МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет фізико-математичної та природничої освіти
Кафедра біології та хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітній ступінь бакалавр

на тему: **Організація навчального проекту «Вплив біологічних та хімічних препаратів на ріст і розвиток рослин» на прикладі сорго зернового**

Виконала: студентка IV курсу, 41 групи
Чмут Інна Миколаївна
Освітня програма Середня освіта (Біологія та здоров'я людини. Хімія)
спеціальності 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)
Керівник: к. е. н., доц. Манзій О. П.
Рецензент: д. п. н., проф. Бялик О. В.

Умань–2026

ЗМІСТ

ВСТУП 3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН ТА ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ 7
1.1. Біологічні особливості росту і розвитку сорго зернового 7
1.2. Вплив біологічних і хімічних препаратів на процеси росту та розвитку рослин 11
1.3. Проєктна діяльність як засіб формування дослідницьких умінь учнів 16
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЄКТУ 23
2.1. Модель навчального проєкту дослідницького спрямування 23
2.2. Організація та етапи виконання проєкту учнями 27
2.3. Методичне забезпечення навчального проєкту та оцінювання результатів діяльності учнів 30
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРЕПАРАТІВ ТА ПЕДАГОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЄКТУ 34
3.1. Методика організації експериментального дослідження за учнівськими колективами 34
3.2. Результати дослідження впливу біологічних та хімічних препаратів на ріст і розвиток сорго зернового 37
3.3. Оцінка ефективності використання проєктної діяльності у навчанні біології 41
ВИСНОВКИ 45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 47
ДОДАТКИ 52

ВСТУП

Сучасний етап розвитку освіти в Україні характеризується впровадженням компетентнісного підходу, ідей Нової української школи, а також переорієнтацією освітнього процесу на формування в учнів умінь самостійно здобувати знання, аналізувати інформацію, проводити дослідження та застосовувати результати навчання у практичній діяльності. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває використання в освітньому процесі технологій, що забезпечують активну пізнавальну діяльність учнів, розвиток їхнього критичного мислення, дослідницьких умінь і навичок командної роботи.

Одним із ефективних засобів реалізації цих завдань є проєктна діяльність, яка дозволяє інтегрувати теоретичні знання з практичною діяльністю, створює умови для самостійного пошуку інформації, постановки проблеми, проведення спостережень і експериментів, аналізу результатів та формулювання висновків. У вітчизняній педагогічній практиці накопичено значний досвід розробки та впровадження інтерактивних і проєктних технологій навчання (М. В. Михайліченко, Я. М. Рудик; О. М. Пєхота; О. І. Пометун, Л. В. Пироженко). Особливе значення проєктна діяльність має у процесі навчання біології, оскільки зміст цієї навчальної дисципліни безпосередньо пов'язаний із вивченням живих систем, природних процесів і проведенням досліджень.

У сучасній біологічній освіті вивчення живих систем має бути спрямоване не лише на засвоєння теоретичних положень, а й на формування вмінь встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, аналізувати фізіологічні процеси та робити науково обґрунтовані висновки. Саме тому актуальним є залучення учнів до реальної дослідницької діяльності через навчальні проєкти, засновані на проведенні біологічного експерименту.

Одним із доступних і наочних напрямів організації такого експерименту є дослідження фізіологічних чинників росту й розвитку рослин під впливом

екзогенних факторів, зокрема біологічних і хімічних препаратів. Дослідження впливу фітогормонів, мікроелементів та біологічно активних речовин на морфофізіологічні процеси рослин має важливе значення як для сучасної фізіології рослин, так і для організації навчальних біологічних досліджень. Фундаментальні аспекти регуляції росту і розвитку рослин висвітлено у працях провідних науковців (М. М. Мусієнко; С. В. Прилуцька; L. Taiz, E. Zeiger).

У межах даної роботи як модельний об'єкт дослідження обрано сорго зернове (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) – сільськогосподарську культуру, що характеризується швидким темпом росту, адаптивністю до умов середовища та чутливістю до впливу біологічних і хімічних препаратів, що робить її зручною та наочною моделлю для проведення навчальних експериментів у закладах загальної середньої освіти.

Актуальність теми зумовлена необхідністю пошуку ефективних шляхів організації дослідницької діяльності учнів у процесі навчання біології, недостатньою розробленістю методичних аспектів використання навчальних проєктів на основі реального фізіологічного експерименту, а також потребою формування в учнів практичних умінь, екологічного мислення та навичок дослідницької діяльності, необхідних для сучасної компетентнісно орієнтованої освіти.

Метою дослідження є обґрунтування та розробка методики організації навчального проєкту дослідницького спрямування з біології на основі вивчення впливу біологічних та хімічних препаратів на ріст і розвиток сорго зернового.

Відповідно до поставленої мети визначено такі **завдання дослідження**:

1. Проаналізувати теоретико-методичні основи дослідження росту і розвитку рослин, фізіологічного впливу біологічних та хімічних препаратів, а також особливості використання проєктної діяльності у навчанні біології.

2. Розробити модель навчального проєкту дослідницького спрямування та визначити методичні особливості його організації й етапи виконання в освітньому процесі.

3. Обґрунтувати методичне забезпечення, алгоритми оцінювання та експериментально перевірити ефективність впровадження розробленого навчального проєкту у процесі вивчення біології.

Об'єкт дослідження – процес організації проєктної діяльності учнів у навчанні біології.

Предмет дослідження – методика організації навчального проєкту дослідницького спрямування з використанням біологічного експерименту.

Методи дослідження: теоретичні – аналіз, узагальнення та систематизація науково-методичної, педагогічної та фізіологічної літератури для з'ясування стану досліджуваної проблеми та визначення її теоретичних основ; емпіричні – педагогічне спостереження за процесом організації навчальної діяльності учнів, моделювання освітнього процесу; експериментальні – лабораторний біологічний експеримент для вивчення впливу біологічних та хімічних препаратів на морфофізіологічні показники рослин (енергію проростання, динаміку росту проростків, розвиток кореневої системи); математико-статистичні – порівняння, аналіз та графічна обробка результатів дослідження для оцінювання ефективності використання навчального проєкту.

Експериментальна база дослідження. Дослідно-експериментальна робота проводилася на базі опорного закладу освіти Опорний заклад освіти «Верхняцький ліцей» Христинівської міської ради Черкаської області та Христинівський ліцей № 1 Христинівської міської ради Черкаської області. На базі Верхняцького ліцею здійснювалася реалізація навчального проєкту дослідницького спрямування, тоді як у Христинівському ліцеї № 1 навчання проводилося за традиційною методикою, що дозволило використати результати навчальної діяльності учнів для порівняльного аналізу ефективності запропонованої моделі.

Теоретичне значення дослідження полягає в уточненні та обґрунтуванні методичних підходів до організації навчальних проєктів дослідницького спрямування у процесі навчання біології, а також у визначенні особливостей використання біологічного експерименту як засобу формування дослідницьких умінь учнів. Результати дослідження доповнюють науково-методичні уявлення про можливості інтеграції проєктної діяльності та практичного експериментування у шкільному курсі біології.

Практичне значення дослідження полягає у розробці цілісного методичного забезпечення для організації навчального проєкту дослідницького спрямування з біології, що включає інструктивні матеріали, матеріали для фіксації результатів та критерії оцінювання.

Результати дослідження апробовано: основні положення, висновки та результати дослідження доповідалися та обговорювалися на засіданнях студентського наукового гуртка «Сучасні проблеми навчання біології» Уманського національного університету (2025–2026 рр.).

Публікації. Основні результати дослідження відображено в

Обсяг та структура кваліфікаційної роботи. Роботу викладено на 56 сторінках машинописного тексту, включаючи 4 таблиці. Вона складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел, що нараховує 49 найменувань, додатків.

РОЗДІЛ 1
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН ТА ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ

1.1. Біологічні особливості росту і розвитку сорго зернового

Сорго зернове (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) належить до родини Тонконогові (*Poaceae*) та є однією з найдавніших культур світового землеробства. У сучасних умовах ця культура набуває все більшого поширення завдяки високій адаптивності до посушливих умов, здатності формувати стабільну врожайність за дефіциту вологи та значному потенціалу використання у харчовій, кормовій і технічній галузях [12]. Особливого значення сорго набуває в умовах глобальних змін клімату, оскільки характеризується високою посухостійкістю, пластичністю до ґрунтово-кліматичних умов та ефективним використанням водних ресурсів [35].

Біологічні особливості росту і розвитку сорго зернового визначаються його морфологічними, фізіологічними та екологічними характеристиками. Рослина має потужну, добре розвинену мичкувату кореневу систему, здатну проникати у ґрунт на глибину до 2–2,5 м, що забезпечує ефективне поглинання вологи та розчинених елементів живлення навіть із глибоких шарів ґрунту за тривалих посушливих періодів [12]. Висока ксероморфність тканин, наявність щільного воскового нальоту на стеблах і листках, здатність тимчасово уповільнювати ростові процеси під час екстремально високих температур та швидко відновлювати активний метаболізм після покращення умов середовища забезпечують значну екологічну пластичність культури [35].

Ріст і розвиток рослин є складними фізіологічними процесами, що забезпечують послідовне формування організму впродовж онтогенезу. Ріст характеризується незворотними кількісними змінами, пов’язаними зі збільшенням маси, об’єму та лінійних розмірів клітин, тканин і органів, тоді як розвиток охоплює якісні зміни – диференціацію клітин, формування тканин та органів, а також проходження окремих етапів життєвого циклу рослини [24].

У фізіології рослин ріст і розвиток розглядаються як тісно взаємопов'язані процеси, ендогенна регуляція яких здійснюється на молекулярно-генетичному рівні та коригується впливом чинників зовнішнього середовища.

Важливою фізіолого-біохімічною особливістю сорго є його належність до рослин із С4-типом фотосинтезу (цикл Хетча–Слека–Карпілова). Листки сорго характеризуються наявністю специфічної кранц-анатомії, за якої провідні пучки оточені двома шарами фотосинтезуючих клітин – клітинами мезофілу та клітинами обгортки провідного пучка. Для рослин із С4-шляхом фотосинтезу характерна висока ефективність використання сонячної енергії, низький рівень фотодихання, інтенсивне зв'язування вуглекислого газу за участю ферменту ФЕП-карбоксилази та значно менші втрати води під час транспірації порівняно з С3-рослинами [44]. Саме цей механізм забезпечує високу продуктивність сорго зернового в умовах підвищених температур і недостатнього зволоження, сприяючи активному накопиченню органічної речовини та швидкому формуванню вегетативної біомаси.

Онтогенез сорго зернового включає послідовну зміну фенологічних фаз, кожна з яких характеризується специфічними морфофізіологічними та біохімічними процесами. У розвитку цієї культури виділяють такі основні етапи: проростання насіння та поява сходів, формування перших листків, кущення, вихід у трубку, викидання волоті, цвітіння, формування та достигання зерна [36]. Проходження окремих фаз значною мірою залежить від температурного режиму, забезпеченості вологою, інтенсивності освітлення, рівня мінерального живлення та дії фізіологічно активних речовин.

Одним із найважливіших етапів онтогенезу є проростання насіння, яке являє собою складний комплекс фізіолого-біохімічних процесів під час переходу зародка від стану спокою до активного росту. За сприятливих умов відбувається набухання насінини, активізуються ферментні системи, посилюється дихання, здійснюється мобілізація запасних поживних речовин та починається інтенсивний поділ клітин зародка з подальшим формуванням первинних органів проростка [24]. У процесі проростання важливу роль

відіграють гідролітичні ферменти – амілази, протеази та ліпази, які забезпечують розщеплення запасних речовин ендосперму та їх використання для росту зародка. На швидкість, дружність та енергію проростання насіння впливають температура середовища, вологість, доступ кисню, осмотичний тиск ґрунтового розчину та дія стимуляторів росту [39].

Внутрішня координація ростових процесів та морфогенезу рослин забезпечується системою фітогормонів. Ці ендогенні біологічно активні речовини контролюють поділ, розтягнення та диференціацію клітин, формування кореневої системи, перехід до репродуктивної фази розвитку та адаптацію рослин до стресових умов [44]. До основних груп фітогормонів належать ауксини, гібереліни, цитокініни, абсцизова кислота та етилен.

Ауксини стимулюють розтягнення клітин, регулюють процеси тропізмів та беруть участь у формуванні кореневої системи. Гібереліни активізують проростання насіння, стимулюють ріст стебла та видовження міжвузлів. Цитокініни регулюють поділ клітин, стимулюють розвиток бруньок та уповільнюють процеси старіння листкового апарату. Водночас абсцизова кислота та етилен виконують переважно захисну й інгібуючу функції, забезпечуючи адаптацію рослин до несприятливих умов середовища, зокрема дефіциту вологи чи високих температур.

Екзогенна регуляція росту сорго тісно пов’язана із забезпеченістю рослин макро- та мікроелементами. Азот, фосфор, калій, а також цинк, залізо, марганець, бор та інші мікроелементи входять до складу ферментних систем, беруть участь у синтезі органічних речовин, регуляції енергетичного обміну та підтриманні фізіологічної активності клітин [24]. Недостатнє або надмірне мінеральне живлення може суттєво впливати на інтенсивність росту рослин, формування листкової поверхні та рівень продуктивності культури.

У сучасному рослинництві та фізіології рослин значна увага приділяється використанню біологічних препаратів, стимуляторів росту та мікродобрив, які сприяють активізації фізіологічних процесів, підвищенню стійкості рослин до стресових факторів та більш повному розкриттю

генетичного потенціалу культури [28]. Застосування ростових речовин здатне впливати на енергію проростання насіння, стимулювати формування кореневої системи, активізувати ріст проростків та посилювати фотосинтетичну активність рослин [19].

За даними О. В. Панченко [28], використання фізіологічно активних речовин забезпечує посилення лінійного росту рослин сорго зернового та сприяє формуванню більшої асиміляційної поверхні. Саме листкова поверхня є одним із головних показників ефективності функціонування фотосинтетичного апарату рослин, оскільки визначає інтенсивність накопичення органічної речовини та формування біомаси [22]. У зв'язку з цим фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу розглядаються як важливі інтегральні показники фізіологічного стану рослин сорго за різних умов мінерального живлення та стимуляції ростових процесів [22].

Ріст і розвиток рослин тісно пов'язані з умовами навколишнього середовища. Температура, освітлення, вологість, забезпеченість поживними речовинами та дія екзогенних регуляторів росту можуть суттєво змінювати інтенсивність фізіологічних процесів [16]. У сучасних умовах глобальних кліматичних змін особливого значення набуває дослідження адаптивних реакцій рослин на дію різних екологічних і антропогенних чинників.

У контексті сучасної компетентнісно орієнтованої та інклюзивної освіти сорго зернове є зручним модельним об'єктом для проведення навчального біологічного експерименту [33]. Швидка швидкість проростання, великі розміри насіння та виразні морфологічні ознаки проростків роблять цю культуру наочною та доступною для організації навчальних досліджень. Використання сорго у процесі навчання біології добре узгоджується з принципами Універсального дизайну в навчанні (UDL), оскільки забезпечує можливість візуального, практичного та тактильного сприйняття результатів дослідження різними категоріями здобувачів освіти, у тому числі учнями з особливими освітніми потребами.

Чітка та достатньо швидка реакція рослин сорго на дію біологічних і хімічних препаратів дозволяє ефективно використовувати цю культуру у процесі формування дослідницьких умінь учнів. У ході виконання навчальних експериментів учні мають можливість проводити спостереження, фіксувати результати, аналізувати отримані дані, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки та робити науково обґрунтовані висновки щодо закономірностей росту й розвитку рослинних організмів.

Таким чином, сорго зернове є перспективним модельним об'єктом для дослідження фізіологічних процесів росту і розвитку рослин. Біологічні особливості культури, її висока адаптивність, чутливість до дії біологічно активних речовин та виразність морфологічних змін створюють сприятливі умови для організації навчальних біологічних досліджень і проєктної діяльності учнів. Вивчення впливу біологічних та хімічних препаратів на ріст і розвиток сорго зернового сприяє поглибленню знань із фізіології рослин, розвитку дослідницьких компетентностей та формуванню практичних умінь, необхідних для сучасної біологічної освіти.

1.2. Вплив біологічних і хімічних препаратів на процеси росту та розвитку рослин

У сучасній фізіології рослин значна увага приділяється можливостям регуляції росту і розвитку рослин за допомогою біологічних та хімічних препаратів. Використання регуляторів росту, біопрепаратів, мінеральних та мікродобрив є одним із перспективних напрямів сучасної біології та агрофізіології, оскільки дозволяє впливати на інтенсивність фізіологічних процесів, підвищувати адаптивний потенціал рослин та оптимізувати перебіг метаболічних реакцій [43]. Застосування таких речовин дає можливість цілеспрямовано впливати на фізіологічний стан рослинного організму та створювати більш сприятливі умови для росту й розвитку культурних рослин.

Ріст і розвиток рослин є складними інтегрованими процесами, що координуються взаємодією ендогенних та екзогенних чинників. Внутрішня

регуляція онтогенезу забезпечується генетичними механізмами та системою фітогормонів, тоді як зовнішній вплив визначається умовами мінерального живлення, температурним режимом, забезпеченістю вологою та дією біологічно активних речовин [23]. У цьому контексті біологічні та хімічні препарати розглядаються як важливий засіб зовнішньої регуляції фізіологічних процесів рослин.

Біологічні препарати являють собою засоби природного або біотехнологічного походження, до складу яких можуть входити культури корисних мікроорганізмів, продукти їхньої життєдіяльності, амінокислоти, ферменти, вітаміни, фітогормони та інші біологічно активні сполуки. Основною особливістю таких препаратів є їхня здатність м'яко регулювати внутрішні процеси рослинного організму, активізувати природні механізми захисту, стимулювати ріст і розвиток рослин та підвищувати їхню стійкість до несприятливих умов середовища [1].

Хімічні препарати, що використовуються для регуляції росту рослин, представлені різними групами мінеральних добрив, стимуляторів росту та комплексних мікродобрив. Їх застосування спрямоване на швидке усунення дефіциту елементів живлення, активізацію ферментативних систем та стимуляцію ростових процесів у рослинному організмі [13]. У сучасних дослідженнях усе більшого значення набуває комплексне поєднання біологічних і хімічних препаратів, що забезпечує більш виражений фізіологічний ефект і дозволяє комплексно впливати на процеси росту та розвитку рослин.

Одним із найбільш чутливих до дії препаратів етапів є проростання насіння та початкові стадії онтогенезу. Саме на ранніх етапах розвитку закладаються особливості подальшого росту рослини, формується коренева система та визначається адаптивний потенціал організму [37]. Під впливом фізіологічно активних речовин активізуються ферментативні системи, посилюється дихання, прискорюється мобілізація запасних поживних речовин насіння та стимулюється поділ клітин зародка [23].

Встановлено, що регулятори росту здатні впливати на проникність клітинних мембран, активність ферментних систем та інтенсивність внутрішньоклітинних обмінних процесів [41]. Такі зміни забезпечують підвищення енергії проростання насіння, дружність появи сходів та активізацію росту вегетативних органів. Найбільш чутливими до дії екзогенних стимуляторів є молоді тканини рослин, у яких інтенсивно відбуваються процеси поділу та розтягнення клітин.

Важливу роль у регуляції ростових процесів відіграють фітогормони. Ауксини стимулюють розтягнення клітин і розвиток кореневої системи, гібереліни активізують проростання насіння та ріст стебла, а цитокініни регулюють поділ клітин і стимулюють розвиток пагонів [23]. Під впливом екзогенних регуляторів росту змінюється гормональний баланс рослин, що позначається на інтенсивності морфогенетичних процесів, швидкості росту та формуванні окремих органів.

Сучасні фізіологічні дослідження свідчать, що стимулятори росту можуть суттєво впливати на розвиток кореневої системи рослин. Посилення росту головного та бічних коренів сприяє ефективнішому поглинанню води й мінеральних речовин, підвищенню стійкості рослин до посухи та інших стресових чинників [13]. Особливого значення це набуває для культур, які вирощуються в умовах недостатнього зволоження, зокрема для сорго зернового.

Одним із важливих показників ефективності дії біологічних і хімічних препаратів є інтенсивність формування листкової поверхні та фотосинтетична активність рослин. Листок є основним органом фотосинтезу, тому збільшення площі листкової поверхні безпосередньо впливає на накопичення органічної речовини та формування біомаси [22]. За даними О. В. Панченко [28], застосування стимуляторів росту сприяє посиленню лінійного росту рослин сорго зернового та активнішому формуванню асиміляційної поверхні.

Фотосинтетичний процес значною мірою залежить від фізіологічного стану фотосинтетичного апарату та рівня забезпеченості рослин елементами

живлення [42]. Під впливом біологічних і хімічних препаратів може збільшуватися вміст хлорофілу, активізуватися робота ферментних систем та підвищуватися загальна інтенсивність фотосинтетичних процесів. Це позитивно впливає на ріст рослин, накопичення органічної речовини та рівень продуктивності культури.

Провідне місце у забезпеченні росту та розвитку рослин посідає мінеральне живлення. Азот входить до складу білків, амінокислот та хлорофілу, фосфор бере участь у процесах енергетичного обміну, а калій регулює водний режим і роботу ферментативних систем [23]. Порушення балансу макро- чи мікроелементів негативно впливає на інтенсивність метаболічних процесів та пригнічує ріст рослин.

Зміна умов мінерального живлення впливає на темпи проходження фенологічних фаз та загальний перебіг онтогенезу рослин. Дослідження А. О. Рожкова та В. В. Могилевської [34] свідчать, що рівень забезпечення мінеральними елементами безпосередньо впливає на тривалість окремих фаз росту й розвитку сорго зернового. За оптимального забезпечення елементами живлення спостерігається активніше формування вегетативної маси, прискорення ростових процесів та інтенсивніше формування генеративних органів.

Особливе місце серед сучасних засобів регуляції росту займають комплексні мікродобрива, у складі яких мікроелементи перебувають у доступній для рослин формі. За даними Карпенка та Притуляк [13], застосування таких препаратів позитивно впливає на активність ферментних систем, посилює фотосинтетичну активність та сприяє підвищенню стійкості рослин до несприятливих факторів середовища.

Біологічні препарати та регулятори росту також можуть виконувати антистресову функцію. Під їх впливом активізуються захисні механізми рослинного організму, посилюється активність антиоксидантних систем та стабілізується функціонування клітинних мембран [17]. Це сприяє зменшенню

негативного впливу високих температур, дефіциту вологи та інших стресових чинників середовища.

Для сорго зернового проблема стійкості до стресових умов має особливе значення, оскільки ця культура часто вирощується в регіонах із недостатнім зволоженням. Саме тому використання стимуляторів росту та мікродобрив розглядається як один із перспективних шляхів підвищення стійкості рослин і стабілізації їх продуктивності [12].

За результатами досліджень В. В. Могилевської [22], застосування різних форм і доз добрив впливає не лише на продуктивність сорго зернового, а й на інтенсивність ростових процесів, формування листкової поверхні та фотосинтетичного потенціалу рослин. Авторка зазначає, що оптимізація мінерального живлення сприяє ефективнішому використанню ресурсів середовища та покращує загальний фізіологічний стан рослин.

У дослідженнях М. М. Матвєєва [19] підкреслюється, що дія хімічних препаратів найбільш чітко проявляється на початкових етапах онтогенезу рослин. Молоді проростки характеризуються високою чутливістю до дії екзогенних чинників, тому можуть використовуватися як інформативний показник ефективності препаратів та оцінювання інтенсивності ростових реакцій.

Для оцінювання впливу біологічних і хімічних препаратів у фізіологічних дослідженнях використовують систему біометричних та фізіологічних показників. До основних із них належать енергія проростання, лабораторна схожість насіння, висота проростків, довжина кореневої системи, маса рослин та площа листкової поверхні [7]. Аналіз таких показників дозволяє оцінити характер реакції рослин на дію препаратів та визначити ефективність їх застосування.

Важливе значення для проведення експериментальних досліджень має стандартизація умов досліду та методики оцінювання ростових реакцій рослин. У методичних працях В. В. Волкодава [3] зазначається, що проведення порівняльного аналізу впливу різних препаратів потребує дотримання єдиних

умов досліду, температурного та вологісного режиму, а також використання чітких критеріїв обліку результатів. Це забезпечує об'єктивність результатів і можливість їх подальшого наукового узагальнення.

Таким чином, біологічні та хімічні препарати є важливими зовнішніми чинниками регуляції росту і розвитку рослин. Їх дія проявляється у зміні інтенсивності проростання насіння, активізації ростових процесів, формуванні кореневої системи, збільшенні площі листкової поверхні, посиленні фотосинтетичної активності та підвищенні стійкості рослин до несприятливих умов середовища. Для сорго зернового використання таких препаратів має особливе значення у зв'язку з необхідністю підвищення адаптивного потенціалу культури в умовах кліматичних змін. Дослідження впливу біологічних і хімічних препаратів на процеси росту та розвитку рослин створює наукову основу для організації навчальних біологічних експериментів і формування дослідницьких умінь учнів у процесі вивчення біології.

1.3. Проєктна діяльність як засіб формування дослідницьких умінь учнів

Сучасний розвиток освіти в Україні характеризується переходом від переважно репродуктивної моделі навчання до компетентнісно орієнтованого освітнього процесу. У межах такого підходу особлива увага приділяється формуванню в учнів здатності самостійно здобувати знання, аналізувати інформацію, здійснювати дослідницький пошук, працювати в команді та застосовувати результати навчання у практичній діяльності. У зв'язку з цим важливого значення набувають інтерактивні та діяльнісні педагогічні технології, серед яких особливе місце посідає проєктна діяльність [21].

Метод проєктів є однією з найбільш цілісних педагогічних технологій, що поєднує самостійну пізнавальну діяльність учнів, дослідницький пошук та практичне застосування знань. У сучасній дидактиці проєктна діяльність розглядається як форма організації освітнього процесу, у межах якої здобувачі освіти виконують систему взаємопов'язаних завдань, спрямованих на

самостійне розв’язання практично значущої проблеми та отримання конкретного результату [27].

Історико-педагогічні витоки методу проєктів пов’язані з розвитком прагматичної педагогіки та діяльнісного підходу до навчання. Одним із засновників теорії діяльнісного навчання вважають американського педагога Джона Дьюї, який обґрунтовував необхідність орієнтації освіти на реальний життєвий досвід дитини [10]. На думку вченого, навчання повинно ґрунтуватися на активній діяльності учнів, розв’язанні проблемних ситуацій та формуванні практичних умінь, необхідних для життя у суспільстві. Саме ідеї Дж. Дьюї стали основою подальшого розвитку проєктної технології.

Подальший розвиток метод проєктів отримав у працях Вільяма Кілпатрика, який увів поняття «проєкт» у педагогічну теорію та розглядав його як цілеспрямовану діяльність учня, що має практичну значущість [14]. Дослідник наголошував, що навчальний процес має бути максимально наближеним до реальних життєвих ситуацій, а учень повинен виступати активним суб’єктом власного пізнавального розвитку. Важливим положенням концепції В. Кілпатрика було твердження про те, що знання набувають справжньої цінності лише тоді, коли вони застосовуються у практичній діяльності.

Суттєвий внесок у розвиток проєктної технології зробив Е. Коллінгс, який запропонував одну з перших класифікацій навчальних проєктів. Учений виокремлював конструктивні, ігрові, екскурсійні та оповідальні проєкти. Особливу увагу Е. Коллінгс приділяв необхідності врахування інтересів учнів та їхнього життєвого досвіду, що стало основою сучасного людиноцентричного підходу в освіті.

У сучасній педагогічній науці проєктна діяльність розглядається як багатофункціональна освітня технологія, спрямована на розвиток пізнавальної активності, самостійності та творчого мислення учнів [32]. Вона поєднує елементи проблемного, дослідницького, інтерактивного та компетентнісного

навчання, забезпечуючи активне залучення здобувачів освіти до пізнавального процесу.

В умовах реформування освіти та впровадження концепції Нової української школи особливого значення набуває формування ключових компетентностей учнів, серед яких важливе місце посідають критичне мислення, інформаційна грамотність, уміння співпрацювати, проводити дослідження та приймати рішення [25]. Проєктна діяльність створює сприятливі умови для розвитку саме таких умінь, оскільки передбачає активну участь учнів у плануванні, організації та реалізації навчального дослідження.

Сучасні освітні технології орієнтуються на діяльнісну модель навчання, у межах якої учень виступає активним і відповідальним суб'єктом освітнього процесу [21]. За таких умов змінюється і роль учителя: він перестає бути лише джерелом інформації та виконує функції організатора, консультанта, тьютора й фасилітатора навчальної діяльності.

Проєктна діяльність має низку важливих педагогічних переваг. Насамперед вона сприяє підвищенню внутрішньої навчальної мотивації учнів, оскільки їхня діяльність спрямовується на розв'язання практично значущих завдань [30]. У процесі виконання проєкту формуються навички самостійної роботи, уміння аналізувати інформацію, планувати власну діяльність, працювати з різними джерелами та презентувати результати дослідження.

Особливого значення метод проєктів набуває під час вивчення природничих дисциплін, зокрема біології. Це пов'язано зі специфікою самого предмета, зміст якого безпосередньо пов'язаний із дослідженням живих систем, спостереженням біологічних процесів та проведенням експериментів. Саме тому навчальні проєкти дослідницького спрямування є одним із найбільш ефективних засобів формування дослідницьких умінь учнів [2].

Залучення школярів до виконання біологічних проєктів моделює основні етапи наукового пізнання. Учні вчаться визначати проблему дослідження, формулювати гіпотези, добирати методи дослідження, проводити експеримент, фіксувати результати, аналізувати отримані дані та робити

висновки. Така діяльність сприяє формуванню наукового стилю мислення та розвитку дослідницької компетентності [5].

Дослідницькі уміння є важливою складовою природничо-наукової грамотності учнів. На основі аналізу педагогічних праць [4; 40] їх доцільно поділяти на кілька взаємопов'язаних груп:

- інформаційно-пошукові – уміння виявляти проблему, працювати з науковою та методичною літературою, здійснювати пошук необхідної інформації;
- операційно-процесуальні – уміння проводити біологічний експеримент, користуватися лабораторним обладнанням, здійснювати спостереження;
- аналітико-синтетичні – здатність аналізувати результати дослідження, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, порівнювати експериментальні варіанти;
- рефлексивно-оцінні – уміння оцінювати результати власної діяльності, формулювати висновки та аргументувати власну позицію.

Формування такої структури дослідницьких умінь забезпечує підготовку учнів до самостійного пізнання та сприяє розвитку їхньої пізнавальної активності.

У методиці навчання біології важливе місце посідають навчальні проєкти, засновані на проведенні експерименту. Саме експериментальна діяльність дозволяє поєднати теоретичні знання з практикою та забезпечує активне залучення учнів до процесу дослідження [18]. Працюючи з біологічними об'єктами, учні опановують техніку вимірювань, навчаються вести щоденники спостережень та фіксувати зміни, що відбуваються в організмах під впливом різних чинників.

Ефективність проєктної діяльності значною мірою залежить від правильного вибору теми дослідження. Вона має бути актуальною, доступною для учнів певного віку, мати практичне значення та передбачати можливість

проведення дослідження [26]. Крім того, зміст проєкту повинен відповідати навчальній програмі та враховувати пізнавальні можливості школярів.

Важливою складовою проєктної діяльності є розвиток інформаційної культури учнів. У процесі виконання дослідницьких завдань школярі вчаться здійснювати пошук інформації у різних джерелах, аналізувати наукові дані, критично оцінювати отриману інформацію та відбирати найбільш важливі відомості [9]. Це сприяє формуванню навичок самостійної пізнавальної діяльності та розвитку інформаційної грамотності.

Виконання проєктів також сприяє розвитку навичок планування діяльності. Учні вчаться визначати послідовність виконання завдань, розподіляти обов'язки у групі, дотримуватися визначених термінів та здійснювати самоконтроль [24]. Такі вміння мають важливе значення для подальшої соціальної та професійної діяльності особистості.

Важливою перевагою проєктної діяльності є її міжпредметний характер. Під час виконання біологічних досліджень учні використовують знання з хімії, екології, географії, математики та інформатики. Такий підхід сприяє формуванню цілісного наукового світогляду та розвитку системного мислення [21].

У сучасному освітньому процесі проєктна діяльність тісно поєднується з інтерактивними методами навчання. Робота в малих групах, дискусії, презентації результатів, колективне обговорення проблеми та спільний аналіз результатів сприяють розвитку комунікативної компетентності та формуванню навичок співпраці [30].

Проєктна діяльність також створює сприятливі умови для реалізації принципів індивідуалізації, диференціації та Універсального дизайну в навчанні (UDL). Гнучкість методу дозволяє добирати різні за складністю та способом виконання завдання відповідно до освітніх потреб, пізнавальних можливостей та індивідуальних особливостей учнів [27]. Це робить проєктну діяльність важливим інструментом сучасної інклюзивної освіти.

Організація навчальних проєктів із біології добре узгоджується з підходами STEM-освіти, оскільки передбачає поєднання наукового пошуку, практичної діяльності, елементів математичної обробки результатів та використання сучасних технологій. Такий підхід сприяє формуванню природничо-наукової компетентності учнів та розвитку навичок дослідницької діяльності.

Важливою умовою ефективної організації проєктної діяльності є педагогічне проєктування з боку вчителя, що передбачає планування змісту, етапів, методів роботи та критеріїв оцінювання результатів учнівської діяльності [39]. Від якості організації проєкту значною мірою залежить рівень сформованості дослідницьких умінь учнів та результативність навчальної діяльності.

Для ефективної реалізації проєктної діяльності вчителю необхідно забезпечити чітку структуру роботи, розробити інструктивні матеріали, визначити алгоритми виконання завдань та створити об’єктивну систему оцінювання результатів діяльності учнів [20]. Важливим є також створення сприятливого освітнього середовища, у якому учні матимуть можливість проявляти самостійність, творчість та ініціативність.

Під час виконання навчальних проєктів учні набувають не лише предметних знань із біології, а й важливих життєвих компетентностей: уміння працювати в команді, презентувати результати власної діяльності, аргументувати власну думку та відповідально ставитися до спільної роботи. Саме тому проєктна діяльність є важливим засобом підготовки учнів до активної участі в сучасному суспільстві.

Таким чином, проєктна діяльність є ефективною педагогічною технологією, що забезпечує активне залучення учнів до пізнавальної та дослідницької діяльності. Використання навчальних проєктів у процесі вивчення біології сприяє формуванню дослідницьких умінь, розвитку пізнавальної активності, самостійності та творчого мислення учнів. Поєднання проєктної діяльності з біологічним експериментом створює

сприятливі умови для реалізації компетентнісного підходу та підвищення ефективності сучасної природничої освіти.

РОЗДІЛ 2
МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЄКТУ

2.1. Модель навчального проєкту дослідницького спрямування

Сучасна біологічна освіта орієнтується не лише на засвоєння учнями системи знань, а й на формування в них уміння застосовувати ці знання у практичній діяльності, здійснювати дослідницький пошук, аналізувати результати спостережень та формулювати науково обґрунтовані висновки. У зв'язку з цим особливого значення у процесі навчання природничих дисциплін набуває використання навчальних проєктів дослідницького спрямування. Такі проєкти поєднують елементи наукового пошуку, практичної діяльності та інтерактивної взаємодії учасників освітнього процесу [21].

У педагогічній науці модель розглядається як штучно створена система, що умовно відображає структуру, основні компоненти та взаємозв'язки певного освітнього процесу або явища. Педагогічне моделювання виконує прогностичну та систематизуючу функції, дозволяючи визначити послідовність організації навчального процесу та забезпечити його цілісність [39]. Саме тому розробка моделі навчального проєкту є важливою умовою ефективної організації дослідницької діяльності учнів.

Модель навчального проєкту дослідницького спрямування у процесі вивчення біології повинна враховувати як загальнодидактичні принципи навчання, так і специфіку природничих дисциплін. На відміну від інформаційних, творчих або ігрових проєктів, дослідницький проєкт містить ознаки наукового дослідження: наявність проблеми, формулювання гіпотези, проведення біологічного експерименту, систематичне спостереження, аналіз результатів та перевірку отриманих висновків [20]. Така структура максимально наближує навчальну діяльність учнів до реального наукового пізнання у галузі експериментальної ботаніки та фізіології рослин.

У процесі конструювання моделі навчального проєкту було враховано положення компетентнісного та діяльнісного підходів, закладених у концепції

Нової української школи [25]. Проєктна діяльність школярів у цьому контексті спрямована не на механічне запам'ятовування навчального матеріалу, а на розвиток ключових і предметних компетентностей: уміння навчатися впродовж життя, інформаційної грамотності, критичного мислення, здатності працювати в команді та застосовувати знання з фізіології рослин для розв'язання практичних завдань сучасного рослинництва.

Розроблена модель навчального проєкту дослідницького спрямування базується на поєднанні діяльнісного, компетентнісного, дослідницького та інтегративного підходів. У межах цієї моделі учень перестає бути пасивним споживачем готової інформації та виступає активним учасником освітнього процесу, який самостійно або у співпраці з іншими учнями здійснює пошук інформації, проводить дослідження, фіксує біометричні показники та аналізує результати експерименту [30].

Основною метою реалізації даної моделі є формування дослідницьких умінь учнів у процесі проведення біологічного експерименту з вивчення впливу біологічних і хімічних препаратів на ріст та розвиток сорго зернового як представника C_4-рослин. Досягнення цієї мети передбачає залучення школярів до спостереження, вимірювання, фіксації результатів та їх подальшого аналізу.

Структура розробленої моделі охоплює п'ять взаємопов'язаних компонентів: цільовий, змістовий, організаційно-діяльнісний, дослідницький та результативно-оцінний.

1. Цільовий компонент. Цей компонент виконує провідну роль у структурі проєкту, визначаючи його мету, завдання та очікувані результати. На цьому етапі важливим є формування в учнів мотивації до дослідницької діяльності та усвідомлення практичного значення дослідження. Одним із ефективних засобів є створення проблемної ситуації, яка викликає пізнавальний інтерес та спонукає учнів до пошуку шляхів її розв'язання [27]. Наприклад, під час вивчення теми може обговорюватися проблема підвищення

стійкості сільськогосподарських культур до посухи або необхідність пошуку ефективних способів стимуляції росту рослин.

2. Змістовий компонент. Передбачає добір та структурування навчального матеріалу, необхідного для реалізації проєкту. У процесі вивчення теми учні опрацьовують матеріал про фізіологічні процеси росту й розвитку рослин, роль фітогормонів, механізми дії біологічних та хімічних препаратів, особливості проростання насіння та методику проведення біологічного експерименту. Крім того, школярі ознайомлюються з біологічними особливостями сорго зернового та методикою закладання дослідів. Важливо, щоб зміст проєкту відповідав вимогам навчальної програми та враховував вікові особливості учнів [26].

3. Організаційно-діяльнісний компонент. Визначає послідовність реалізації проєкту, форми організації діяльності учнів та особливості взаємодії учасників освітнього процесу. Залежно від змісту завдань і матеріально-технічних можливостей учні можуть працювати індивідуально, у парах або малих групах. Робота у групах сприяє розвитку комунікативних умінь, навичок співпраці, відповідальності та взаємодопомоги [30].

У структурі навчального проєкту доцільно виокремити чотири основні етапи: підготовчий, дослідницький, аналітичний та презентаційний.

Підготовчий етап передбачає визначення теми проєкту, постановку проблеми, формулювання гіпотези та ознайомлення учнів із методикою проведення дослідження [20]. На цьому етапі школярі опрацьовують теоретичний матеріал, знайомляться з інструктивними картками та планують подальшу роботу.

Дослідницький етап є центральним у структурі навчального проєкту. Учні проводять обробку насіння біологічними та хімічними препаратами, здійснюють посів, спостерігають за ростом проростків сорго зернового, проводять вимірювання та фіксують результати у щоденниках спостережень [5]. У процесі роботи школярі вчаться дотримуватися методики експерименту,

працювати з біологічними об’єктами та здійснювати первинний облік результатів.

Аналітичний етап передбачає опрацювання отриманих даних. Учні порівнюють результати дослідних варіантів із контролем, обчислюють середні показники, будують таблиці та графіки, аналізують вплив препаратів на ріст і розвиток рослин. Особлива увага приділяється формуванню вмінь інтерпретувати результати та встановлювати причинно-наслідкові зв’язки [40].

Презентаційний етап передбачає представлення результатів роботи. Учні можуть оформлювати результати дослідження у вигляді мультимедійних презентацій, постерів, таблиць або усних доповідей. Представлення результатів сприяє розвитку комунікативних умінь, уміння аргументувати власну позицію та здійснювати самооцінювання результатів діяльності [26].

4. Дослідницький компонент. Забезпечує поєднання навчальної діяльності з елементами реального наукового пошуку. Використання біологічного експерименту дозволяє учням краще зрозуміти практичне значення фізіологічних процесів у рослинних організмах та безпосередньо спостерігати вплив біологічних і хімічних препаратів на ріст рослин [2].

У межах реалізації дослідницького компонента змінюється і роль учителя. Педагог виступає не лише джерелом інформації, а й організатором, консультантом та координатором дослідницької діяльності учнів. Учитель допомагає школярам сформулювати проблему, координує етапи роботи та контролює дотримання правил безпеки під час проведення експерименту [27].

Важливою особливістю моделі є врахування принципів Універсального дизайну в навчанні. Модель передбачає використання різних способів подання інформації, варіативність виконання завдань та поєднання практичної, візуальної й дослідницької діяльності. Це забезпечує доступність проєктної діяльності для учнів із різними освітніми потребами та індивідуальними особливостями навчання [30].

5. Результативно-оцінний компонент. Передбачає оцінювання як кінцевого результату проєкту, так і процесу діяльності учнів. Під час

оцінювання враховуються рівень самостійності школярів, правильність проведення експерименту, якість ведення щоденника спостережень, уміння аналізувати результати та представляти їх у доступній формі [20]. Доцільним є використання формувального оцінювання, самооцінювання та взаємооцінювання.

Для візуалізації структури навчального проєкту було розроблено узагальнену схему моделі, яка відображає взаємозв'язок основних компонентів, етапів реалізації та очікуваних результатів навчально-дослідницької діяльності учнів. Візуалізацію створено за допомогою графічного штучного інтелекту OpenAI ChatGPT та подано у Додатку А.

Запропонована модель є цілісною системою організації навчально-дослідницької діяльності школярів. Поєднання теоретичних знань із біологічним експериментом сприяє формуванню дослідницьких умінь, розвитку пізнавальної активності, самостійності та створює сприятливі умови для практичного застосування знань у процесі навчання біології.

2.2. Організація та етапи виконання проєкту учнями

Організація самостійної дослідницької діяльності школярів у межах навчального проєкту потребує розробки чіткої послідовності роботи, раціонального планування часу та дотримання основних етапів реалізації проєкту [38]. Зважаючи на те, що сорго зернове (Sorghum bicolor) є теплолюбною ярою культурою короткого дня, посів якої у відкритий ґрунт в умовах осіннього періоду є проблематичним через зниження температури та ризик загнивання насіння, для проведення дослідження було обрано лабораторно-кімнатний (вегетаційний) метод. Це дозволило створити стабільні температурні та вологісні умови, необхідні для нормального перебігу фізіологічних процесів у C_4-рослин (+22...+24°C), а також зробити виконання проєкту незалежним від погодних умов зовнішнього середовища.

Експериментальна апробація та практична реалізація розробленої моделі навчального проєкту проводилася на базі Опорний заклад освіти

«Верхняцький ліцей» Христинівської міської ради Черкаської області під час вивчення біології у 9 класі в межах тем, пов’язаних із ростом, розвитком організмів та впливом чинників середовища на живі системи. Активна експериментальна фаза проєкту, під час якої учні безпосередньо виконували біологічний експеримент, тривала з 22.09.2025 р. до 19.10.2025 р. Такий чотиритижневий період виявився оптимальним для спостереження за початковими етапами росту й розвитку рослин сорго зернового та дозволив підтримувати пізнавальний інтерес учнів упродовж усього часу реалізації проєкту.

Організація проєкту охоплювала кілька послідовних етапів, в основі яких лежала взаємодія учнів у малих групах та поєднання індивідуальної й колективної діяльності [30].

1. Формування дослідницьких груп та проведення інструктажу (кінець вересня 2025 р.). На базі 9 класу було сформовано малі творчі групи по 4–5 учнів. Відповідно до методичних підходів О. М. Коберника [15], для кожної групи підготували дидактичні матеріали: інструктивні картки з правилами техніки безпеки при роботі з препаратами, алгоритми проведення досліду та бланки щоденників фенологічних спостережень. Усередині груп учні самостійно розподілили обов’язки між учасниками: «теоретики» здійснювали пошук інформації, «експериментатори» відповідали за проведення досліду, «аналітики» виконували вимірювання та опрацювання результатів, а «спікери» оформлювали результати роботи та готували представлення проєкту.

2. Підготовка матеріалів та закладання досліду. На початковому етапі (22–24 вересня 2025 р.) учні готували лабораторний посуд – чашки Петрі з фільтрувальним папером, а також здійснювали відбір однорідного насіння сорго зернового без механічних пошкоджень. Схема досліду передбачала три експериментальні варіанти для порівняння реакції рослин на дію різних препаратів [44]:

- варіант 1 (контроль) – насіння замочували у дистильованій воді кімнатної температури;

- варіант 2 (біопрепарат) –: передпосівна обробка здійснювалася екологічно безпечним органо-мінеральним біостимулятором на основі амінокислот «Brigga АК» (концентрація за рекомендацією виробника).;
- варіант 3 (хімічний препарат) – передпосівне напівсухе протруювання та стимуляція проводилися високоефективним хімічним мікродобривом у хелатній формі «Renovation Fuerza».

Після підготовки матеріалів учні здійснювали закладання досліду та розміщували чашки Петрі у стабільних лабораторно-кімнатних умовах.

3. Спостереження за проростанням насіння (кінець вересня – початок жовтня 2025 р.). Упродовж наступних днів учні проводили щоденний моніторинг проростання насіння. За умов підтримання оптимальної температури перші поодинокі сходи у варіантах із застосуванням препаратів були зафіксовані вже на третю добу досліду (25–26 вересня 2025 р.), що дозволило учням здійснити розрахунок енергії проростання насіння. Масові дружні сходи спостерігалися на 5–6 добу експерименту. Після цього школярі визначали лабораторну схожість насіння у відсотках та аналізували вплив препаратів на інтенсивність проростання порівняно з контрольним варіантом.

4. Моніторинг росту та розвитку рослин (перша половина жовтня 2025 р.). Упродовж наступних тижнів учні спостерігали за ростом і розвитком проростків сорго зернового, фіксували появу першого, другого та третього листків, а також проводили вимірювання висоти рослин і довжини кореневої системи за допомогою міліметрових лінійок. Заміри здійснювалися один раз на дві доби з обов’язковим занесенням результатів до щоденників спостережень. Додатково використовувалася фотофіксація результатів для подальшого порівняльного аналізу [9].

Ближче до завершення експерименту, коли висота окремих рослин досягала 12–18 см, учні здійснили фіксацію фінальних біометричних показників та провели візуальну оцінку стану листкової поверхні рослин.

5. Аналіз результатів та підготовка підсумкового звіту (середина жовтня 2025 р.). На завершальному етапі учні об’єднали результати спостережень у

зведені таблиці та виконали їх опрацювання. Використовуючи комп'ютерні технології, школярі побудували графіки динаміки росту та порівняльні гістограми, які відображали вплив досліджуваних препаратів на ріст і розвиток сорго зернового [9].

Отримані результати були оформлені у вигляді мультимедійних презентацій та навчальних постерів і представлені під час підсумкового захисту проєкту на уроках біології. У процесі обговорення учні аналізували результати власних досліджень, порівнювали отримані показники та формулювали висновки щодо ефективності використаних препаратів.

Таким чином, чітка організація та поетапна реалізація навчального проєкту на базі ОЗО «Верхняцький ліцей» у період з 22.09.2025 р. до 19.10.2025 р. дозволили успішно реалізувати елементи наукового дослідження у шкільних умовах. Використання сорго зернового як модельного об'єкта забезпечило швидке отримання результатів та дало можливість учням наочно простежити закономірності росту й розвитку рослинних організмів, а також застосувати теоретичні знання у практичній дослідницькій діяльності.

2.3. Методичне забезпечення навчального проєкту та оцінювання результатів діяльності учнів

Ефективність реалізації навчального проєкту значною мірою залежить не лише від правильно організованого біологічного експерименту, а й від якості його методичного забезпечення та продуманої системи оцінювання результатів діяльності учнів. У сучасних умовах проєктна діяльність потребує поєднання традиційних вимог до оцінювання навчальних досягнень із принципами формувального та критеріального оцінювання, що активно впроваджуються в межах концепції Нової української школи [25].

Розробка методичного забезпечення для учнів 9 класу ОЗО «Верхняцький ліцей» під час виконання проєкту «Вплив біологічних та хімічних препаратів на ріст і розвиток рослин» була спрямована на створення зрозумілої системи методичного супроводу, яка допомагала школярам

організувати власну дослідницьку діяльність та водночас стимулювала їх до самостійного пошуку й аналізу результатів [26].

Комплекс методичного забезпечення, що використовувався під час реалізації проєкту в період з 22.09.2025 р. до 19.10.2025 р., включав інструктивно-технологічні картки біологічного експерименту, щоденники фенологічних та біометричних спостережень, а також цифрові засоби узагальнення й візуалізації результатів. Інструктивні картки містили правила техніки безпеки при роботі з біологічними та хімічними препаратами, алгоритм виконання досліду, рекомендації щодо приготування робочих розчинів, відбору однорідного насіння сорго зернового та закладання контрольного й дослідних варіантів. Наявність чітких інструкцій значно полегшувала організацію роботи учнів та дозволяла уникнути типових помилок під час проведення експерименту [15].

Для кожної дослідницької групи було підготовлено окремі бланки фенологічних та біометричних спостережень у друкованому й електронному форматах (Google Drive). Раз на дві доби учні фіксували результати спостережень за ростом і розвитком рослин сорго зернового: дату появи сходів, формування листків, зміни висоти проростків та довжини кореневої системи. Така форма роботи сприяла розвитку в учнів навичок систематичного спостереження, акуратності під час ведення записів та відповідальності за результати власної діяльності.

Для полегшення опрацювання результатів школярам були запропоновані готові шаблони електронних таблиць, у яких автоматично обчислювалися показники енергії проростання, лабораторної схожості насіння та середні значення приросту рослин. Використання цифрових інструментів дозволило зосередити увагу учнів не лише на механічних обчисленнях, а й на аналізі отриманих результатів. Окрім цього, під час підготовки до захисту проєкту школярі використовували графічні інструменти штучного інтелекту для створення інфографік, схем та навчальних постерів, що сприяло розвитку інформаційної грамотності та зробило представлення результатів більш

наочним. Однією з таких візуалізацій стала схема структури навчального проєкту, подана у Додатку А.

Важливою складовою методичного забезпечення проєкту була система оцінювання результатів діяльності учнів. У сучасній проєктній діяльності оцінювання повинно враховувати не лише кінцевий результат роботи, а й процес діяльності школярів, рівень їхньої самостійності, уміння працювати в групі та здатність аналізувати результати дослідження [36]. Під час реалізації проєкту було використано елементи критеріального та формувального оцінювання. Відповідно до рекомендацій сучасних освітніх технологій [21], підсумкова оцінка визначалася не лише на основі кінцевої презентації, а як результат оцінювання кількох видів діяльності учнів.

Для цього була розроблена критеріальна матриця оцінювання, адаптована до 12-бальної системи оцінювання навчальних досягнень учнів закладів загальної середньої освіти. Загальний результат формувався з урахуванням чотирьох основних блоків: організації та виконання експерименту, правильності й систематичності ведення спостережень, аналізу та інтерпретації результатів, а також представлення й захисту результатів проєкту. Під час оцінювання практичної частини особлива увага зверталася на дотримання учнями методики проведення досліду, правильність роботи з біологічними об’єктами та акуратність ведення записів. Окремо враховувалося вміння школярів аналізувати отримані результати, будувати таблиці та графіки, встановлювати причинно-наслідкові зв’язки між використанням препаратів і змінами показників росту рослин.

Підсумковий захист проєкту передбачав представлення результатів дослідження у вигляді мультимедійних презентацій, навчальних постерів та коротких усних доповідей. Учні пояснювали особливості проведення експерименту, аналізували результати та відповідали на запитання однокласників і вчителя. Така форма роботи сприяла розвитку комунікативних умінь та навичок аргументованого представлення власної позиції [29].

З метою реалізації особистісно орієнтованого підходу традиційне оцінювання вчителя доповнювалося елементами самооцінювання та взаємооцінювання у межах дослідницьких груп [35]. Наприкінці проєкту кожен учень заповнював коротку рефлексивну анкету «Мій внесок у дослідження сорго», де оцінював власну активність, відповідальність та участь у виконанні групових завдань. Крім того, учасники групи визначали спільний бал за рівень командної взаємодії. Така модель оцінювання («Вчитель – Група–Я») дозволила зменшити суб'єктивність оцінювання та зробила процедуру контролю більш зрозумілою для учнів. Водночас це сприяло розвитку відповідальності за результати власної діяльності та формуванню навичок рефлексії.

Таким чином, розроблене методичне забезпечення навчального проєкту створило умови для чіткої організації дослідницької діяльності учнів та забезпечило прозорість оцінювання результатів роботи. Поєднання інструктивних матеріалів, цифрових засобів обробки даних, щоденників спостережень та критеріальної системи оцінювання дозволило не лише організувати біологічний експеримент у шкільних умовах, а й сприяло формуванню дослідницьких, комунікативних та інформаційних умінь учнів у процесі виконання навчального проєкту.

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРЕПАРАТІВ ТА ПЕДАГОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЄКТУ

3.1. Методика організації експериментального дослідження за учнівськими колективами

Дослідно-експериментальна робота з перевірки ефективності розробленої моделі навчального проєкту дослідницького спрямування «Вплив біологічних та хімічних препаратів на ріст і розвиток рослин» (на прикладі сорго зернового) здійснювалася у двох взаємопов'язаних напрямах: біологічному (спостереження за ростом і розвитком рослин) та педагогічному (визначення рівня сформованості дослідницьких умінь учнів).

Педагогічне експериментальне дослідження було організоване на базі двох закладів загальної середньої освіти Черкаської області, що дозволило провести порівняльний аналіз результатів навчально-дослідницької діяльності школярів.

Для проведення експерименту були залучені такі учнівські колективи:

Експериментальна група (ЕГ) – 19 учнів 9 класу Опорного закладу освіти «Верхняцький ліцей» Христинівської міської ради Черкаської області. У цьому колективі вивчення процесів росту і розвитку рослин та формування дослідницьких умінь здійснювалося із використанням розробленої моделі навчального проєкту на основі лабораторного біологічного дослідження.

Контрольна група (КГ) – 24 учні 9 класу Христинівського ліцею № 1 Христинівської міської ради Черкаської області. У цьому закладі навчання біології здійснювалося за традиційною методикою без проведення тривалого учнівського експерименту, що дозволило використати результати навчальної діяльності школярів для порівняння та підтвердження ефективності запропонованої моделі.

З метою забезпечення об'єктивності дослідження педагогічний експеримент було реалізовано протягом двох послідовних періодів

педагогічної практики у 2025–2026 рр. Робота охоплювала три основні етапи: констатувальний, формувальний та контрольний.

1. Констатувальний етап педагогічного експерименту та біологічний дослід (22.09.2025 р. – 19.10.2025 р.). Основним завданням цього етапу було проведення первинного діагностичного зрізу в експериментальній та контрольній групах для визначення вихідного рівня сформованості дослідницьких умінь учнів, їхньої пізнавальної активності та готовності до виконання навчально-дослідницької діяльності. Для цього використовувалися авторська карта оцінювання дослідницьких умінь учнів, анкета визначення рівня пізнавальної активності школярів, а також педагогічне спостереження за роботою учнів під час виконання практичних завдань (Додатки Б–В).

Паралельно у цей самий період учні експериментальної групи на базі ОЗО «Верхняцький ліцей» виконували практичну частину лабораторного біологічного експерименту з дослідження динаміки проростання та росту сорго зернового під впливом різних біологічних і хімічних препаратів. Проведення досліду саме восени зумовило використання лабораторно-кімнатного (вегетаційного) методу, оскільки біологічні особливості сорго як теплолюбної ярої культури не дозволяли здійснювати посів у відкритий ґрунт у цей період року. У процесі роботи школярі проводили спостереження за ростом рослин, вели щоденники спостережень, здійснювали розрахунки показників схожості насіння та оформлювали результати у вигляді таблиць, графіків та інфографік. Учні контрольної групи в цей час навчалися за традиційною схемою організації уроків біології без проведення довготривалого експериментального дослідження.

2. Формувальний та контрольний етапи педагогічного експерименту (16.02.2026 р. – 15.03.2026 р.). Оскільки відповідно до чинної навчальної програми з біології тема, пов’язана з процесами росту, розвитку та регуляції функцій живих організмів, вивчається у ІІ семестрі, основна фаза педагогічного експерименту була приурочена саме до цього періоду.

Під час другого періоду педагогічної практики в ОЗО «Верхняцький ліцей» було реалізовано формувальний етап експерименту. У процесі вивчення теоретичного матеріалу учні експериментальної групи презентували та аналізували результати власних осінніх досліджень сорго зернового, інтегруючи їх у структуру уроків біології. Це дозволило перейти від переважно репродуктивного навчання до більш практично орієнтованої та дослідницької діяльності.

Учні експериментальної групи виступали у ролі доповідачів, аналізували графіки динаміки росту рослин, пояснювали вплив біологічних і хімічних препаратів на ріст проростків та використовували створені за допомогою графічного штучного інтелекту схеми, постери й інфографіки для наочного представлення результатів дослідження. У Христинівському ліцеї № 1 вивчення цієї теми відбувалося за традиційною схемою навчання відповідно до підручника та навчальної програми.

Наприкінці другого етапу педагогічної практики, у березні 2026 року, було проведено контрольний етап експерименту. За допомогою однакових контрольно-оцінювальних матеріалів та критеріальної матриці, розробленої на основі підходів НАПН України [36]. Наприкінці другого етапу педагогічної практики, у березні 2026 року, було проведено контрольний етап експерименту. За допомогою однакових контрольно-оцінювальних матеріалів та критеріальної матриці, розробленої на основі підходів НАПН України [36], здійснювався підсумковий зріз рівня сформованості дослідницьких умінь учнів та змін у рівні їхньої пізнавальної активності. Повторно використовувалися карта оцінювання дослідницьких умінь учнів, анкета визначення рівня пізнавальної активності школярів та критеріальна матриця оцінювання результатів навчального проєкту (Додатки Б–В).

Таким чином, розроблена методика організації експериментального дослідження, яка поєднала осінній лабораторний етап із подальшим використанням результатів дослідження під час уроків біології у ІІ семестрі, дозволила органічно інтегрувати дослідницьку діяльність учнів у навчальний

процес. Проведення порівняльного аналізу між експериментальною та контрольної групами створило об’єктивну основу для подальшого статистичного підтвердження ефективності запропонованої моделі навчального проєкту, що висвітлено у наступних підрозділах роботи.

3.2. Результати дослідження впливу біологічних та хімічних препаратів на ріст і розвиток сорго зернового

Аналіз результатів експериментального дослідження передбачав систематизацію, статистичну обробку та порівняльний аналіз основних біометричних показників рослин сорго зернового, отриманих учнями експериментальної групи на базі Опорний заклад освіти «Верхняцький ліцей» Христинівської міської ради Черкаської області у період активної дослідницької фази проєкту з 22.09.2025 р. до 19.10.2025 р. У межах цього підрозділу основна увага зосереджувалася саме на аналізі біологічних показників росту і розвитку рослин сорго зернового під впливом біологічних та хімічних препаратів. Оцінка педагогічної ефективності навчального проєкту та рівня сформованості дослідницьких умінь учнів подана у підрозділі 3.3.

Для забезпечення об’єктивності результатів учні експериментальної групи були об’єднані у три дослідницькі групи, які паралельно проводили експеримент за однакових лабораторно-кімнатних умов. Це дозволило забезпечити триразову повторність досліду. Біологічний експеримент проводився у трьох варіантах: контрольному та двох дослідних. Контрольний варіант передбачав пророщування насіння у дистильованій воді кімнатної температури. У другому варіанті використовувався біопрепарат на основі амінокислот та гумату калію «Brigga АК», а у третьому – комплексний хімічний стимулятор-хелат «Renovation Fuerza». У кожному варіанті використовували по 25 насінин сорго зернового, відібраних за принципом однорідності та відсутності механічних пошкоджень.

Першим етапом аналізу результатів учнівського дослідження стало визначення динаміки проростання насіння сорго зернового у різних варіантах

досліду. Для цього учні проводили щоденні фенологічні спостереження, результати яких фіксувалися у щоденниках спостережень та електронних таблицях. Особлива увага приділялася визначенню енергії проростання та лабораторної схожості насіння, оскільки саме ці показники дозволяють оцінити життєздатність насіннєвого матеріалу та реакцію рослин на дію стимулюючих речовин [23].

У процесі дослідження учні встановили, що використання як біологічного, так і хімічного препарату позитивно впливало на швидкість проростання насіння сорго зернового. Уже на третю добу експерименту у дослідних варіантах спостерігалася більша кількість пророслого насіння порівняно з контролем. Результати визначення енергії проростання та лабораторної схожості насіння наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Вплив біологічних та хімічних препаратів на проростання насіння сорго зернового

Варіант досліду	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
Контроль	62,0 ± 2,1	84,0 ± 1,8
Біопрепарат «Brigga АК»	78,0 ± 1,7	94,0 ± 1,2
Хімічний стимулятор «Renovation Fuerza»	82,0 ± 1,5	96,0 ± 1,1

Дані таблиці 3.1 свідчать про позитивний вплив досліджуваних препаратів на процес проростання насіння сорго зернового. Найвищі показники енергії проростання та лабораторної схожості були зафіксовані у варіанті з використанням хімічного стимулятора «Renovation Fuerza». Показник енергії проростання у цьому варіанті перевищував контрольні значення на 20,0 %. Варіант із використанням біопрепарату також характеризувався високими показниками схожості та дружністю сходів. Отримані результати свідчать про те, що передпосівна обробка насіння стимулюючими речовинами активізувала фізіологічні процеси, пов’язані з проростанням насіння. Подібні результати описані у працях

В. В. Могилевської [34], де зазначається, що використання сучасних стимуляторів росту сприяє активізації ферментативних процесів та швидшому використанню запасних поживних речовин ендосперму.

Подальший аналіз був пов’язаний із вивченням особливостей росту надземної та підземної частин рослин сорго зернового. Вимірювання проводилися учнями на 14-й день вегетації за допомогою міліметрових лінійок. Додатково результати фіксувалися шляхом фотофіксації, що дозволяло порівнювати динаміку росту рослин у різних варіантах досліду.

У результаті проведених вимірювань було встановлено, що найвищі показники росту надземної частини формувалися у варіанті з використанням комплексного хімічного стимулятора «Renovation Fuerza». Водночас найбільш інтенсивний розвиток кореневої системи спостерігався у варіанті з використанням біопрепарату «Brigga АК». Результати біометричних вимірювань наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Вплив біологічних та хімічних препаратів на біометричні показники рослин сорго зернового

Варіант досліду	Висота проростка, см	Довжина кореня, см
Контроль	12,4 ± 0,5	8,2 ± 0,4
Біопрепарат «Brigga АК»	14,8 ± 0,6	11,5 ± 0,5
Хімічний стимулятор «Renovation Fuerza»	16,1 ± 0,7	10,1 ± 0,5

Аналіз даних таблиці 3.2 показав, що використання хімічного стимулятора сприяло більш інтенсивному росту надземної частини рослин. Середня висота проростків у цьому варіанті становила 16,1 ± 0,7 см, що перевищувало контрольні показники. Такий результат може бути пов’язаний з активізацією процесів росту клітин та покращенням мінерального живлення рослин під впливом мікроелементів у хелатній формі [13].

Разом із тим використання біопрепарату «Brigga АК» забезпечило найкращі показники розвитку кореневої системи. Середня довжина кореня у

цьому варіанті становила 11,5 ± 0,5 см, що на 3,3 см перевищувало контрольні значення. Отримані результати свідчать про позитивний вплив гумінових речовин та амінокислот на процеси ризогенезу та формування кореневої системи рослин [23].

У процесі подальших спостережень учні відзначали, що рослини дослідних варіантів характеризувалися більш інтенсивним забарвленням листків та швидшим формуванням вегетативної маси. Особливо помітними ці відмінності стали наприкінці активної фази досліду. Рослини контрольного варіанту дещо поступалися за інтенсивністю росту та загальним станом проростків.

Важливим етапом роботи стало узагальнення отриманих результатів. Учні експериментальної групи здійснювали побудову таблиць, графіків та діаграм, які відображали динаміку проростання насіння та зміну біометричних показників рослин у різних варіантах досліду. Використання цифрових інструментів дозволило не лише систематизувати результати дослідження, а й сприяло розвитку навичок роботи з даними та їх інтерпретації.

У процесі аналізу результатів школярі дійшли висновку, що використання як біологічних, так і хімічних препаратів позитивно впливає на початкові етапи росту й розвитку сорго зернового. При цьому біопрепарат більшою мірою стимулював розвиток кореневої системи, тоді як хімічний стимулятор забезпечував активніший ріст надземної частини рослин.

Отримані результати загалом узгоджуються з даними сучасних агробіологічних досліджень [34; 28], у яких відзначається висока чутливість сорго зернового до застосування стимуляторів росту та мікродобрив на початкових етапах онтогенезу.

Таким чином, проведене учнями дослідження дозволило встановити позитивний вплив біологічних та хімічних препаратів на процеси проростання насіння, ріст і розвиток сорго зернового в лабораторно-кімнатних умовах. Використання сорго як модельного об’єкта виявилося доцільним для організації навчального біологічного експерименту в умовах закладу загальної

середньої освіти, оскільки культура характеризується швидкими темпами росту, вираженою реакцією на стимулюючі речовини та наочністю отриманих результатів.

3.3. Оцінка ефективності використання проєктної діяльності у навчанні біології

Оцінка педагогічної ефективності розробленої моделі навчального проєкту «Вплив біологічних та хімічних препаратів на ріст і розвиток рослин» здійснювалася шляхом порівняльного аналізу рівнів сформованості дослідницьких умінь та динаміки пізнавальної активності учнів експериментальної і контрольної груп. Моніторинг проводився на двох етапах педагогічного експерименту: під час констатувального етапу (вересень 2025 р.) та контрольного етапу (березень 2026 р.).

Для визначення рівня сформованості дослідницьких умінь дев'ятикласників використовувалася Карта оцінювання дослідницьких умінь учнів (Додаток Б), яка передбачала оцінювання таких показників: уміння проводити спостереження, працювати з біологічними об'єктами, фіксувати результати, аналізувати отримані дані, формулювати висновки та презентувати результати власної діяльності. Додатково використовувалися методи педагогічного спостереження та аналіз практичної діяльності учнів під час виконання експериментальних завдань [5].

Рівень пізнавальної активності школярів визначався за допомогою анкети (Додаток В). Анкетування дозволило оцінити зацікавленість учнів виконанням практичних і дослідницьких завдань, їхню готовність до самостійного пошуку інформації та ставлення до навчально-дослідницької діяльності в процесі вивчення біології.

Результати констатувального етапу педагогічного експерименту показали, що на початку дослідження рівні сформованості дослідницьких умінь учнів експериментальної (ОЗО «Верхняцький ліцей») та контрольної (Христинівський ліцей № 1) груп були приблизно однаковими. Більшість

школярів обох груп демонстрували середній рівень сформованості дослідницьких умінь, тоді як кількість учнів із високим рівнем була незначною.

Зведені результати оцінювання динаміки рівнів сформованості дослідницьких умінь учнів на початку та наприкінці педагогічного експерименту наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Динаміка рівнів сформованості дослідницьких умінь учнів, %

Рівень	**ЕГ до експерименту**	**ЕГ після експерименту**	**КГ до експерименту**	**КГ після експерименту**
Низький	32	8	30	24
Середній	44	28	46	42
Достатній	20	44	20	26
Високий	4	20	4	8

Аналіз результатів таблиці 3.3 свідчить про позитивну динаміку формування дослідницьких умінь учнів експериментальної групи після завершення навчального проєкту. Якщо на початку експерименту лише 4,0 % учнів ЕГ демонстрували високий рівень сформованості дослідницьких умінь, то після завершення проєкту цей показник зріс до 20,0 %. Одночасно суттєво зменшилася кількість школярів із низьким рівнем – з 32,0 % до 8,0 %.

Під час виконання та подальшої презентації результатів навчального проєкту учні експериментальної групи поступово набували навичок самостійного проведення спостережень, роботи з біологічними об’єктами, аналізу отриманих результатів та їх представлення. Особливо помітними були зміни у здатності школярів аналізувати результати дослідження та формулювати обґрунтовані висновки.

У процесі захисту проєктів учні не лише представляли результати вимірювань висоти пагонів чи довжини коренів сорго зернового, а й намагалися пояснювати причини відмінностей між контрольним та

дослідними варіантами із використанням препаратів «Brigga АК» і «Renovation Fuerza», спираючись на знання з фізіології рослин [22].

У контрольній групі за аналогічний період також спостерігалися певні позитивні зміни, однак вони були менш вираженими та переважно пов’язаними із традиційним вивченням біології. Учні контрольної групи значно рідше залучалися до самостійної дослідницької діяльності та переважно працювали за репродуктивною схемою навчання.

Для визначення змін рівня пізнавальної активності учнів було проведено аналіз результатів анкетування, які узагальнено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Динаміка рівнів пізнавальної активності учнів, %

Рівень	ЕГ до експерименту	ЕГ після експерименту	КГ до експерименту	КГ після експерименту
Низький	28	10	26	22
Середній	48	32	50	46
Достатній	20	40	20	24
Високий	4	18	4	8

Результати анкетування показали підвищення рівня пізнавальної активності учнів експериментальної групи. Показник достатнього рівня зріс з 20,0 % до 40,0 %, а високого – до 18,0 %. Під час виконання навчального проєкту школярі демонстрували більшу зацікавленість у виконанні практичних завдань, охочіше працювали у групах та проявляли прагнення до самостійного пошуку додаткової інформації.

Позитивний вплив проєктної діяльності особливо проявився під час підготовки учнями підсумкових звітів, графіків та STEM-орієнтованих постерів. Робота з реальними результатами власного біологічного дослідження сприяла більш усвідомленому засвоєнню знань з біології та підвищувала мотивацію школярів до вивчення природничих дисциплін.

У процесі педагогічного спостереження було встановлено, що учні експериментальної групи поступово ставали більш самостійними під час виконання дослідницьких завдань, активніше висловлювали власні

припущення та пропонували пояснення отриманих результатів. Крім того, групова форма роботи сприяла розвитку в учнів умінь співпрацювати, розподіляти обов’язки та презентувати результати власної діяльності.

Таким чином, результати педагогічного експерименту підтвердили ефективність використання навчального проєкту дослідницького спрямування у процесі вивчення біології. Залучення учнів до виконання практичного біологічного дослідження сприяло формуванню дослідницьких умінь, розвитку пізнавальної активності, самостійності та підвищенню зацікавленості школярів у вивченні біології.

ВИСНОВКИ

1. У результаті аналізу теоретико-методичних основ дослідження встановлено, що поєднання реального біологічного експерименту з проєктною діяльністю є ефективним шляхом реалізації компетентнісного підходу та вимог Нової української школи. Вивчення процесів росту і розвитку рослин на прикладі сорго зернового має значні можливості для організації учнівської дослідницької діяльності. На основі аналізу наукових джерел з'ясовано, що передпосівна обробка насіння біологічними та хімічними препаратами позитивно впливає на процеси проростання, ріст і розвиток рослин. Це створює сприятливі умови для використання сорго зернового як модельного об'єкта у шкільному біологічному експерименті та сприяє більш усвідомленому засвоєнню учнями теоретичного матеріалу з біології.

2. Розроблено та теоретично обґрунтовано модель навчального проєкту дослідницького спрямування «Вплив біологічних та хімічних препаратів на ріст і розвиток рослин». Визначено методичні особливості організації проєкту, які передбачають послідовне проходження учнями підготовчо-мотиваційного, дослідницько-експериментального, аналітико-узагальнюючого та презентаційно-рефлексивного етапів роботи. Розроблено комплексне методичне забезпечення проєкту, яке включає інструктивні картки для проведення лабораторного досліду, щоденники фенологічних спостережень, цифрові шаблони для обробки результатів, карти оцінювання дослідницьких умінь та анкети визначення рівня пізнавальної активності учнів. Специфіка запропонованої моделі полягає у зміні ролі вчителя — від переважного транслятора знань до організатора та консультанта навчально-дослідницької діяльності школярів.

3. Експериментальна перевірка ефективності розробленої методики, проведена на базі Опорного закладу освіти «Верхняцький ліцей» Христинівської міської ради Черкаської області та Христинівського ліцею № 1

Христинівської міської ради Черкаської області, підтвердила її ефективність у формуванні дослідницьких умінь та розвитку пізнавальної активності учнів.

У ході учнівського дослідження встановлено позитивний вплив біологічних та хімічних препаратів на процеси проростання і росту сорго зернового. Біопрепарат «Brigga АК» забезпечив найкращий розвиток кореневої системи (11,5 см проти 8,2 см у контролі), тоді як хімічний стимулятор «Renovation Fuerza» сприяв підвищенню енергії проростання насіння (82,0 %) та інтенсивнішому росту надземної частини рослин (16,1 см).

Порівняльний аналіз результатів педагогічного експерименту показав зростання частки учнів експериментальної групи з високим рівнем сформованості дослідницьких умінь з 4,0 % до 20,0 %, а також зменшення кількості школярів із низьким рівнем – з 32,0 % до 8,0 %. Аналіз результатів анкетування засвідчив підвищення рівня пізнавальної активності учнів експериментальної групи, що проявлялося у зростанні зацікавленості дослідницькою діяльністю, більшій самостійності та активнішій участі школярів у груповій роботі. Отримані результати підтверджують, що використання навчального проєкту дослідницького спрямування є ефективним засобом організації навчально-дослідницької діяльності учнів у процесі вивчення біології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабаянц О. В., Бабаянц Л. Т. Сучасні біологічні препарати в інтегрованому захисті та стимуляції росту сільськогосподарських культур. *Захист і карантин рослин*. 2018. Вип. 64. С. 12–23.

2. Баханов К. О. Дослідницькі проєкти учнів у процесі вивчення природничих дисциплін. *Рідна школа*. 2014. № 4. С. 29–35.

3. Волкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур на придатність до поширення в Україні. Київ : Алефа, 2003. Вип. 1. 238 с. *(Необхідно для опису стандартизованого оцінювання реакції рослин на хімічні фони).*

4. Ворожейкіна О. М. 100 цікавих ідей для проведення уроку. Харків : Вид. група «Основа», 2011. 288 с. (Серія «Золота педагогічна скарбниця»).

5. Генкал С. Е., Гончарук О. М. Організація самостійної дослідницької діяльності школярів. *Методика викладання природничих предметів*. 2017. Вип. 3. С. 39–44.

6. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. Київ : Либідь, 1997. 376 с.

7. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин. Київ : ЗАТ «НІЧЛАВА», 2003. 320 с.

8. Гузеєв В. В. Покоління освітніх технологій: інтегральні технології. *Біологія і хімія в школі*. 2003. № 10. С. 16–24.

9. Дементієвська Н. П. Телекомунікаційні та дослідницькі проєкти Intel «Навчання для майбутнього». *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2012. № 5. С. 69–73.

10. Дьюї Дж. Демократія і освіта / пер. з англ. М. Олійник. Київ : Літопис, 2003. 294 с. *(Основоположник концепції зв'язку школи з особистим досвідом дитини).*

11. Єрмаков І. Г. Метод проектів у контексті життєвих задач учнів. *Практична психологія та соціальна робота*. 2003. № 4. С. 7–11.

12. Каленська С. М., Демидась Г. І., Шеремет О. В. Сорго зернове: біологія, технологія, ефективність. Київ : ЦП «Компринт», 2019. 210 с.

13. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Фізіологічні основи дії комплексних мікродобрив та регуляторів росту на рослинні організми. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2021. № 1. С. 34–41.

14. Кілпатрик В. Х. Метод проектів. Застосування цільового акту в педагогічному процесі. Москва : Брокгауз-Ефрон, 1925. 43 с. *(Праця, що ввела термін «проєкт» у світову дидактику).*

15. Коберник О. М. Проектування навчально-виховного процесу в школі. *Педагогіка і психологія*. 2001. № 4. С. 67–75.

16. Косаківська І. В. Екологічний напрям у фізіології рослин: досягнення й перспективи. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2007. Т. 39, № 4. С. 279–290.

17. Косаківська І. В., Войтенко Л. В. Ендогенна регуляція та екзогенна модуляція адаптивних відповідей рослин на стреси середовища. *Журнал загальної біології*. 2015. Т. 76, № 3. С. 180–192.

18. Лобанова Н. Е. Метод проектів у практиці навчання природничих наук. *Хімія та біологія в школі*. 2005. № 4. С. 9–10.

19. Матвєєв М. М. Еколого-фітоценотична оцінка впливу хімічних препаратів на початкові етапи онтогенезу культурних рослин. Дніпропетровськ : ДНУ, 2006. 195 с. (Методологічна основа для фіксації реакцій росту на хімічні чинники).

20. Матвєєв М. М. Еколого-фітоценотична оцінка впливу хімічних препаратів на початкові етапи онтогенезу культурних рослин. Дніпропетровськ : ДНУ, 2006. 195 с.

21. Метод проектів на уроках біології / уклад. О. В. Тагліна. Харків : Ранок, 2011. 160 с. (Серія «Нові педагогічні технології»).

22. Михайліченко М. В., Рудик Я. М. Освітні технології : навч. посіб. Київ : ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 583 с.

23. Могилевська В. В. Формування врожаю сорго зернового залежно від різних форм та доз добрив в Східному Лісостепу України : дис. ... доктора філософії : 201 — Агрономія / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2025. 180 с..

24. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин : підручник. Київ : Либідь, 2005. 808 с.

25. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин : підручник. Київ : Либідь, 2005. 808 с.

26. Немерещенко Л. В. Організація проектної діяльності як засіб формування дослідницьких умінь. *Шкільні технології*. 2005. № 4. С. 2–5.

27. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи / МОН України. Київ, 2016. 40 с. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-stisliy-viidat.pdf (дата звернення: 12.04.2026).

28. Організація проектної діяльності учнів : навчально-методичний посібник / уклад. З. О. Возна. Умань : ВПЦ «Візаві», 2019. 267 с.

29. Освітні технології : навч.-метод. посіб. / О. М. Пєхота, А. З. Кіктенко, О. М. Любарська та ін. ; за заг. ред. О. М. Пєхоти. Київ : А.С.К., 2001. 256 с. (https://studfile.net/preview/12827639/)

30. Панченко О. В. Динаміка лінійного росту та формування асиміляційної поверхні сорго зернового під впливом стимуляторів росту. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 67–74.

31. Панченко О. В. Динаміка лінійного росту та формування асиміляційної поверхні сорго зернового під впливом стимуляторів росту. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 67–74.

32. Пометун О. І. Дискусія в навчальних проєктах: організаційний аспект. *Шлях освіти*. 2004. № 2. С. 23–27.

33. Пометун О. І., Пироженко Л. В. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання : наук.-метод. посіб. Київ : А.С.К., 2004. 192 с.

34. Проєктна діяльність у школі / упоряд. М. Голубенко. Київ : Шкільний світ, 2020. 128 с. (Бібліотека «Шкільного світу»).

35. Пуліна А. А. Метод проектів: історія й перспективи розвитку в сучасній системі освіти. *Педагогічні науки: теорія та практика*. 2016. № 2. С. 45–51.

36. Радченко Л. А. Морфо-біологічні особливості та адаптивний потенціал сорго зернового (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) в умовах змін клімату. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2022. № 3. С. 14–22.

37. Рожков А. О., Могилевська В. В. Особливості проходження фенологічних фаз росту і розвитку сорго зернового за різних умов мінерального живлення. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і лісництво. 2024. Вип. 2. С. 45–53.

38. Сисоєва С. О. Особистісно орієнтовані технології навчання: проектування та організація. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2002. Вип. 1. С. 64–73.

39. Технології проектування в практиці роботи загальноосвітнього навчального закладу: теоретико-практичний аспект : посібник / В. О. Киричук, В. П. Неділько, С. А. Руденко та ін. ; за ред. В. О. Киричука. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2014. 336 с.

40. Фізіологія рослин : навч. посіб. / С. В. Прилуцька, М. В. Криворученко, О. В. Войтсеховська та ін. Київ : НУБіП України, 2023. 224 с.

41. Цимбалару А. Д. Проектування освітнього простору школяра: організаційний алгоритм. *Рідна школа*. 2009. № 10. С. 18–22.

42. Ченців В. М. Педагогічне проектування: сучасний інструмент дидактичних досліджень. *Педагогіка та психологія*. 2001. № 5. С. 75–99.

43. Ягупов В. В. Педагогіка : навчальний посібник. Київ : Либідь, 2002. 560 с.

44. Plant physiology and development / edited by Lincoln Taiz, Eduardo Zeiger, Ian Max Møller, and Angus Murphy. Sixth edition. Sunderland, MA : Sinauer Associates, 2015. 761 p. ISBN 978-1-60535-255-8.

45. Taiz L., Zeiger E. *Plant Physiology*. 5th ed. Sunderland : Sinauer Associates Inc., 2010. 782 p.

46. Taiz L., Zeiger E., Møller I. M., Murphy A. *Plant Physiology and Development*. 6th ed. Sunderland : Sinauer Associates, Inc., 2015. 761 p..

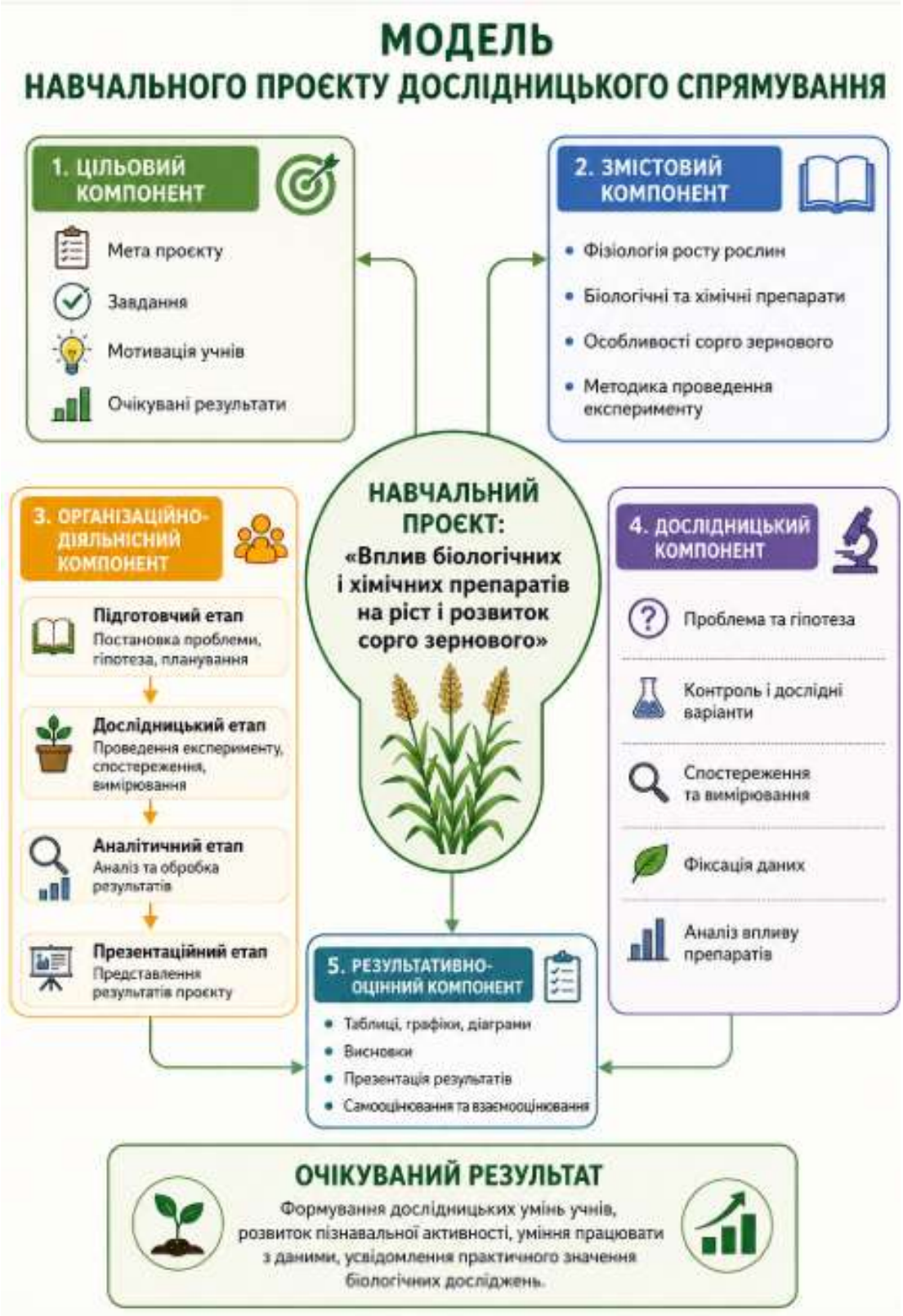
47. Цимбалару А. Д. Проектування освітнього простору школяра: організаційний алгоритм. *Рідна школа*. 2009. № 10. С. 18–22.

48. Ченців В. М. Педагогічне проектування: сучасний інструмент дидактичних досліджень. *Педагогіка та психологія*. 2001. № 5. С. 75–99.

49. Ягупов В. В. Педагогіка : навчальний посібник. Київ : Либідь, 2002. 560 с.

ДОДАТКИ

Додаток А



Додаток Б

Карта оцінювання дослідницьких умінь учнів

Інструкція

Оцінювання сформованості дослідницьких умінь учнів здійснювалося на основі педагогічного спостереження за діяльністю школярів під час виконання навчального проєкту «Вплив біологічних та хімічних препаратів на ріст і розвиток рослин». Для кожного уміння визначався один із чотирьох рівнів сформованості: низький, середній, достатній або високий.

Дослідницьке уміння	**Низький**	**Середній**	**Достатній**	**Високий**
Уміння проводити спостереження				
Уміння працювати з біологічними об’єктами				
Уміння фіксувати результати				
Уміння аналізувати результати				
Уміння формулювати висновки				
Уміння презентувати результати				

Інтерпретація результатів

Низький рівень. Учень виконує дослідницькі дії лише за постійної допомоги вчителя, допускає значну кількість помилок під час спостереження, фіксації результатів та формулювання висновків. Не виявляє достатньої самостійності під час виконання практичних завдань.

Середній рівень. Учень виконує основні етапи дослідження за зразком або з частковою допомогою вчителя. Може проводити прості спостереження та фіксувати результати, однак потребує допомоги під час аналізу даних і формулювання висновків.

Достатній рівень. Учень самостійно виконує основні етапи дослідницької діяльності, правильно проводить спостереження, фіксує

результати, аналізує отримані дані та формулює обґрунтовані висновки. Бере активну участь у груповій роботі та представленні результатів.

Високий рівень. Учень виявляє високий рівень самостійності та дослідницької активності, творчо підходить до виконання завдань, аргументовано аналізує результати дослідження, встановлює причинно-наслідкові зв’язки та впевнено презентує результати власної діяльності.

Додаток В

Анкета визначення рівня пізнавальної активності учнів

Інструкція для учнів

Прочитайте наведені твердження та оцініть, наскільки кожне з них відповідає Вашому ставленню до вивчення біології та виконання навчально-дослідницьких завдань. У колонці «Самооцінка» оберіть один із запропонованих варіантів відповіді.

Шкала відповідей

Варіант відповіді	Ні	Швидше ні, ніж так	Швидше так, ніж ні	Так
Бал	1	2	3	4

Таблиця анкети

№	**Твердження-ставлення**	**Самооцінка учня**
1	Мені цікаво спостерігати за процесами росту і розвитку рослин.	
2	Мені подобається виконувати практичні та дослідницькі завдання з біології.	
3	Я хотів(ла) б більше дізнаватися про вплив різних чинників на живі організми.	
4	Мені цікаво аналізувати результати спостережень і досліджень.	
5	Я із задоволенням працюю у групі під час виконання навчальних завдань.	
6	Під час вивчення біології я намагаюся самостійно знаходити додаткову інформацію.	
7	Мені подобається робити висновки на основі власних спостережень.	
8	Я хотів(ла) б брати участь у біологічних дослідженнях та навчальних проєктах.	

Інтерпретація результатів

Для визначення рівня пізнавальної активності підраховувалася загальна сума балів, отриманих учнем за всіма твердженнями анкети.

Таблиця інтерпретації результатів

Кількість балів	Рівень пізнавальної активності
8–15	Низький
16–23	Середній
24–31	Достатній
32	Високий