

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет
Кафедра фізіології та екології рослин

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: **Методика організації і проведення біологічного експерименту на
тему: «Алелопатична активність чорнобривців (*TAGETES L.*)»**

Виконала:

студентка 5 курсу, групи БЛО -21м
напряму підготовки - 014.05 Середня освіта
Сидор Олена Романівна

Керівник: к. біол. наук, доц. Микієвич І.М.

Рецензент: к.хім.наук, доцент Федина М.Ф.

Львів – 2023

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	
1.1 Біологічний експеримент	6
1.2 Сутність та розвиток алелопатії	6
1.3 Характеристика рослин роду чорнобривців (<i>Tagetes</i>)	9
1.4 Історія досліджень	12
1.5. Медичне застосування.....	13
1.6. Промислове застосування.....	16
1.7.Практичне використання.....	17
1.8.Озеленення.....	19
1.9.Харчова цінність.....	20
Розділ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	
2.1 Оцінка енергії проростання та схожості насіння....	24
2.2 Оцінка алелопатичних властивостей	26
Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	
3.1. Визначення енергії проростання та схожості насіння.....	27
3.2. Алелопатична активність коренів чорнобривців на насіння крес-салату.	28
ВИСНОВКИ.....	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	33

ВСТУП

Актуальність теми. На даному етапі розвитку цивілізації важливим завданням є усвідомлення значення серйозних наслідків поверхневого ставлення до екологічних проблем та їх наслідків для майбутніх поколінь. Виховання екологічно грамотного суспільства прямо та опосередковано залежить від зусиль багатьох організацій, де школа займає чи не найважливіше місце. Активна взаємодія різних установ, школи, їх сумісна співпраця, що направлена на екологічне виховання дітей, є запорукою успіху в досягненні мети. В кінцевому підсумку кожен зокрема, держава в цілому, Біосфера отримує переваги від екологічно свідомого суспільства (Буждиган О.Я. та ін., 2015).

Важливим завданням вчителя біології є залучити учнів до активного спостереження за природними явищами, активізувати пізнавальну та самостійну діяльність учнів. Пояснити учнями про внутрішньовидові і міжвидові взаємовідносини рослин дуже складно, оскільки вони мають різні форми прояву. Однак, учні часто зустрічають в природі ці явища – на ділянках біля свого будинку, школи. Часто під час проведення уроків, екскурсій, додаткових занять в учнів виникають питання на предмет взаємодії рослин, їх конкуренції, взаємин з тваринами, тощо.

Окремі елементи алелопатичних взаємин розглядаються у наступних темах навчальної програми з біології для середніх загальноосвітніх шкіл:

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

Аналіз тем екскурсій з біології, що рекомендовані для проведення в сучасній загальноосвітній школі показує, що майже всі вони є тематичними, тобто присвячені одній чи кільком взаємопов'язаним темам, де також зустрічаємося із елементами алелопатичних взаємин, зокрема:

- у 6 класі: «Різноманітність рослин свого краю», «Вивчення рослинних угруповань»;
- у 7 класі: «Різноманітність тварин свого краю», «Пристосованість рослин і тварин до сумісного життя в природному угрупованні»;
- у 9 класі: «Історія розвитку життя на землі (до краєзнавчого музею)», «Вивчення біорізноманіття (на прикладі своєї місцевості)» (за Москаленко М.П. та ін., 2017).

Метою даної магістерської роботи є проаналізувати літературу з питань алелопатії, використати такі екологічні поняття та процеси, як алелопатія та взаємини між рослинами для активізації екологічної свідомості школярів шляхом виконання екологічних досліджень, які не складно провести в умовах школи, а також за умов дистанційного навчання – в домашніх умовах. Ці експерименти не потребують хімічних реактивів, лабораторних приладів та значних економічних затрат. Також можуть бути використані у якості міні-проектів згідно програми з біології для загальноосвітніх навчальних закладів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі **завдання**:

- 1) проаналізувати сучасну літературу по темі роботи, написати літературний огляд;
- 2) проаналізувати літературні джерела з питань алелопатичних речовин, які виділяють рослини роду *Tagetes*;
- 3) оволодіти методикою проведення експерименту із хімічної взаємодії рослин;
- 4) запропонувати методологію проведення експерименту алелопатичного впливу учнями в школі або в домашніх умовах.

Об'єкт дослідження – алелопатичні взаємовідносини між рослинами.

Предмет дослідження: алелопатично активні рослини, зокрема, чорнобривці *Tagetes erecta*, та тест-об'єкт – крес-салат (*Lepidium sativum L.*).

Методи досліджень: Основним методом вивчення алелопатичних властивостей насіння чорнобривців був експериментальний метод біологічних тестів А.М. Гродзинського.

Структура: магістерська робота складається із вступу, двох розділів, висновків та списку використаних джерел літератури.

РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічний експеримент

Основа концепції Нової української школи полягає в діяльнісному підході – тобто учні частіше щось роблять замість того, щоб просто сидіти за партами і слухати вчителя. Формування пізнавального інтересу в учнів – розуміння основних закономірностей живого, функціонування живих систем, їх взаємодію, розвиток, формування уявлень про природничо-наукову картину живого світу дає можливість використовувати різні засоби біології, як фундаментальної компоненти освітньої галузі «Природознавство». Уроки біології дають широкі можливості для вчителя активно залучати пізнавальний інтерес учнів різними методами та засобами. Застосування біологічного експерименту дозволяє вчителю відобразити навколишній світ, викликати й активізувати відчуття, допомогти у формуванні біологічних уявлень, сприяти формуванню біологічних понять, дати можливість практично перевірити істинність біологічних знань. Метою біологічного експерименту є вплив на досліджуваний об'єкт для отримання такої інформації, яка без цього впливу була б неможлива для спостереження, вивчення чи сприйняття (Нікітченко, 2023).

1.2. Сутність та розвиток алелопатії

Внутрішньовидові і міжвидові взаємовідносини вищих рослин дуже складні і мають різні форми прояву. Згідно з класичними уявленнями найбільш широко розповсюджені такі взаємовпливи рослин, які здійснюються шляхом зміни фізичних чинників середовища, а також сумісного використання енергетичних ресурсів місцезростання. Дослідженнями Г. Грюммера (1957), А.М. Гродзінського (1965), доведена можливість алелопатії чи хімічної взаємодії рослин шляхом прижиттєвих виділень і органічних продуктів розкладу органічних залишків. Вищі рослини в процесі своєї життєдіяльності не тільки поглинають потрібні їм мінеральні елементи і органічні сполуки, але і виділяють

різноманітні метаболіти в навколишнє середовище (за Сучасні методи в алелопатичних дослідженнях, 2021).

Одним із актуальних напрямів сучасної біології є дослідження алелопатичних і біохімічних особливостей інтродукованих рослин, які започатковані А.М. Гродзинським (1965, 1973, 1991) та його учнями (за Машковська, 2002).

Алелопатія – це біологічна дисципліна, яка вивчає закономірності біохімічних взаємодій рослин при спільному рості в біогеоценозах та агрофітоценозах через кругообіг біологічно активних речовин (Гродзинский, 1991). Алелопатія, як природне явище передбачає безпосередній або опосередкований вплив рослин на процеси росту та розвитку інших рослин через виділення у довкілля алелопатично активних речовин. Опосередкований вплив може включати біохімічні взаємодії вищих рослин з водоростями, мікроорганізмами, комахами, а також зміни фізичних та хімічних характеристик ґрунту, які, в свою чергу, впливають на ріст, розвиток та розподіл вищих рослин в угрупованнях (Кобилецька М.С., Терек О.І., 2017).

Алелопатичні взаємодії між рослинами можна вивчати безпосередньо в середовищі природних або керованих фітоценозів. Польові спостереження можуть допомогти виявити алелопатично активні види рослин, визначити характер (стимуляцію або інгібування) їхнього впливу на залежні види, а також оцінити алелопатичну чутливість останніх до алелопатичного чинника (Сучасні методи в алелопатичних дослідженнях, 2021).

Аналіз природних угруповань, виявлення закономірностей і механізмів взаємовідносин вирощуваних деревних і чагарникових рослин, які поряд з іншими чинниками визначають продуктивність біогеоценозів, дасть можливість

підвищувати продуктивність лісів, інтенсифікувати і покращити ефективність використання лісових ресурсів, їх відтворення.

Одним із цікавих представників, які можна використати для нескладних домашніх досліджень школярів, на нашу думку, є відомі усім учням рослини – чорнобривці. Ці квіти часто використовують при озелененні шкільних територій, їх із задоволенням висаджують біля будинків. Інформація про цілющі властивості цих рослин зацікавить учнів і можна використати з мотиваційною метою для зацікавлення учнів до проведення експериментів у домашніх умовах.

Відомо, що представники родини Айстрових (Складноцвітих) – *Astereaceae* Dum. (*Compositae* Gisek), зокрема роду Чорнобривці (*Tagetes* L.) часто використовують за їх ефіроолійні, лікарські, квітково-декоративні рослини. Багато робіт засвідчують їх поліфункціональне практичне застосування (Машковська, 2002; Державна Фармакопея України, 2015; Скибіцька, 2014; Rueda et al., 2018). Ефіроолійні рослини, до яких належать і чорнобривці, викликають особливий науковий інтерес для сучасної медицини та фармації, оскільки вони проявляють багатогранний вплив на організм людини і здавна використовуються у народній медицині.

Найважливішими їх характеристиками чорнобривців є тривалий період цвітіння, стійкість до фітопатогенів, невибагливість до ґрунтово-кліматичних умов, бактерицидні, фунгіцидні, нематоцидні властивості (за Машковська, 2002), які не повною мірою використовуються в рослинництві та зеленому будівництві.

Незважаючи на значну господарську цінність представників роду *Tagetes*, їх фізіолого-біохімічні властивості та причинно-наслідкові зв'язки складових алелопатичного потенціалу з позицій системного підходу практично не вивчалися. У літературі існує лише фрагментарна інформація щодо біохімічного складу корневих виділень та вторинних метаболітів деяких видів *Tagetes*. У зв'язку з активною інтродукцією чорнобривців в Україні, важливим є вивчення їх алелопатичних особливостей, що визначають їх взаємовідносини з вищими рослинами, ґрунтовою та епіфітною мікрофлорою. Одним з ключових

механізмів таких взаємовідносин є леткі та водорозчинні екзометаболіти рослин, які продукуються в навколишнє середовище. Тому актуальним є вивчення біохімічного складу алелопатично активних речовин, можливостей їх використання як фітосанітарних рослин (Машковська, 2002).

1.3. Характеристика рослин роду чорнобривців (*Tagetes*)

Рід чорнобривців (*Tagetes*) належить до родини айстрових (*Asteraceae*), триби *Tagetae*. Батьківщина цих рослин – Мексика. У культуру введено 7 видів, які вирощуються майже у всіх країнах світу. В Україні інтродуковано лише 4 види:

Tagetes erecta L. – чорнобривці прямостоячі;

Tagetes patula L. – чорнобривці розлогі;

Tagetes signata Bart L. – чорнобривці сігната;

Tagetes tenuifolia – чорнобривці тонколисті.

Оскільки ці квіти мають багато методів застосувань – від медичних до озеленення і очищення середовища, в якості урізноманітнення їх форм і кольорів проводять багато досліджень (Машковська, 2002; 2000; Rueda et al., 2018), і кількість сортів нараховується понад сотню.



Tagetes patula L.

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B8%D0%B2%D1%86%D1%96>

Чорнобривці *Tagetes patula* L., (розлогі чи відхилені, низькорослі та високорослі форми) – однорічні трав'янисті рослини, 20–60 (100) см заввишки. Мають пряmostояче стебло, що сильно розгалужується від самої основи, з розлогими або піднятими гілками, округле, ребристе, часто фіолетове або червоно-коричневе. Кут відхилення гілок прямий знизу та гострий зверху, гілки 1-го порядку вищі за головне стебло. Листки темно- або світло-зелені, супротивні чи почергові, нижні – короткочерешкові, середні та верхні – сидячі, всі листки перисто-розсічені, з лінійно-ланцетними, на верхівці загостреними, по краю гостро-пилчасто-зубчастими частками, 5–7 мм завширшки. Суцвіття – кошики – діаметром 4–6 см, прості, напівмахрові чи махрові. Кошики поодинокі на кінцях стебел і гілок; ніжки під кошиками трохи потовщені, голі. Обгортка блідо-зелена, складається із 7–8 лінійних, майже до верху зрощених листочків; 15–20 мм завтовшки, 7–10 мм завширшки, з вільними, ланцетними, загостреними зубчиками на верхівці. Квітки у кошику світло- або яскраво-жовті, світло- та яскраво-помаранчеві та червоно-коричневі; крайові – нечисленні язичкові, розміщені по краю спільного квітколожа в 1–3 ряди; серединні трубчасті квітки займають його пласку частину. Сім'янки лінійні, 0,8–0,9 см завдовжки та 1,5–2 мм завширшки; чорні, пласкі, покриті невеликими притиснутими волосками або голі. Чубчик – із 3–8 нерівних білих, по краю бахромчатих, вільних або зрощених на верхівці довгоостистих лусок (за Малюгіною та ін., 2013).



(*Tagetes patula*)

Чорнобривці прямостоячі великоквіткові – однорічні, мало куцисті, більш-менш опушені рослини із прямостоячим, 50–150 см заввишки, від середини розгалуженим стеблом і нечисленними, спрямованими вгору гілками. Форма куца зворотно-пірамідальна. Гілки 1-го порядку відхиляються від головного стебла під гострим кутом і за висотою такі самі або вищі за нього. Усі гілки опушені та мають ребристу поверхню. Листки супротивні, нижні – короткочерешкові, середні; верхні – сидячі, непарноперисторозсічені, з більшою кінцевою і трохи меншими бічними, ланцетними або широко ланцетними, по краю з нерівними гострозубчастими частками, 9–15 см завдовжки та 5,5–8,5 см завширшки.

Суцвіття – кошик, що розташований поодинокі на кінцях булависто потовщених стебел і гілок, діаметр – 5–10 см, густо махрові, напівмахрові та прості, на сильно бокальчатоподібно потовщених порожніх ніжках. Махровість несправжня, у махрових суцвіть збільшена кількість рядів язичкових квіток чи збільшені вінчики трубчастих. Обгортка кошиків складається з 5 зрослих, на верхівці трикутно загострених листочків близько 20 мм завдовжки, 10–15 мм завширшки, довгасто-циліндрична, трохи граниста. Язичкові квітки у кошику – від блідо-жовтих до темно-оранжевих, 2,5–3 см завдовжки, розміщені по краю квітколожа у кілька рядів; їхні язички обернено-яйцевидні; трубчасті (9–10 мм завдовжки) із 5-зубчастим відгином жовті квітки займають центральну частину спільного квітколожа. Сім'янки лінійні, 8–11 мм завдовжки, близько 1 мм завширшки, чорні або бурі, укриті короткими буруватими, спрямованими вгору волосками, до основи звужені, на верхівці – з чубком, утвореним плівочками, зрослими тупими і вільними загостреними (за Малюгіною та ін., 2013).

Квіти чорнобривців мають специфічний аромат і запилюються комахами. Плід у рослини - щільно сплюснутий і видовжений, досить легкий. В одному грамі насіння від 280 до 700 насінин. Вони дуже життєздатні. В сухому приміщенні насіння зберігає схожість до п'яти років.

1.4. Історія досліджень

Вважається, що мексиканські індіанці першими почали висівати ці рослини біля своїх осель як декоративні квіти. Там прижилося повір'я, що чорнобривці наділені магичною силою, здатною вберегти людину від лиха. Відтак димом із них обкурювали свої житла, пили гіркуватий напій із чорнобривців, навіть посипали обличчя недужих родичів товченими сухими квітами, вірячи, що це полегшить перебіг хвороби. І нині на ринках Мексики мають великий попит пучки зі свіжих та висушених чорнобривців. Їх досі додають у майже всі страви національної кухні, як приправу.

Цікавим є факт, що жителі Американського континенту колись вірили: там, де рясно зійшли дикі чорнобривці, під землею неодмінно можна розкопати багаті поклади золота. Їх навіть так і нарекли в народі — квіти золотошукачів.

Свого часу іспанські та португальські мореплавці розповсюдили насіння чорнобривців у Європі, Африці та Азії. Квітка скрізь добре прижилася, але під різними іменами. Так, французи були впевнені, що її завезено з Індії, тому назвали «індійською квіткою». Згодом у цій країні чорнобривці стали вирощувати не лише на клумбах, а й на плантаціях. Ефірна олія з чорнобривців і досі входить до складу багатьох французьких парфумів. У Франції ці квіти набули такої популярності, що в багатьох інших країнах Європи, де вони з'явилися пізніше, їх нарекли «французькою календулою».

<http://silskivisti.kiev.ua/19607/print.php?n=39737>

У XVI столітті чорнобривці розповсюдились в Африці. «Хакібуш» — так там назвали цю квітку, яка швидко полюбилася населенню передовсім за запах, який відваджував надокучливих мух. Ось чому і досі майже в кожній африканській сільській оселі можна побачити підвішені під стелею пучки сухостою з чорнобривців. Окрім того, в районах Африки з розвиненим землеробством їх почали сіяти серед городніх культур як засіб боротьби зі шкідниками, зокрема й бактеріями, які вражають рослини.

Чорнобривці були чи не найпершими заморськими рослинами, завезеними на початку XVIII століття на наші землі. І все ж попри «іноземне походження» невибагливий і життєлюбний чорнобривець для українців завжди буде рідною українською квіткою.

1.5. Медичне застосування

З давніх-давен чорнобривці використовуються як антисептичний, заспокійливий, сечогінний, спазмолітичний, гіпотензивний і протигельмінтний засіб.

Речовини, що входять до складу чорнобривців роблять рослину унікальним ліками. Основними цінними для людини речовинами в рослині є ефірні олії, що містять каротиноїди. У рослин знайдено більше ніж 100 біологічно активних речовин, до них належать оцітомен, каротин, алкалоїди, лімоноцен, мірцен, лютеїн і флавоноїди, аскорбінова кислота, вітамін Е, А, фолієва кислота, та багато інших (Xu et al., 2012). Крім цього, в рослині присутні мінерали, серед яких найбільшою концентрації є: цинк, селен, ферум, фосфор, золото, магній, калій.

Згідно з літературними даними хімічний склад ефірної олії чорнобривців досить непостійний. На нього впливають не тільки селекційні особливості рослини і термін його прибирання, а й географія місця вирощування. Зазвичай масло містить до 50% монотерпенові кетонів, в тому числі тагетон (15-20%), дігідротагетон (10-18%), бета-оціменон (до 15%), який іноді називають дегідротагетоном, і карвон (до 6%). Присутні також бета-оцімен, ліналоол і ліналілацетат, а також деякі монотерпенові.

Останні роки рослини роду *Tagetes* L. привертають увагу світової наукової спільноти завдяки вмісту біологічно активних речовин широкого спектру, серед яких виділяють каротиноїди лютеїн, β -каротин, зеаксантин, неоксантин, віолаксантин, флавоноїди патулетин, рутин, кверцетин, кверцетогетин та їхні глікозиди, амінокислоти, органічні кислоти, дубильні речовини, ефірні олії.

Екстракти та біологічно активні речовини, отримані з чорнобривців, є перспективними для застосування у медицині та виявляють в експерименті антиоксидантні, протигрибкові, протимікробні, гепатопротекторні, протипаразитарні та ранозагоювальні властивості (Priyanka et al., 2013; Xu et al., 2012; Ramya 2012).

На підставі дослідження гострої токсичності ліпофільні екстракти з суцвіть чорнобривців розлогих сорту Голдкопфен та чорнобривців прямостоячих сорту Гаваї віднесено до VI групи токсичності – «Відносно нешкідливі» (Малюгіна та ін, 2016).

Ефірні олії чорнобривців – важливі біологічно активні речовини різноманітної хімічної структури, які покращують циркуляцію крові в організмі, діяльність нервової системи, відновлюють імунітет, проявляють позитивну дію на роботу та функції внутрішніх органів.

При захворюваннях підшлункової залози прийом лікарських препаратів на основі чорнобривців дозволяє зняти запалення і набряк, а також нормалізувати вироблення ензимів, відновити роботу органу. Для цього 1 свіжий бутон або 1 чайну ложку подрібнених сухих пелюсток заливають склянкою окропу, настоюють 20 хв, випивають по ¼ склянки -4 рази на день до їди. При цукровому діабеті і його ускладненнях 50 бутонів заливають якісної горілкою так, щоб покрила квіти, наполягають 7 днів в темному місці, приймають по 1 чайній ложці 3 рази на день. Порушення в роботі нервової системи також є показаннями до прийому препаратів на основі чорнобривців.

Рослина дозволяє підсилити вироблення гормону щастя і зняти нервову перенапругу. Крім цього, чорнобривці нормалізують сон, зміцнюють нервову систему, допомагаючи зберегти її здоров'я навіть при дуже значних перевантаженнях. І, що дуже важливо, квіти активують роботу головного мозку і тому дозволяють легше справлятися з сильними розумовими навантаженнями. Показані чай з додаванням 1 бутону чорнобривців, ножні і загальні ванни з відваром квітів і листя.

Імуноукріплююча дія чорнобривців є корисною у розпал вірусних інфекцій. Рослина не просто активує вироблення імунних клітин, але, володіючи противірусною дією, дозволяє позбавлятися від проникаючих через дихальну систему збудників хвороби. Сьогодні медиками встановлено, що ризик зараження грипом або будь-яким іншим вірусом, навіть при сильній епідемії, при правильному прийомі чорнобривців знижується на 70%.

Ліки на основі чорнобривців також сприяють зняттю підвищеного артеріального тиску і зміцненню серцево-судинної системи. Завдяки цьому, рослину можна застосовувати як засіб для профілактики інфаркту і інсульту. А ще, чорнобривці – чудовий ранозагоювальний засіб, який не просто прискорює процес поділу клітин, а ще й очищає рану від гнильних, некротичних мас.

При укусах комарів і бджіл шкіру змащують соком квітів. Для поліпшення гостроти зору і підвищення імунітету свіжі пелюстки чорнобривців додають в чай або салат. Денна доза для дорослих - 3 бутона, дітей - 1 бутон.

Ліпофільна фракція, отримана із чорнобривців, стимулює репаративну регенерацію шкіри за умов її термічного пошкодження. І по ефективності дії перевершує обліпихову олію, яка досить активно використовується для термічних опіків (Оганесян та ін., 2004).

У народній медицині застосовуються відвари, настої, олія з суцвіть рослини. За допомогою цих засобів можна поліпшити обмінні процеси в організмі, зміцнити імунну систему, підтримати гостроту зору, а також впоратися з такими захворюваннями, як цукровий діабет, псоріаз, стоматит, ларингіт та інші.

Чай з квітів чорнобривців – засіб, який здавен застосовують у народній медицині під час простудних інфекцій. Активні компоненти чорнобривців сприяють посиленню потовиділення, виводять токсини з організму. Для приготування чаю 4-5 сухих або свіжих невеликих суцвіть або 1 ст.л. пелюсток

заварюють 250 мл окропу, настоюють 15 хвилин і п'ють незалежно від прийому їжі 2-3 рази на день.

Регулярне споживання чаю з чорнобривцями - хороша профілактика інсультів, інфарктів, атеросклерозу і онкологічних захворювань. Відвар суцвіть допомагає також налагодити роботу кишківника, знижує рівень цукру в крові, використовується як сечогінний, жовчогінний і протипаразитарний засіб (тільки в цьому випадку приймати його слід натщесерце щодня впродовж тижня).

Важливим напрямком досліджень є використання чорнобривців для підтримки здоров'я органів зору, оскільки багаті на лютеїн і зеаксантин. Ці важливі каротиноїди містяться в крові і всіх тканинах тіла, включаючи центральну ділянку сітківки ока - макулу, або "жовту пляму". Від кількості лютеїну і зеаксантину в макулі залежить стан сітківки і гострота нашого зору, оскільки ці каротиноїди допомагають запобігти віковим дегенеративним змінам зору і забезпечити фільтрацію синьої частини спектру, тим самим захищаючи від пошкодження чутливі рецептори ока - палички і колбочки (<https://ukr.media/garden/423108/>)

Каротиноїди не тільки захищають очі від пошкодження, а й сприяють відновним процесам, стимулюючи синтез колагену. Встановлено, що лютеїн і зеаксантин впливають на зір набагато ефективніше, ніж такі каротиноїди, як вітамін А, лікопен і бета-каротин. Лютеїн і зеаксантин не виробляються організмом, вони повинні потрапляти до нас разом з їжею, бажано - з жирної. Численні дослідження засвідчують зв'язок між поступленням лютеїну в організм людини, збільшенням щільності макулярного пігменту і зниженням ризику розвитку вікової макулярної дегенерації (ВМД) (<https://ukr.media/garden/423108/>).

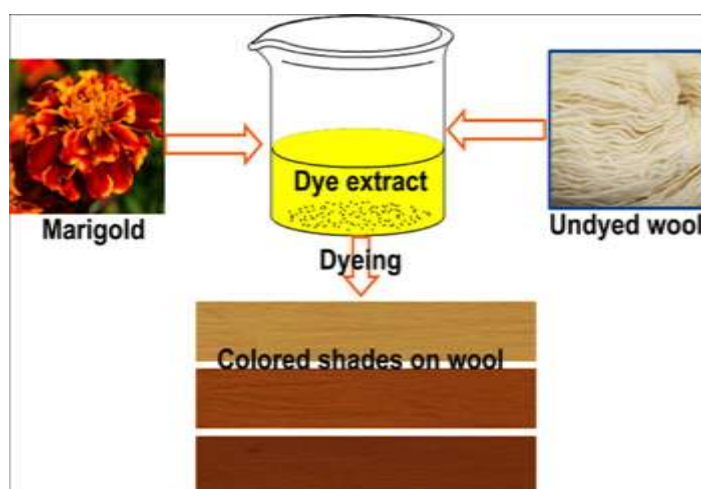
Однак, чорнобривці у всіх частинах рослини накопичують політіофени, які є токсичними по відношенню до деяких грибів і нематод (Mukundan et al., 1991) і можуть викликати контактний дерматит у людини, тому очистка ксантофілів від тіофенів є необхідною умовою отримання чистих препаратів.

Для профілактики захворювань органів зору дорослій людині потрібно вживати в добу приблизно 5 мг лютеїну і 1 мг зеаксантину. Для цього потрібно з'їдати 50 г шпинату або приблизно 400-500 г гарбуза (в залежності від сорту), або 5 жовтків домашніх курячих яєць. У той же час необхідна добова норма каротиноїдів міститься в 1 ст.л. свіжих пелюсток чорнобривців або в 1 ч.л. сухих пелюсток (приблизно 1 г).

1.6. Промислове застосування

У світі знайшлося цим квітам і промислове використання. Унікальні властивості екологічного фарбування вовни активно використовують і популяризують вчені з Індії (Shabbir et al., 2018). Оскільки натуральні продукти – в центрі уваги багатьох споживачів, використання екологічно чистих продуктів зростає у всьому світі. Природні барвники з відходів можуть бути екологічно чистою альтернативою щодо пошуку нових джерел барвників з одночасним зменшенням забруднення навколишнього середовища.

Чорнобривці – це один із відходів, що викидається, особливо в Індії після використання в релігійних цілях або гірлянд. Різні відтінки зафарбованої тканини є потужною альтернативою, особливо для людей, які мають алергію і можуть використовувати лише нешкідливі, натуральні тканини і барвники.



Головні постачальники промислової сировини чорнобривців у світі — Китай, Індія, Таїланд, деякі країни Центральної Америки та Африки. Україна може долучитися до цієї перспективної і дохідної справи, оскільки вирощування цих рослин на території України не є складним, і може перевестися у промислові масштаби у майбутньому.

1.7. Практичне використання

Важливим аспектом є можливість використовувати сидеральні посіви чорнобривців (особливо з великою вегетативною масою, зокрема, *Tagetes patula* (чорнобривці розлогі) для оздоровлення ділянок на яких тривалий час вирощували плодові і ягідні культури. Біологічно активні речовини, які чорнобривці продукують під час свого розвитку, борються зі шкідливою біотою ґрунту й знижують інтенсивність нематодних інвазій. Тому культуру варто використовувати у сидеральних посівах. У світовому овочівництві і садівництві такий спосіб оздоровлення ґрунту має велику популярність. В Україні поки цей метод не отримав належного застосування (<https://agroday.com.ua/2019/10/03/znyaty-gruntovtomu-chornobryvtsi-yak-syderaty-pislya-tryvalogo-vyroshhuvannya-plodovoyagidnyh-kultur/>).

В результаті наукових досліджень ефірних олій, їх компонентного складу, включаючи: бензофурани, каротиноїди, флавоноїди та тіофени, такі як: терпінеол, (Z) -оцимено, дигідротагетон, (E) -оціменон, (Z) -тагестон та (Z) оцименон, піперитон, які є біологічно активними та потенційно алелопатичними щодо багатьох патогенних організмів, таких як гриби, бактерії, віруси, нематоди, комахи, кліщі ін. Зроблено ряд висновків про можливість використання у сільському господарстві з метою екологічно безпечного захисту культур від патогенів.

Так, у знешкодженні *Ralstonia solanacearum* – бактерії, що вражає судинні системи рослин і призводить захворювання яке отримало назву Моко або бактеріальне в'янення і є причиною значних втрат врожаю бананів, томатів,

тютюну описано кілька компонентів екстрактів та ефірної олії (ЕО) *Tagetes patula* L., включаючи: бензофурани, каротиноїди, флавоноїди та тіофени, які є біологічно активними та потенційно алелопатичними щодо багатьох патогенних організмів. Боротьба *R. solanacearum* – знищення врожаю і подальший карантин ґрунтів – завдяки синтетичним бактерицидним препаратам мало ефективні із-за високої здатності бактерії до виживання. Показано, що використання рослинних екстрактів є перспективним напрямком досліджень через низьку вартість та безпеку для здоров'я людини, і завдяки екологічності (Rueda et al., 2018).

Фітогербіциди мають ряд переваг порівняно із широким використанням синтетично синтезованих гербіцидів. Насамперед, це швидкий розклад мікрофлорою ґрунту, тому не відбувається забруднення навколишнього середовища, а також видоспецифічність (селективна специфічність до певних видів бур'янів), покращення біологічних властивостей ґрунту, та ряд інших переваг (за Дідик та ін., 2005). Рослини роду *Tagetes* є перспективним об'єктом для досліджень використання їх в якості фітогербіцидів.

У дослідженнях українських вчених показано, що високу чутливість до продуктів деструкції *Tagetes* виявили поширені бур'яни: пирій повзучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), незбутниця дрібноквіткова (*Galinsoga parviflora* Cav.), портулак городній (*Portulaca oleracea* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa pastoris* (L.) Medik.), зірочник середній (*Stellaria media* (L.) Vill.) та ін. (Дідик та ін., 2005).

1.8. Озеленення

До санітарно-гігієнічних властивостей рослин належить здатність виділяти особливі леткі органічні речовини - фітонциди, які вбивають деяких грибів та найпростіших паразитів. Леткі фітонциди – це складний комплекс біологічно активних органічних речовин, що виділяються рослинами в процесі їхньої життєдіяльності, володіють антимікробною дією, що підвищують імунітет організму.

Висока алелопатична активність летких екзометаболітів чорнобривців є основою для вивчення їхньої оздоровлюючої дії на довкілля, яка забезпечується збагаченням леткими лікувальними (захисними) речовинами, зниженням токсикантів і зменшенням кількості патогенних мікроорганізмів. Актуальним є питання їх використання в якості фітосанітарних рослин, які потенційно можуть використовуватися для зменшення бактеріальної забрудненості повітря міста, підвищення іонізації атмосфери, збагачуючи її фітонцидами. Особливість чорнобривців цвісти тривалий час, стійкість до фітопатогенів, невибагливість до ґрунтово-кліматичних умов, бактерицидні, фунгіцидні, нематоцидні властивості (Машковська С.П., 2000; Moliner et al., 2018), дають підстави рекомендувати їх для озеленення міст та використання їх в якості фітосанітарних рослин.

1.9. Харчова цінність чорнобривців

У стеблах і листках чорнобривців під час росту накопичується ефірна олія, яка має жовтий або бурштиновий відтінок, з квітково-пряним запахом і фруктовими ароматами. Ефірну олію, яку отримують після обробки, отримала широке застосування у лікєро-горілчаній промисловості для виготовлення ароматних настоїв. Однак, найбільш популярне поширення ці рослини отримали у кулінарії.

Чорнобривці використовуються в країнах Латинської Америки, де їх вживають практично з усіма стравами. Дуже популярна приправа, яка отримала назву «імеретинський шафран» в кухні Грузії (<https://www.youtube.com/watch?v=zmUofwWzuo8>). Назва "імеретинський шафран" походить від назви місцевості в Західній Грузії – Імереті. Його часто плутають, а іноді і продають під виглядом натурального шафрану, але крім назви і кольору у них немає нічого спільного. Імеретинський шафран – це пряність, що отримується з висушених пелюсток рослин Чорнобривці. Забарвлення квітки обумовлено кількістю антоціану – чим його більше, тим квітка червоніша, і тим більше виражений смак і аромат. У більшості квіток зі зниженням температури

повітря антоціанів стає більше, відповідно, квітки темніють, і запах їх стає більш насиченим. Тому деякі гурмани віддають перевагу збирати і сушити чорнобривці пізньої осені. Імеретинський шафран має потужний аромат, є складовою знаменитої приправи хмелі-сунелі (не більше 0,1 %). (<https://spicebox.com.ua/ua/imeretinsky-shafran.php>).

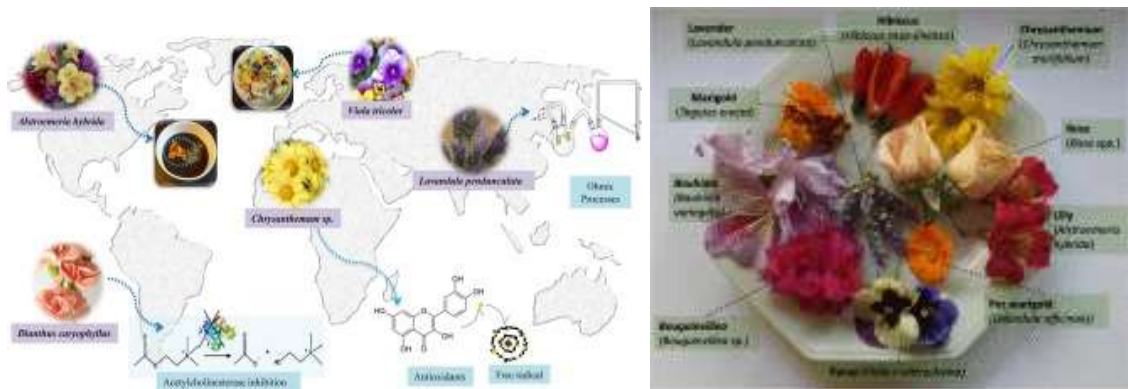
У Франції чорнобривці вирощують у промислових масштабах для задоволення потреб французьких гурманів.

Запах цієї приправи глибокий, сильний. Він різко змінює смак тих страв, до яких усі звикли і надає звиклим стравам нових ноток смаків.

Особливий варіант кулінарного використання спеції – використання не порошку, а цілих засушених бутонів квітки. У такому вигляді таку приправу використовують для олій, маринадів, засолювання і консервації овочів.

Чорнобривці в даний час широко використовуються в кулінарії тих країн, кухня яких рясніє м'ясними стравами, так як вони володіють не тільки прекрасними смаковими якостями, але і сприяють легкому засвоєнню їжі. Як квітки, так і листя чорнобривців можна використовувати для приготування різних салатів, що їм надає легку гостроту і особливу пікантність, застосовувати для ароматизації оцту, засолювання огірків.

Актуальним питанням на сьогодні є наукові дослідження так званих «істівних квітів», які отримали за останні роки велику популярність (Kumari et al., 2021; Takahashi et al., 2020). Сучасна людина, яка веде активний і здоровий спосіб життя, цікавиться новими можливостями урізноманітнити свій раціон, поповнивши його цінними речовинами і отримати при цьому естетичне задоволення. Споживання квітів є відомим і давнім у різних культурах світу, як частина традиційної або альтернативної медицини. Однак, багато видів рослин можна вважати більш ніж делікатесом, який значно розширює продовольчий ринок. Активно досліджуються традиційні квіти, оскільки повідомлено у ряді наукових публікацій про наявність цілого ряду біоактивних речовин, які володіють позитивною дією на здоров'я людини.



<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108868>

У минулому їстівні квіти традиційно споживали з лікувальною метою у традиційній медицині, тоді як сучасні дослідження акцентують увагу на їх харчових та фітохімічних властивостях.

Результати різних досліджень вказують на їх низьку калорійність, високий вміст мінеральних речовин, вітамінів, амінокислот, клітковини, вуглеводів, ефірних олій, білків. Але найбільш активно досліджуються власне біологічно активні речовини, які містяться у квітках. Так, показано, що флавоноїди сильно мінімізують ризик тривалих захворювань, таких, як серцево-судинні захворювання, ожиріння і рак (Lu et al., 2016). Багато досліджень показали, що їстівні квіти мають сильні лікувальні властивості, такі як протидіабетичні, протиракові, заспокійливі, протизапальні, протимікробні, діуретичні та імуномодулюючі засоби (Kaisoon et al., 2012, Skrajda-Brdak et al., 2020).

Квіти – багате джерело антиоксидантів, які зменшують згубний вплив вільних радикалів. Такі антиоксиданти, як аскорбінова кислота, каротиноїди, антоціани і поліфеноли – часто у квітах присутні у вищій концентрації, порівняно з фруктами чи овочами (Cavaiuolo et al., 2013).

В огляді (Kumari et al., 2021) наведено понад 25 найбільш популярних видів квітів, наукові дослідження яких показують їх потужний поживний склад, користь для здоров'я, традиційне використання, ін.

Серед перелічених, зустрічаємо і досліджувані нами чорнобривці – *Tagetes erecta*, *T. patula*.

Сучасні та ефективні методи вилучення біоактивних речовин із квітів, їх очищення – також сприяють дослідженню їх компонентів, дозволяючи розробляти функціональні добавки для харчової промисловості. Для популяризації цієї ідеї вчені працюють над створенням посібника, де були б зібрані ключові відомості про правильну систематику, вирощування, обробку та підготовку квітів до споживання (Takahashi et al., 2020). На жаль, до ідеї споживання квітів досі ставляться з недовірою, незважаючи на їх потужний потенціал. Тому в першу чергу важливо покращити освіту з питань харчування, спрямовану на пропонування квітів як звичайної гастрономії. Окрім того, додаткові дослідження власне традиційних квітів є важливим для збереження традицій, що перебувають під загрозою зникнення. З іншого боку, харчові властивості, фармакологічна користь, хімічний склад та форми приготування їстівних видів квітів дедалі більше вивчаються із зростанням пошуків натуральної та здорової їжі (Kumari et al., 2021; Takahashi et al., 2020).

Найбільш активне застосування чорнобривці – у народній медицині саме завдяки наявності у їх складі ефірних олій.

III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Оцінка енергії проростання та схожості насіння

Проводили підбір методики проведення експерименту у домашніх умовах. Найбільш оптимальним і зручним методом виявився метод з використанням зіп-пакетів.

Для закладання досліду потрібно: зіп-пакет, кухонні рушники, насіння, розчин KMnO_4 (для стерилізації насіння), пульверизатор з водою, етикетка, степлер.



Рис. 1 Необхідні матеріали для експерименту

Визначення енергії проростання та схожості насіння чорнобривців

Енергія проростання – здатність насіння давати нормальні проростки за встановлений державним стандартом термін, що є коротшим, ніж для визначення схожості. Цей показник характеризує швидкість і дружність проростання насіння

Схожість – здатність насіння утворювати нормально розвинуті проростки. Цей показник виражається у відсотках до загальної кількості насіння, взятого для пророщування.

Згідно з міжнародним стандартом ISTA та внутрішнім стандартом України ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості» при аналізуванні схожості насіння використовуються такі поняття: нормальні проростки, аномальні проростки та непроросле (мертве відповідно до ISTA, зігниле згідно з ДСТУ) насіння. Нормальний проросток є таким, у якого найбільш важливі структури (корінці, над- і підсім'ядольне коліна, брунечка, сім'ядолі, колеоптиль) добре і пропорційно розвинуті. Аномальний проросток — це проросток, що за зовнішнім виглядом відрізняється від нормального, тобто він може бути чахлий, потовщений і короткий, із проявами затримки розвитку, відсутній, пошкоджений, довгий і тонкий, його первинний корінь ушкоджений у результаті інфекції тощо

Основний показник якості насіння - *схожість* – здатність насіння проростати і давати нормально розвинуті проростки при окремих умовах за встановлений державним стандартом для кожного виду термін. Схожість насіння прийнято виражати в процентному співвідношенні. Його розраховують як відношення кількості пророслого насіння до загальної кількості. Схожим вважають насіння, що має нормально розвинений проросток або корінь розміром, не меншим за довжину насінини, а у круглого насіння – не менший за діаметр насінини. Показник схожості використовують для визначення посівної придатності насіння.

Для чорнобривців розлогих термін пророщування становить 10 днів. Енергію проростання насіння визначають на п'ятий день обліку.

Перед початком експерименту насіння замочували у слабкому розчині KMnO_4 . Насіння висаджували на зволене кухонне полотенце, залишали у зіп-пакеті у темному теплому місці. Через 5 та 10 діб визначали відсоток пророслих

насінин. Нормально пророслим вважали насіння, що розвинуло здорові проростки, довжина яких була не меншою від довжини насінини.

Дослід проведено у трикратній повторності і подано середнє значення.



Рис. 2 Визначення енергії проростання та схожості насіння чорнобривців

2.2. Оцінка алелопатичних властивостей. Алелопатична активність коренів чорнобривців на насіння крес-салату

Для визначення алелопатичної активності використали насіння крес-салату (*Lepidium sativum* L.), як тест-об'єкту для визначення алелопатичної активності проростків чорнобривців. Як і у попередньому досліді, використали для експерименту зіп-пакети.

Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Визначення енергії проростання та схожості насіння

Основним лабораторним методом перевірки якості насіння є його пророщування. Цей метод дає змогу визначити не тільки кількість пророслого насіння за встановлений державним стандартом термін, але й оцінити якісний стан проростків.

Ми визначили енергію проростання і схожість насіння.

Результати експериментів занесено у таблицю 1.

Таблиця 1

<i>Показник</i>	
Енергія проростання	20 + 2%
Схожість	77 + 4 %

Чому показник схожості насіння може знижуватися? Перша причина - невідповідні умови зберігання і транспортування; насіння — це живий організм, у якому постійно відбуваються біохімічні процеси. Тобто, через деякий час і за умови впливу різних зовнішніх факторів показник схожості може змінюватися під дією цих процесів. Друга причина - можливе порушення методів/технологій лабораторного аналізу.

Також не менш важливим показником є енергія проростання насіння, що характеризує його здатність швидко і дружно проростати. Цю властивість має здорове насіння, вирівняне за фізіологічним станом. На енергію проростання у природних умовах насамперед впливають температура та вологість. Так, наприклад, посів насіння навіть з високою енергією проростання у холодний і не прогрітий ґрунт найчастіше призводить до появи нерівномірних та зріджених сходів, і, навпаки, теж саме насіння, висіяне в оптимальні умови, дає дружні та рівномірні сходи.

Максимум пророслого насіння у нашому експерименті зафіксували на шосту добу досліду. Насіння проростало дружно, аномальних проростків було мало, що свідчить про хорошу якість насіння.

3.2.Алелопатична активність коренів чорнобривців на насіння крес-салату

У наступному експерименті використали насіння крес-салату (*Lepidium sativum L.*), як тест-об'єкту для визначення алелопатичної активності проростків чорнобривців.

Насіння чорнобривців та крес-салату замочили на 10 хв для стерилізації у слабкому розчині $KMnO_4$. Досліджуване насіння розклали на змочене за допомогою пульверизатора водою, за допомогою степлера прикріпили етикетку до пакета і поставили у темне місце для пророщування. Для досліду використали 3 пакети:

- – контроль 1 (насіння чорнобривців),
- – контроль 2 (насіння крес-салату)
- – дослід (разом висіяли насіння чорнобривців та крес-салату).

Усі варіанти закладали у трикратній повторності



Рис. 3. Насіння чорнобривців та крес-салату

Через 1 тиждень провели аналіз отриманих результатів.



Рис. 4 Аналіз досліду (сумісний вплив)

Через один тиждень росту проведи аналіз отриманих результатів, які занесені у таблицю.

Таблиця 2

Кількість пророслого насіння та морфометричні показники досліджуваних рослин

Варіант		К-ть пророслого насіння	Довжина, мм	
			корінь	пагін
Контроль	1 чорнобривці	70±2%	7±0,1	4±0,1
	2 крес-салат	55±4%	8±0,8	7±0,7
Дослід	1 чорнобривці	68±1%	7±0,3	3±0,2
	2 крес-салат	35±3% ↓	6±1,2 ↓	5±1,2

Отримані результати засвідчують інгібуючий вплив проростків чорнобривців на проростки крес-салату, який використаний, як тест-об'єкт. Кількість пророслих насінин крес-салату знижується за умов дії проростків чорнобривців на 20%. Аналіз морфометричних показників показав зниження активності росту коренів і пагонів проростків крес-салату за умов сумісного росту із проростками чорнобривців у порівнянні з контролем.

Алелопатичні взаємини – одні з найбільш складних, тому що в даній формі тісно переплітаються прямий і опосередкований вплив. У рослин, давно уведених у культуру, алелопатична активність, як правило, значно нижча, ніж у їхніх диких родичів. Більш молоді культури й особливо зовсім молоді, а також більшість інтродукованих із природної флори дуже активні в алелопатичному відношенні (Гродзінський, 1973).

Проведення досліджень дозволить 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.

Також застосування представлених нами результатів експерименту із хімічного впливу одних рослин на ріст і розвиток інших 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 (Навчальна програма з біології і екології (рівень стандарту) для 10-11 класів загальноосвітніх шкіл, 2017).

Усі наведені вище застосування результатів дослідів 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 (Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Біологія 6-9 класи, 2017).

ВИСНОВКИ

- Проведено аналіз літератури про вирощування, можливості використання рослин чорнобривців – від широкого спектру медичного застосування в якості гіпотензивного, протигрибкового, протимікробного, протипаразитичного, антиоксидантного, гепатопротекторного, протизапального, ранозагоювального засобу до можливості використання в якості їстівних квітів, приправ, потужного засобу захисту рослин і до використання в якості фітонцидних рослин для озеленення міст.
- Запропоновано проведення експериментального дослідження в домашніх умовах, що може бути використано під час дистанційного навчання, а також у якості міні-проектів згідно програми з біології для загальноосвітніх навчальних закладів.
- Проведено аналіз схожості та проростання насіння чорнобривців. Виявлено алелопатичий вплив проростків чорнобривців на насіння крес-салату (*Lepidium sativum L.*).
- Отримані результати можна застосувати при викладанні тем: 6 клас. Рослини. Тема «Рослина - живий організм. Живлення рослин. Будова рослини. Органи рослин. Корінь, пагін: будова та основні функції»; 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», а також під час проведення учителем екскурсій з біології, що рекомендовані для проведення в сучасній загальноосвітній школі.

Список використаних джерел

1. Буждиган О.Я., Руденко С.С., Зароченцева О.Д., Костишин С.С. Екологія в дослідях. Методичні рекомендації для наукової роботи в навчальних закладах різного типу: У 2-х ч. Частина-1, вип. 2. Місто, 2015. – 168с.
2. Гродзинский А.М., Головка Э.А., Горобец С.А. и др. Экспериментальная аллелопатия. — К.: Наук. думка, 1987. — 226 с.
3. Гродзінський А.М. Основи хімічної взаємодії рослин. — К.: Наук. думка, 1973. — 205 с.
4. Державна Фармакопея України: в 3 т. / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів».— 2-е вид. —Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015.—Т. 1. 1034 –1036 с.
5. Дідик Н.П., Машковська С.П., Елланська Н.Е., та ін., Фітогербіцидні властивості продуктів деструкції чорнобривців (*Tagetes* l.) // Інтродукція рослин, 2005, № 2 С.89-95.
6. Кобилецька М. С., Терек О.І. Біохімія рослин : навч. посіб. Львів. нац. ун-т ім. І. Франка. – Львів : ЛНУ ім. І. Франка , 2017. – 269.
7. Малюгіна, О. О., Мазулін О. В., Беленічев, І. Ф. , Смойловська Г. П. Вивчення гострої токсичності ліпофільних екстрактів каротиноїдовмісних сортів роду чорнобривці (*Tagetes L.*) Фармацевтичний журнал, 2016, № 1 С. 86-90.
8. Машковська С. П. Алелопатичні особливості інтродукованих видів *Tagetes L.* // Інтродукція рослин. 2000, №1, С. 56-59.
9. Машковська С. П. Алелопатичні та біохімічні особливості видів роду чорнобривців (*Tagetes L.*): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук. Київ, 2002, 22 с.
10. Москаленко М. П., Вакал А. П., Міронець Л. П. Методика організації віртуальної екскурсії з біології на тему «вивчення біорізноманіття (на

- прикладі своєї місцевості)» (9 кл) Актуальні питання природничо-математичної освіти. 2017. №9 С.45-51.
11. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Біологія 6-9 класи. Програма затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України № 804 від 07.06.2017 року.
 12. Навчальна програма з біології і екології (рівень стандарту) для 10-11 класів загальноосвітніх шкіл, затверджена Наказом Міністерства освіти і науки № 1407 від 23 жовтня 2017 року.
 13. Скибіцька М. Історія вивчення лікарських рослин в Україні / М. Скибіцька // Праці наукового товариства ім. Шевченка. Екологічний збірник. - 2014. - Т. 39. - С. 163-180.
 14. Сучасні методи в алелопатичних дослідженнях. Методичний посібник. За заг. ред. чл.-кор. НАН України, професора Н.В. Заіменко. Київ : Видавництво Ліра-К, 2021. 200 с.
 15. Флора УРСР / за ред. д. біол. н. О.Д. Вісюліної. – К.: Видавництво АН УРСР, 1962. – Т. XI.
 16. Нікітченко Л. Біологічний експеримент у теорії і методиці шкільної біологічної освіти. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Теорія та методика навчання природничих наук», (2023) (4), 29–36.
<https://doi.org/10.31652/2786-5754-2023-4-29-36>
 17. Cavaiuolo M., G. Cocetta, A. Ferrante The antioxidants changes in ornamental flowers during development and senescence *Antioxidants*, 2 (3) (2013), pp. 132-155, 10.3390/antiox2030132
 18. <http://silskivisti.kiev.ua/19607/print.php?n=39737>
 19. <https://agroday.com.ua/2019/10/03/znyaty-gruntovtomu-chornobryvtsi-yak-syderaty-pislya-tryvalogo-vyroshhuvannya-plodovoyagidnyh-kultur/>
 20. <https://agroday.com.ua/2019/10/03/znyaty-gruntovtomu-chornobryvtsi-yak-syderaty-pislya-tryvalogo-vyroshhuvannya-plodovoyagidnyh-kultur/>

21. <https://spicebox.com.ua/ua/imeretinsky-shafran.php>
22. <https://www.youtube.com/watch?v=zmUofwWzuo8>
23. Kaisoon O., I. Konczak, S. Siriamornpun Potential health enhancing properties of edible flowers from Thailand Food Research International, 46 (2) (2012), pp. 563-571, [10.1016/j.foodres.2011.06.016](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.016)
24. Kumari et al., Phytochemicals from edible flowers: Opening a new arena for healthy lifestyle // Journal of Functional Foods 78, 2021.
25. Lu B., M. Li, R. Yin Phytochemical content, health benefits, and toxicology of common edible flowers: A review (2000–2015) Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 56 (sup1) (2016), pp. S130-S148, [10.1080/10408398.2015.1078276](https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1078276)
26. Moliner C. et al., Edible Flowers of *Tagetes erecta* L. as Functional Ingredients: Phenolic Composition, Antioxidant and Protective Effects on *Caenorhabditis elegans* //
27. Priyanka D., Shalini T., Kumar Navneet V. A brief study on marigold (*Tagetes* species): a review // Inter. Res. J. Pharmacy. – 2013. – N 4 (1). – P. 43–48.
28. Ramya R., Mahna S., Bhanumathi S. P., Bhat S. K. Analysis of Phytochemical Composition and Bacteriostatic Activity of *Tagetes* sp. // Inter. Res. J. Pharmacy. – 2012. – N 3 (11). – P. 114–115.
29. Rueda E.M.S., Ruiz Y.L.R., Chamorro N.L. Landázuri P. Extracts of *Tagetes patula* L. (Asteraceae): a bactericidal potential against Moko // Rev. Mex. Cienc. Agríc. Vol. 9, №5, 2018, P. 949-959. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i5.1504>
30. Skrajda-Brdak M., G. Dąbrowski, I. Konopka Edible flowers, a source of valuable phytonutrients and their pro-healthy effects—A review Trends in Food Science & Technology (2020), [10.1016/j.tifs.2020.06.016](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.06.016)
31. Takahashi J.A., Rezende F.A.G.G., Moura M.A.F., Dominguet L.C.B., Sande D. Edible flowers: Bioactive profile and its potential to be used in food

development // Food Research International Vol. 129, 2020,
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108868>

32. Xu L. W., Juan C., Huan-yang Q. I., Shi Y. P. Phytochemicals and Their Biological Activities of Plants in Tagetes L. // Chin. Herbal Med. – 2012. – N 4 (2). – P. 103–117.