різної концентрації не викликали змін у схожості насіння тестової культури.
2. Встановлено, що водна витяжка з насіння вівса мала чітко виражений інгібуючий ефект по відношенню до коренів проростків тестової культури редису.
3. Водні витяжки зерен кукурудзи різної концентрації чітко відрізнялися за своїм впливом на ріст і розвиток корінців проростка тестової культури. Концентрація 1:10 виглядала нейтральною, а концентрація 1:20 проявила чіткий інгібуючий ефект по відношенню до росту коренів проростків тестової культури.
4. Зафіксовано значне гальмування росту і розвитку надземної частини проростків тестової культури редису після обробки витяжкою із зерна вівса.
5. У варіанті пророщування насіння тестової культури у водній витяжці із зерна вівса концентрації 1:10 встановлено зменшення довжини цілого проростка тестової культури на 42%.
6. Констатували позитивний вплив водної витяжки із зерна ячменю концентрації 1:20 на ріст і розвиток проростка тестової культури редису на рівні цілої рослини на 72 день після обробки та початку проростання.
7. Встановлено, що зерно кукурудзи здатне гальмувати в першу чергу ріст і розвиток коренів проростків тестової культури.
8. Зафіксовано, що зерно ячменю гальмувало ріст і розвиток надземної частини проростків тестової культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Берестецкий О.А. Биологические основы плодородия почв / Ю.М. Возняковская, Л.М. Доросинський и др. – М.: Колос, 1984. –287 с.
2. Биляновская Т.М. Алелопатическое взаимодействие овощных культур витаминного комплекса через среду корнеобитания / Т.М. Біляновская. – Минск, 1992 –16с.
3. Биляновская Т.М. Влияние температурного фактора на проявление алелопатического эффекта / Т.М. Біляновская // Алелопатия и продуктивность растений: Сб.науч.тр. – Харьков: Харьк.с.х. ин-т. В.В.Докучаева, 1988 – с.115-119.
4. Возняковская О.М. Некоторые аспекты взаимодействия здоровых растений с микроорганизмами / О.М. Возняковская // Алелопатия и продуктивность растений. – Киев: Наукова думка, 1990. – 119.
5. Головкин Э. А. Андрей Михайлович Гродзинский / Э. А. Головкин, В. В. Кваша // Биопробы и биотесты (незаконченные рукописи академика А. М. Гродзинского / сост. : Л. Д. Юрчак, Е. А. Чудовская; под. ред. В. П. Грахова, Е. Н. Бойко, Н. В. Заименко. – К. : Золотые ворота, 2011. – С. 308–323.
6. Головкин Э. А. Информация о Первом Всемирном конгрессе по аллелопатии: наука для будущего (First World Congress on Allelopathy – A Science for the Future, Spain, Cadiz, 16 – 20 Sept., 1996) / Э. А. Головкин // Физиология и биохимия культурных растений. – 1997. – Т. 29, № 5. – С. 394–395.
7. Головкин Е. А. Історико-аналітичний погляд: від класичної фізіології рослин до сучасної алелопатії / Е. А. Головкин // Інтродукція рослин. – 2001. –№ 1–2. – С. 5–17.
8. Головкин Э.А. Микроорганизмы в алелопатии высших растений / Е.А.Головкин. – Киев: Наукова думка, 1984.-200 с.

9. Гродзинский А.М. Аллелопатическое почвоутомление / А.М. Гродзинский, Г.П. Богдан, Є.А. Головко и др. – Киев: Наукова думка, 1979. – 248 с.
10. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление: избр.тр / А.М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка, 1991. – 432 с.
11. Гродзинський А.М. Знову про фітоценотичну роль фізіологічно активних виділень рослин / А.М.Гродзинський // Укр. ботан. журн. – 1983. – Т. 40, № 4. – С. 1–10.
12. Гродзинський А.М. Інгібітор проростання з плодів катрану татарського (*Crambe tataria* Sebeok) / А. М. Гродзинський, Г. О. Кузнєцова, Л. І. Мусатенко // Укр. ботан. журн. – 1960. – Т. 17, № 1. – С. 29–39.
13. Гродзинський А. М. Основи хімічної взаємодії рослин / А.М. Гродзинский. – К. : Наук. думка, 1973. – 205 с.
14. Гродзинский А.М. Парадигмы в аллелопатии / А. М. Гродзинский // Методологические проблемы аллелопатии. – К. : Наук. думка, 1989. – С. 3–14.
15. Гродзинский А.М. Проблема почвоутомления и аллелопатия / А. М. Гродзинский // Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах : сб. ст. – К. : Наук. думка, 1974. – Вып. 5. – С. 3–9.
16. Гродзинский А.М., Экспериментальная аллелопатия / Є.А. Головко, С.А. Горобец. и др. – Киев: Наукова думка, 1987. – 226 с.
17. Грюммер Г. Взаимное влияние высших растений. Аллелопатия / Г Грюмер. – М.: Изд-во иллюстр.лит., 1957. –261 с.
18. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. –255 с.
19. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценотических популяций растений / Ю.А. Злобин. – Казань: Изд-во Казан.ун-та, 1989 - 147 с.

20. Мороз П. А. Алелопатическая функция фенольных соединений плодовых растений / П. А. Мороз, И. Ю. Осипова, В. А. Деревянко // *Интродукція рослин.* – К., 2006. – № 4. – С.105–114.
21. Москаленко М. П., Олексієнко О.Ю. Алелопатичний вплив насіння деяких сільськогосподарських культур. *Збірник наукових праць «Природничі науки»*. Суми. СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2020. С.77-81.
22. Москаленко М.П., Олексієнко О.Ю. Хімічна активність насіння ячменю // *Актуальні проблеми дослідження довкілля: Матеріали IX Міжнародної наукової конференції. 25-27 травня 2021 р., м. Суми.* – Суми: СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2021, - С. 26-29.
23. Мусатенко Л. І. Фізіологія рослин (фітогормонологія) – основні етапи розвитку / Л. І. Мусатенко, К. М. Ситник, М. М. Мусієнко, Н. П. Веденичова, Л. В. Войтенко, В. А. Васюк, В. А. Негрецький // *Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України (1921 – 2011). Віхи історії та сучасність.* – К. : Альтерпрес, 2011. – С. 212–214.
24. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Біологія 6-9 класи. Програма затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України № 804 від 07.06.2017.
25. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Біологія 10-11 класи. Рівень стандарту. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>
26. Работнов Т.А. Экспериментальная фитоценология / Т.А Работнов. – М.: Изд-во Моск.ун-та, 1987. – 167 с.
27. Райс Э. Аллелопатия / Э. Райс. – М. : Мир, 1978. - 392 с.
28. Черевченко Т. М. Життя і творчість академіка НАНУ Андрія Михайловича Гродзинського (до 80-річчя від дня народження) [Електронний ресурс] / Т. М. Черевченко // *Укр. ботан. журн.* – 2007. – Т. 64, № 2. – С. 314–322. – Режим доступу до журн. : http://www.botany.kiev.ua/content_ubj_07.htm

29. Юрчак Л. Д. Алелопатія: ретроспективний погляд сучасний стан та перспективи досліджень / Л. Д. Юрчак // Алелопатія та сучасна біологія : матеріали міжнар. наук. конф., присвяч. 80-річчю з дня народж. акад. А. М. Гродзинського (1926–1988), м. Київ, 17–19 жовт., 2006 р. – К. : Фітосоціоцентр, 2006. – С. 10–19.