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 «БІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДИ З ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ЯК СПОСІБ ФОРМУВАННІ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ»

Виконала: студентка IV курсу, 49 групи
Лебедєва Ілона Павлівна
Освітня програма: Середня освіта (Біологія та здоров’я людини). Психологія
Спеціальності Середня освіта (Біологія та здоров’я людини)
Керівник: к.с.-г.н., доц. Поліщук Т. В.
Рецензент: к.с.-г.н., викл., ЧНУ імені Б. Хмельницького Коробко О. О.

Умань-2026

ЗМІСТ

ВСТУП 3

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ У КОНТЕКСТІ НУШ 8

1.1 Сутність та структура екологічної компетентності в сучасній освіті 8

1.2 Дослідницька діяльність як провідний метод реалізації діяльнісного підходу 13

1.3 Біологічні особливості гороху посівного (*Pisum sativum L.*) як об’єкта шкільного експерименту 19

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДІВ З ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ 27

2.1 Дидактичні можливості тривалих спостережень за ростом і розвитком рослин 27

2.2 Проєктування системи біологічних дослідів «Від насінини до врожаю: екологічні детермінанти» 30

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДОСЛІДІВ З ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ 38

3.1 Діагностика рівнів сформованості екологічної компетентності учнів 38

3.2 Аналіз результатів впровадження дослідницької системи в освітній процес 42

ВИСНОВКИ 53

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 56

# ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний етап реформування освіти в Україні, зокрема впровадження концепції «Нова українська школа», орієнтує освітній процес на формування ключових компетентностей, серед яких важливе місце посідає екологічна грамотність і здорове життя. У цьому контексті особливої актуальності набуває проблема пошуку ефективних педагогічних засобів, що забезпечують перехід від репродуктивного засвоєння знань до діяльнісного, практико-орієнтованого навчання. Біологія як навчальний предмет має значний потенціал для реалізації цих завдань, оскільки дозволяє організувати безпосереднє спостереження за живими об’єктами та процесами.

Біологічні дослідження з вирощування рослин, зокрема гороху посівного (*Pisum sativum L.*), створюють сприятливі умови для формування в учнів цілісного уявлення про взаємозв’язки у природі. У процесі такої діяльності учні не лише спостерігають за ростом і розвитком організмів, а й усвідомлюють залежність цих процесів від дії екологічних чинників, що сприяє розвитку екологічного мислення та відповідального ставлення до довкілля.

Теоретичні засади формування екологічної компетентності школярів висвітлено у працях Н. Пустовіт, О. Пруцакової, О. Колонькової [2], де обґрунтовано її структуру та зміст у контексті сучасної освіти. Питання формування екологічного світогляду майбутніх учителів розглядає С. В. Совгіра [3], підкреслюючи роль педагога як носія цінностей сталого розвитку. Водночас дослідження Л. М. Титаренко [4] акцентують увагу на методичних аспектах формування екологічної компетентності учнів у процесі вивчення біології. Окрему увагу приділено проблемі розвитку предметно-методичної компетентності вчителя щодо організації спостережень і дослідницької діяльності учнів [5].

Виклад основного матеріалу. Екологічна компетентність учнів основної школи розглядається як інтегрована якість особистості, що включає знання про природні системи, уміння встановлювати причинно-наслідкові зв’язки між явищами, а також ціннісне ставлення до природи. Її формування можливе лише

за умов активного залучення учнів до пізнавальної діяльності, зокрема через організацію навчальних досліджень.

Використання рослин як об’єктів дослідження є педагогічно доцільним, оскільки дозволяє організувати тривалі спостереження та експерименти без складного лабораторного обладнання. Горох посівний (*Pisum sativum L.*) є одним із найбільш зручних об’єктів для навчальних досліджень завдяки швидкому проростанню насіння, інтенсивному росту та чутливості до змін умов середовища. Це дає змогу учням упродовж відносно короткого часу простежити основні етапи онтогенезу рослини та проаналізувати вплив різних чинників на її розвиток.

Методика організації досліджень передбачає постановку серії експериментів, спрямованих на вивчення впливу окремих абіотичних чинників. Зокрема, досліджується вплив освітлення (порівняння росту рослин у світлі та темряві), водного режиму (оптимальний та обмежений полив), складу субстрату (різні типи ґрунтів) та мінерального живлення. Проведення таких дослідів дозволяє учням встановити закономірності росту і розвитку рослин, а також сформувати уявлення про значення екологічних чинників.

Організація дослідницької діяльності передбачає дотримання певної послідовності: формулювання проблеми, висунення гіпотези, планування експерименту, проведення спостережень, фіксацію результатів та формулювання висновків. Такий підхід сприяє розвитку дослідницьких умінь, критичного мислення та здатності до аналізу інформації.

Важливим компонентом є також використання сучасних цифрових інструментів для фіксації та обробки результатів дослідження. Фото- та відеозйомка процесу росту рослин, ведення електронних таблиць, побудова графіків дозволяють підвищити наочність і точність спостережень, а також сприяють розвитку цифрової компетентності учнів.

Залучення учнів до таких досліджень має значний виховний потенціал. У процесі роботи вони усвідомлюють значення раціонального використання природних ресурсів, вплив умов середовища на живі організми та необхідність

дбайливого ставлення до природи. Це сприяє формуванню екологічно доцільної поведінки та відповідального ставлення до довкілля.

Біологічні дослідження з вирощування рослин є ефективним засобом формування екологічної компетентності учнів у процесі вивчення біології. Їх використання забезпечує поєднання теоретичних знань із практичною діяльністю, сприяє розвитку дослідницьких умінь і формуванню наукового світогляду. Організація систематичних спостережень за ростом рослин дозволяє учням глибше зрозуміти взаємозв’язки у природі та усвідомити роль екологічних чинників у житті організмів.

Важливою умовою ефективності такого підходу є належний рівень предметно-методичної підготовки вчителя, здатного організувати дослідницьку діяльність учнів та спрямувати її на досягнення освітніх результатів. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці системи навчальних дослідів з урахуванням вікових особливостей учнів та умов освітнього середовища.

**Мета і завдання дослідження.** Мета дослідження – теоретично обґрунтувати та практично перевірити ефективність використання біологічних дослідів з вирощування гороху посівного (*Pisum sativum L.*) як засобу формування екологічної компетентності учнів у процесі вивчення біології в основній школі.

Для реалізації поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати наукову, психолого-педагогічну та методичну літературу з проблеми формування екологічної компетентності учнів у процесі навчання біології.
2. Розкрити сутність і структуру екологічної компетентності учнів основної школи.
3. Обґрунтувати педагогічну доцільність використання гороху посівного як об’єкта навчальних досліджень.

4. Розробити та описати методику організації біологічних дослідів з вирощування гороху, спрямованих на формування екологічної компетентності учнів.

5. Визначити роль дослідницької діяльності учнів у розвитку екологічного мислення та відповідального ставлення до природи.

**Об'єкт дослідження** – процес формування екологічної компетентності учнів основної школи у ході вивчення біології.

**Предмет дослідження** – біологічні досліди з вирощування гороху посівного (*Pisum sativum L.*) як педагогічний засіб формування екологічної компетентності учнів у процесі вивчення біології.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в розробці методики організації навчальних дослідів з вирощування гороху посівного, яка може бути безпосередньо використана вчителями біології в освітньому процесі основної школи. Запропонована система спостережень і експериментів є доступною для впровадження в умовах звичайного шкільного кабінету біології без залучення складного лабораторного обладнання. Результати дослідження можуть бути корисними для вчителів біології під час планування уроків і позакласних заходів екологічного спрямування, а також для студентів природничих спеціальностей педагогічних закладів вищої освіти у процесі підготовки до педагогічної практики.

**Апробація результатів кваліфікаційної роботи.** Основні положення, що викладені у кваліфікаційній роботі, доповідались і обговорювались на засіданнях кафедри біології та здоров'я людини Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (2025-2026 рр.); Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Природничі науки в системі освіти». Умань. 2026. - (м. Умань, 2026).

**Публікації.** Основні положення кваліфікаційної роботи висвітлено у тез доповідей на наукових конференціях.

1. Лебедєва І. В. Біологічні дослідження з вирощування рослин як засіб формування екологічної компетентності в контексті НУШ. Матеріали

Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Природничі науки в системі освіти». Умань. 2026. С. 125-127. Режим доступу URL : https://surl.li/omhcmk

**Структура роботи.** Кваліфікаційну роботу викладено на 60 сторінках друкованого тексту, в т. ч. – 55 основного тексту, включаючи 12 таблиць та 2 рисунки. Вона складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел наукової літератури, що нараховує 43 найменування, з них 1 латиницею.

# РОЗДІЛ 1
# ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ У КОНТЕКСТІ НУШ

## 1.1. Сутність та структура екологічної компетентності в сучасній освіті

Освітні системи багатьох країн світу нині переосмислюють свої пріоритети під тиском масштабних екологічних викликів. Деградація природних ландшафтів, прискорення кліматичних змін і стрімке зникнення видового різноманіття вказують на те, що традиційна модель природокористування вичерпала свій потенціал і потребує принципової зміни. Відповіддю освіти на ці виклики стало переорієнтування шкільних програм із передачі готових знань на розвиток здатності учнів усвідомлено і відповідально взаємодіяти з природним довкіллям.

Поняття «екологічна компетентність» посіло центральне місце в цьому переосмисленні. Міжнародні організації – зокрема ООН у межах Програми освіти для сталого розвитку (ESD) і Рада Європи у Рекомендаціях щодо ключових компетентностей для навчання впродовж життя (2018) – фіксують екологічну компетентність серед пріоритетних освітніх результатів [8]. Принципово важливо, що йдеться не про накопичення знань про природу, а про готовність особистості діяти в інтересах довкілля: ухвалювати виважені рішення, обирати екологічно прийнятні альтернативи, брати участь у вирішенні спільних природоохоронних проблем.

Принцип компетентнісного підходу, що лежить в основі сучасних освітніх реформ, полягає в переключенні уваги з «що знає учень» на «що він може зробити зі своїми знаннями». Застосований до екологічної освіти, цей принцип веде до розуміння екологічної компетентності як інтегрованої здатності – органічного поєднання знань, умінь і ціннісних установок, яке проявляється в реальній поведінці стосовно природного середовища. Знання і розуміння при цьому є необхідною, але недостатньою умовою: потрібні ще вміння діяти і воля до дії.

У науково-педагогічному дискурсі накопичено чимало спроб визначити поняття «екологічна компетентність». В. В. Маршицька розглядає її як здатність виявляти екологічні проблеми і знаходити шляхи їх розв'язання, спираючись на інтеграцію знань, умінь та сформованих ціннісних орієнтацій [1]. Н. А. Пустовіт акцентує готовність особистості до природоохоронних дій, що виникає на перетині екологічних знань, особистого досвіду і почуття відповідальності [2]. О. Г. Ярошенко підкреслює поведінковий вимір: компетентність виявляється не в деклараціях, а в екологічно доцільних вчинках, підкріплених знаннями й ціннісними переконаннями [7]. Спільним знаменником цих підходів є розуміння трикомпонентної природи екологічної компетентності, яка об'єднує когнітивний, діяльнісний і ціннісно-етичний виміри.

Інтелектуальну основу екологічної компетентності утворює когнітивний складник. Він охоплює не лише запас конкретних відомостей про природу, а й ширше – здатність оперувати цими відомостями для розуміння реальних екологічних ситуацій. Змістовно когнітивний складник включає знання про принципи організації та функціонування екосистем різних рівнів – від локальних угруповань до біосфери в цілому; уявлення про механізми кругообігу речовин і трансформації енергії; розуміння ролі абіотичних і біотичних чинників у житті організмів; знання про причини, масштаби й наслідки сучасних екологічних криз; усвідомлення принципів раціонального природокористування і збереження біотичного різноманіття.

Особливим елементом когнітивного складника є екологічне мислення – вміння бачити природу як систему взаємозалежних компонентів, прослідковувати причинно-наслідкові ланцюжки, передбачати, як зміна одного елемента позначиться на інших. Такий спосіб мислення не формується через заучування визначень – він розвивається через розв'язання реальних пізнавальних задач: спостереження, експеримент, аналіз польових даних. Учень, у якого сформоване екологічне мислення, здатен не просто відтворити текст підручника, а пояснити конкретне явище довкілля, знайти зв'язок між

забрудненням річки і зникненням певних видів риб, або між вирубуванням лісів і посиленням ерозії схилів.

У шкільному курсі біології когнітивний складник розгортається через вивчення будови і функцій клітин, тканин, органів і організмів, механізмів їх адаптації до умов середовища, принципів підтримання динамічної рівноваги в екосистемах. Ключовим є не перелік фактів, а розуміння зв'язків: між структурою і функцією, між організмом і середовищем, між діяльністю людини і наслідками для природи. Ці зв'язки і становлять той когнітивний каркас, спираючись на який особистість здатна формувати обґрунтовану екологічну позицію.

Якщо когнітивний складник відповідає на запитання «що знає учень про природу», то діяльнісний – на запитання «що він уміє робити для її збереження». Без здатності переводити знання в дію будь-яка обізнаність залишається теоретичною конструкцією, яка не позначається на реальному стані довкілля. Діяльнісний складник відображає операційну, виконавську сторону екологічної компетентності і є стрижнем сучасного компетентнісного підходу.

У структурі діяльнісного складника виокремлюється три групи умінь. До першої – пізнавально-дослідницьких – належать: цілеспрямоване спостереження за природними об'єктами і процесами; самостійне планування і виконання навчальних екологічних досліджень; формулювання гіпотез та їх перевірка в досліді; збір, фіксація і первинна обробка емпіричних даних; інтерпретація результатів і формулювання висновків; подання результатів у вигляді таблиць, діаграм, графіків, дослідницьких звітів. Ці вміння розвиваються передусім у ході лабораторних робіт, польових практикумів, довготривалих вегетаційних спостережень [12].

Другу групу утворюють практичні природоохоронні вміння – безпосереднє втілення екологічних знань у конкретних діях: посадка дерев і кущів, прибирання природних територій, дбайливе ставлення до ресурсів у побуті, роздільне збирання відходів, раціональне використання води й енергії. Третя група – комунікативно-просвітницька: здатність компетентно обговорювати екологічні

питання, доносити природоохоронні ідеї до однолітків і родини, критично оцінювати екологічну інформацію з різних джерел, участь у навчальних і громадських екологічних проєктах.

Системоутворювальну роль у діяльнісному складнику відіграють дослідницькі вміння: саме вони забезпечують здатність особистості самостійно отримувати нові знання про стан довкілля і перевіряти вже наявні уявлення досвідним шляхом. Методика навчання біології приділяє пріоритетну увагу розвитку дослідницьких умінь – через лабораторні роботи дослідницького характеру, навчальні проєкти, фенологічні спостереження, польові екскурсії [9].

Структурно цей складник включає три взаємопов'язані елементи. Перший – система екологічних цінностей: переконаність у самоцінності живої природи поза залежністю від її господарської корисності; визнання за кожним видом права на існування; розуміння природи як невід'ємної умови людського буття і культури, а не лише ресурсної бази. Другий елемент – екологічні переконання: усвідомлення охорони природи як морального обов'язку кожної людини; розуміння взаємозалежності якості довкілля і добробуту суспільства; прийняття особистої відповідальності за наслідки власних дій для навколишнього середовища. Третій – емоційно-естетичне ставлення: здатність відчувати красу природних явищ, переживати насолоду від перебування в природі, болісно реагувати на прояви варварського поводження з природою.

Екологічна етика як галузь знань, що осмислює моральний вимір відносин між людиною і природою, пропонує ряд принципів, здатних структурувати ціннісно-етичний складник: принцип біоцентризму (природа цінна сама по собі, а не лише як ресурс для людини), принцип відповідальності поколінь (нинішнє покоління зобов'язане передати наступним природу у придатному стані), принцип мінімізації втручання (будь-яка діяльність має прагнути до мінімально можливого впливу на природні системи).

Формування ціннісно-етичного складника – найскладніше педагогічне завдання, оскільки цінності не передаються шляхом прямого навчання. Вони складаються через особистий досвід переживання природи – її краси,

вразливості, відповіді на уважний догляд. Учень, який самостійно вирощував рослину, відповідав за її стан, спостерігав за кожним етапом її розвитку, набуває іншого, значно глибшого ставлення до живого, ніж той, хто лише читав про рослини у книжці.

Три складники екологічної компетентності не існують незалежно – вони взаємно живлять одне одного. Знання надає підставу для усвідомленої дії та обґрунтованого ціннісного судження; досвід практичної діяльності уточнює і поглиблює знання та кристалізує ціннісні переконання; а стійкі ціннісні орієнтації формують внутрішню мотивацію до постійного збагачення знань і неухильного застосування природоохоронних умінь. Тільки триєдність цих вимірів утворює повноцінну екологічну компетентність – не декларативну, а дієву.

Реформа середньої освіти, закладена Концепцією Нової української школи (2016) і конкретизована Державним стандартом базової середньої освіти (2020), включає чотири наскрізні лінії – провідні ідеї, що мають пронизувати зміст усіх предметів і позаурочне шкільне життя. Серед них – «Екологічна грамотність і здоровий спосіб життя» [24]. Статус наскрізної лінії означає, що екологічна освіта перестає бути монополією уроків біології чи географії і стає спільним обов’язком усього педагогічного колективу.

Таке рішення відображає принципово важливий методологічний поворот: екологічні проблеми є за своєю природою комплексними і не вкладаються в рамки жодної окремої дисципліни. Надмірне використання хімічних добрив – це одночасно хімічна, біологічна, економічна й етична проблема; зміна клімату торкається фізики атмосфери, географії природних зон, суспільної організації та особистої відповідальності. Для розуміння таких проблем потрібна інтеграція знань з різних галузей – і саме таку інтеграцію забезпечує наскрізний підхід.

На практиці реалізація наскрізної лінії «Екологічна грамотність» охоплює три взаємопов’язаних виміри. Змістовий вимір – це насичення програмного матеріалу всіх предметів екологічними контекстами: на уроках хімії – вивчення впливу промислових викидів на якість повітря і водойм; на уроках математики –

статистична обробка даних моніторингу стану довкілля; на уроках мови – написання есеїв і аргументативних текстів на природоохоронну тематику; на уроках трудового навчання – культура ощадного використання матеріалів і зменшення відходів. Організаційний вимір – екологізація шкільного середовища як такого: озеленення приміщень і пришкільної ділянки, запровадження роздільного збирання відходів, проведення екологічних акцій і Днів довкілля. Виховний вимір – цілеспрямована робота з формування екологічних цінностей через позаурочну роботу, взаємодію з батьківською громадою, участь у природоохоронних волонтерських ініціативах [14,18,32].

Серед предметів, що реалізують наскрізну лінію «Екологічна грамотність», біологія займає особливе місце: вона єдина вивчає живу природу безпосередньо – її будову, функціонування, різноманіття, реакції на зміну умов. Саме тут учні набувають системних природничих знань, опановують методи спостереження й дослідження живих організмів, формують емоційне ставлення до природи через безпосередній з нею контакт. Організація дослідницької роботи з живими об’єктами – рослинами, мікроорганізмами, тваринами – є ключовим педагогічним інструментом, що дозволяє інтегрувати всі три складники екологічної компетентності в єдиному навчальному процесі.

### 1.2. Дослідницька діяльність як провідний метод реалізації діяльнісного підходу

Психологічна наука давно встановила: засвоєння є тим глибшим і міцнішим, чим активнішою є пізнавальна позиція того, хто вчиться. Л. С. Виготський показав, що розвиток відбувається не в зоні вже досягнутого, а в зоні найближчого розвитку – у просторі задач, які дитина поки що не вирішує самостійно, але може вирішити за підтримки [8]. О. М. Леонтьєв обґрунтував, що саме діяльність – а не пасивне сприйняття – є рушійною силою розвитку психіки [16]. Д. Б. Ельконін конкретизував ці ідеї для шкільного навчання, показавши, що навчальна діяльність передбачає не відтворення готових зразків, а самостійне розв’язання пізнавальних задач. Ці ідеї, узагальнені у концепції конструктивізму,

лягли в основу сучасного діяльнісного підходу: учень – не пасивний одержувач, а активний будівничий власного знання.

У природничій освіті діяльнісний підхід знаходить своє найбільш органічне втілення у дослідницькій діяльності. Навчальне дослідження – це пізнавальна робота, що структурується за логікою наукового пошуку: від постановки проблеми і формулювання гіпотези через підбір методів і виконання досліду до аналізу результатів і формулювання висновків. Принципова відмінність від традиційної лабораторної роботи полягає в тому, що кінцевий результат наперед невідомий – учень справді шукає відповідь, а не ілюструє вже відому істину. Саме ця невизначеність і перетворює навчальну діяльність на справжнє дослідження.

Педагогічна концепція Inquiry-Based Learning (IBL), що сформувалася у розвинених країнах із 1960-х років під впливом ідей Дж. Дьюї, пропонує систематичний підхід до організації навчання через дослідження [25]. Центральна ідея IBL полягає в тому, що рушієм навчання є питання, породжене самим учнем, а не вчителем: коли учень сам ставить питання, він зацікавлений у пошуку відповіді, тоді як питання, нав’язане ззовні, нерідко сприймається як черговий обов’язок. Роль учителя в IBL зміщується: замість «транслятора знань» він стає організатором дослідницького середовища, помічником і критичним співрозмовником.

Американський дослідник М. Херрон у 1971 році запропонував класифікацію рівнів IBL за ступенем автономії учня [10]. Підтверджувальний рівень передбачає виконання заздалегідь відомої процедури для отримання очікуваного результату – таким чином учень опановує технічні навички роботи. На структурованому рівні процедура залишається заданою, але результат невідомий – учень вчиться збирати і осмислювати дані. Спрямований рівень надає учню свободу у виборі методу при збереженні визначеної вчителем проблеми – розвивається методологічна компетентність. Відкритий рівень дає учню повну автономію від постановки питання до формулювання висновків – найвища форма дослідницької самостійності. Рух від нижчих рівнів до вищих

корелює із зростанням глибини концептуального розуміння і розвитком дослідницького мислення.

Результати педагогічних досліджень підтверджують переваги IBL. Масштабний мета-аналіз, проведений Фрідманом та співавторами у 2011 році на матеріалі понад ста незалежних досліджень, засвідчив, що учні, які навчаються за методологією IBL, статистично значущо перевершують тих, хто навчається за традиційними рецептивними методами, за показниками концептуального розуміння наукових ідей, рівня розвитку дослідницьких умінь і позитивного ставлення до природничих дисциплін. Найбільша різниця зафіксована саме в здатності до самостійного вирішення нестандартних задач – якість, особливо важлива для тих, кому доведеться вирішувати реальні екологічні проблеми, жодна з яких не є «типовою» [18].

Для екологічної освіти IBL є природним методологічним вибором з кількох причин. По-перше, реальні екологічні питання складні і багатовимірні: вони не мають єдиної правильної відповіді і завжди потребують зважування конкуруючих чинників. Формат відкритого дослідження відтворює цю складність в умовах навчального класу. По-друге, дослідження живих об’єктів і природних процесів формує у школярів особистий емоційний зв’язок з природою – той самий, що є підґрунтям ціннісно-етичного складника екологічної компетентності. По-третє, IBL розвиває навички роботи з даними – збору, перевірки, критичного аналізу екологічної інформації, – без яких неможлива компетентна участь у публічному обговоренні екологічних проблем і прийнятті природоохоронних рішень.

В Україні принципи IBL відображені в оновлених типових освітніх програмах для закладів базової середньої освіти. Програма з біології для 6–9 класів передбачає систему лабораторних і практичних робіт дослідницького характеру, виконання навчальних проєктів, ведення фенологічних щоденників і проведення тривалих спостережень. Ці форми роботи закріплюють IBL як методологічну основу сучасної природничої освіти і створюють умови для формування екологічної компетентності через активне дослідження природи.

Формування критичного мислення посідає одне з провідних місць серед компетентностей, що їх закладають сучасні освітні стандарти – зокрема концепція НУШ і міжнародні рамки на кшталт OECD Education 2030 і P21 Framework. Йдеться не просто про «вміння думати», а про цілий спектр специфічних навичок: здатність розпізнавати у потоці інформації обґрунтовані твердження та голослівні заяви; вміння оцінювати надійність і достатність доказів; готовність розглядати проблему з позицій, відмінних від власної; здатність переглядати свою думку, коли з'являються нові переконливі аргументи. Усі ці якості мають безпосередній вихід у сферу екологічного мислення.

Дослідницька діяльність є потужним генератором критичного мислення, бо на кожному своєму кроці вимагає аналітичних зусиль. Постановка проблеми навчає відрізняти питання, на яке можна відповісти дослідним шляхом, від питань, що потребують ціннісного або нормативного вирішення – це само по собі вправа у критичному мисленні. Формулювання гіпотези вимагає розглянути кілька конкуруючих пояснень і вибрати найбільш правдоподібне. Планування досліду розвиває навик системного мислення: треба передбачити всі суттєві змінні, ідентифікувати можливі джерела похибок, забезпечити повторність і контрольні варіанти [36].

Аналіз і інтерпретація результатів – найбільш насичений критичним мисленням етап. Учень має порівняти реально отримані дані з тим, що прогнозувала гіпотеза; якщо результати не збіглися – з'ясувати, чому: помилилася гіпотеза чи спостерігалась методологічна помилка? Чи є здобуті дані достатніми для впевненого висновку, чи потрібні додаткові спостереження? Чи можна поширити висновок за межі конкретних умов досліду? Відповідь на ці запитання формує наукову чесність і методологічну культуру – риси, конче необхідні для того, щоб не піддаватися на маніпуляції у сфері екологічної інформації.

В екологічному дослідженні критичне мислення набуває особливого практичного значення. Учень, вивчаючи вплив концентрованих розчинів добрив

на проростання насіння гороху, вчиться не лише фіксувати спостережуваний факт загибелі проростків, а й критично оцінювати власні дані: чи не було забруднено одну з груп сторонніми речовинами? чи однакові умови освітлення і температури? чи достатньо насіння у кожній групі для того, щоб різниця була статистично значущою? Такий аналіз формує звичку перевіряти власні висновки, не приймаючи їх на віру без критичного зважування.

Класна дискусія за результатами дослідів різних груп є потужним прийомом розвитку критичного мислення. Коли учні з'ясовують, чому два досліди, поставлені, здавалося б, однаково, дали різні результати, вони опановують ключову наукову ідею: знання не існує поза методологічними умовами свого отримання. Ця ідея озброює їх здоровим скептицизмом щодо будь-яких екологічних тверджень – як надмірно песимістичних, так і надмірно оптимістичних – і формує основу для самостійної, незалежної оцінки екологічної інформації [44].

Одним з найважливіших та найскладніших завдань екологічної освіти є виховання відповідального ставлення до природи. Складність полягає в тому, що відповідальність не є знанням: її не можна «пояснити» чи «засвоїти» на уроці. Відповідальне ставлення виникає як внутрішнє переживання власної причетності – коли людина усвідомлює, що стан природи залежить у тому числі і від її конкретних дій. Жодна лекція, жодний заклик, жоден плакат не спроможні замінити цей особистий досвід причетності.

Дослідницька робота з живими організмами є унікальним педагогічним простором для виникнення такого досвіду. Учень, який кілька тижнів поливав рослини, фіксував зміни їхнього вигляду, занепокоєно шукав причину пожовтіння листків, – вже не є байдужим до долі цих рослин. Він несе за них відповідальність, радіє з їхнього успіху і засмучується від їхньої загибелі. Ця емоційна залученість є тим первинним матеріалом, з якого поступово виростає усвідомлена відповідальність перед природою як такою.

Особливу роль відіграють досліди, що демонструють уразливість живого до антропогенного впливу. Коли учень своїми руками встановлює, що насіння

гороху не проростає у воді з додаванням синтетичного миючого засобу, або що рослина пригнічується надмірними концентраціями добрив, – він не читає про це з книжки, а особисто переконується в реальності екологічної шкоди. Власноруч отриманий дослідний результат діє на переконання значно сильніше, ніж чужий авторитетний текст.

Тривалі вегетаційні досліди – окремий виховний формат, що розвиває якості, рідкісні у кліповій культурі цифрового покоління: терпіння, систематичність, здатність до тривалого зосередженого спостереження, відповідальність за доручену живу справу. Учень, який веде щоденник спостережень протягом місяця, дисциплінований у проведенні вимірів і не пропускає запланованих процедур, засвоює модель відповідальної поведінки, що перевищує межі навчального досліду й стає прообразом відповідального природокористування взагалі.

Важливим педагогічним прийомом, що підсилює виховний ефект дослідницької роботи, є її «заземлення» на реальні місцеві екологічні проблеми. Якщо дослід з впливом кислотності на ріст рослин пов’язується з проблемою зниження pH ґрунтів у регіоні через промислові викиди, а результати польових спостережень зіставляються з реальною картою забруднення місцевої річки – навчальне дослідження перестає бути абстракцією і набуває особистісного, громадянського виміру. Учень приходить до розуміння: те, що відбувається у пробірці, відбувається і «там, за вікном».

Підсумовуючи, дослідницька діяльність – це педагогічний простір, у якому всі три складники екологічної компетентності розвиваються одночасно і взаємопов’язано. Когнітивний складник збагачується через самостійне здобуття емпіричного знання і критичне осмислення результатів. Діяльнісний складник зміцнюється через освоєння дослідницьких операцій і навичок практичної роботи з живими об’єктами. Ціннісно-етичний складник формується через особистий емоційний досвід турботи про живе і власноруч здобуту впевненість у тому, що природа вимагає захисту [17].

### 1.3. Біологічні особливості гороху посівного (*Pisum sativum L.*) як об'єкта шкільного експерименту

Серед усіх рослин, що супроводжують людину від початку її землеробської цивілізації, горох посівний займає виняткове місце – і з огляду на тривалість цих стосунків, і з огляду на їхню наукову й культурну насиченість. Археоботанічні знахідки свідчать, що горох вирощували на Близькому Сході і в Середземномор'ї ще за 8–10 тисяч років до н. е. На українських теренах насіння гороху виявлено у пам'ятках культур бронзового віку, що засвідчує його давнє значення в харчуванні населення Центральної та Східної Європи. Протягом усієї цієї тривалої історії горох слугував людині не лише їжею, а й об'єктом пізнання природи.

Найвидатніша роль гороху в науці пов'язана з іменем Грегора Менделя (1822–1884) – монаха-августинця із Брно, чиї досліди 1856–1863 рр. заклали фундамент генетики. Мендель обрав горох як об'єкт дослідження не випадково: рослина має чіткі альтернативні ознаки (забарвлення квіток, форма насіння, колір сім'ядоль), є облігатним самозапильником, що гарантує чистоту генетичних ліній, і дає достатню кількість нащадків для статистичного аналізу. Відкриті Менделем закономірності спадковості, сформульовані на матеріалі гороху, нині є підвалинами молекулярної біології і медицини. Таким чином, горох – це не просто дешевий і доступний навчальний матеріал; це рослина, що уособлює саму ідею наукового пізнання природи через ретельний і систематичний дослід.

За сучасною систематикою горох посівний (*Pisum sativum L.*) належить до царства Рослини (*Plantae*), відділу Покритонасінні (*Magnoliophyta*), класу Дводольні (*Magnoliopsida*), порядку Бобоцвіті (*Fabales*), родини Бобові (*Fabaceae*), роду Горох (*Pisum*). Видовий епітет «s*ativum*» (лат. – посівний, культурний) вказує на тривалу традицію введення рослини в культуру. Залежно від сорту рослина розвивається як виткий ліан (з вусиками, що чіпляються за опору) або як компактний кущик [11].

Коренева система гороху є стрижневою: центральний корінь проникає вглиб ґрунту на 1–1,5 м, від нього відходить розгалужена мережа бічних коренів. Найцікавішою особливістю кореневої системи з екологічної точки зору є бульбочки – потовщення, що виникають у відповідь на проникнення в корінь бактерій *Rhizobium leguminosarum*. Всередині бульбочок бактерії здійснюють азотфіксацію: перетворюють молекулярний азот атмосфери ($N_2$) на іони амонію ($NH_4^+$), доступні рослині. Це взаємовигідне партнерство дозволяє гороху рости на бідних ґрунтах без внесення азотних добрив і залишати після себе збагачений азотом ґрунт – важлива агроекологічна послуга, що визначає роль гороху у сівозмінах. Для учня ця особливість – жива ілюстрація симбіозу, біогеохімічного циклу азоту й принципів екологічного землеробства.

Стебло гороху – порожнисте, чотиригранне або округле в перерізі, вкрите тонким восковим нальотом. Висота стебла варіює від 25 см у карликових штамбових сортів до понад 200 см у виткіх форм; у нижній частині стебло, як правило, галузиться. Листки гороху складні, парнопірчасті: від 1 до 3 пар листочків, а верхня частина листкового черешка перетворена на розгалужений вусик, яким рослина чіпляється за будь-яку опору. У деяких форм усі листочки замінені вусиками (так звані безлисті, або «афілятні» сорти). При основі листкового черешка розташовані прилистки (вушка) – великі, яйцеподібні або ниркоподібні, нерідко більші за справжні листочки; вони активно фотосинтезують і захищають пазухи листка. Метаморфоз листочків у вусики – класичний об’єкт шкільної ботаніки для демонстрації функціональних видозмін органів.

Квітки гороху зібрані по 1–3 у пазушні суцвіття; за будовою вони є типово мотилькові (зигоморфні, п’ятипелюсткові): найбільша верхня пелюстка – парус, або прапор – слугує посадковою площадкою для запилювачів; дві бічних – весла, або крила – охоплюють запилювача з боків; дві нижніх зрослись у човник, що приховує тичинки і маточку. Забарвлення квіток – від чисто-білого до пурпурово-червоного й фіолетового – визначається сортом. Запилення відбувається ще всередині нерозкритого бутона (клейстогамія), що

унеможливлює перехресне запилення і забезпечує генетичну однорідність потомства. Саме ця властивість – разом із чіткістю альтернативних ознак – зробила горох ідеальним об’єктом менделівських дослідів і досі робить його зручним матеріалом для генетичних лабораторних робіт.

Плід – двостулковий боб завдовжки 5–15 см, зеленого, жовтого або строкатого забарвлення, із 2–10 насінинами. Форма насіння (куляста або зморщена) і колір сім’ядоль (жовтий або зелений) – ті самі ознаки, що Мендель обирав для своїх дослідів. Хімічний склад насіння гороху виокремлює його серед інших зернових: вміст білка 20–26% (для порівняння – у пшениці 10–14%), крохмаль 40–50%, жири 1–2%, клітковина 5–7%, мінеральні речовини 2–3%. Протеїн гороху містить усі незамінні амінокислоти, що обумовлює харчову цінність рослини і визначає стабільний попит на неї у сучасній харчовій промисловості.

Горох належить до рослин тривалого дня: класичні сорти переходять до цвітіння лише при світловому дні понад 12–14 годин. Проте сучасна селекція вивела численні сорти з нейтральним фотоперіодизмом, придатні для вирощування у широкому діапазоні географічних широт. Щодо термофільності горох є відносно невибагливим: насіння здатне проростати вже при +4–5°C, сходи переносять кратко-часові заморозки до –5°C. Завдяки цьому горох висівають ранньою весною – одночасно з відтаванням верхнього шару ґрунту.

Температурний оптимум для вегетативного росту гороху лежить у межах +16–22°C. За нижньої межі цього діапазону темпи росту знижуються, але рослина залишається здоровою. За підвищення температури понад +25°C посилюється дихання, продукти фотосинтезу витрачаються швидше, ніж нагромаджуються, і ріст сповільнюється. Критично небезпечною є температура понад +30°C під час цвітіння: пилок гороху при такій температурі стерилізується, запилення не відбувається і зав’язування бобів припиняється. Саме тому горох на рівнинах вирощують як ранньовесняну або осінню культуру, уникаючи літньої спеки.

Онтогенез гороху розгортається через п’ять послідовних фенологічних фаз. Фаза 1 – набухання і проростання: насіння поглинає воду у кількості 100–120% від власної маси, активуються запасені в насінні ферменти (амілази розщеплюють крохмаль до цукрів, протеази – білки до амінокислот, ліпази – жири до жирних кислот і гліцерину), ці продукти живлять зародок, що починає рости. За оптимальних умов (+18–20°C, достатня вологість) пророщування триває 3–5 діб. Фаза 2 – поява сходів (7–14 діб після сівби): гіпокотиль видовжується і виносить сім’ядолі над поверхнею ґрунту (епігеальне, або надземне проростання), сім’ядолі зеленіють і починають фотосинтезувати. Фаза 3 – стеблування і наростання вегетативної маси; формуються прості (перші 1–2) і складні (подальші) листки, починається галуження. Фаза 4 – бутонізація і цвітіння (на 35–60-у добу); тривалість цвітіння 10–20 днів. Фаза 5 – наливання і дозрівання бобів. Загальна тривалість вегетаційного сезону від сходів до зрілого насіння: 55–75 діб у ранньостиглих сортів, 90–120 діб – у пізньостиглих.

Розвиток проростка гороху є наочним навчальним об’єктом. Надземний тип проростання добре спостерігається навіть у прозорому контейнері: спочатку видовжується гіпокотиль, потім над поверхнею субстрату з’являються зелені сім’ядолі, далі розгортається епікотиль зі справжніми листками. Перші листки прості (одна пластинка), наступні – поступово ускладнюються до типової парнопірчастої форми з вусиками. Ця послідовність наочно демонструє явище різнолистковості (гетерофілії) і загальні закономірності індивідуального розвитку рослини, що є важливим навчальним матеріалом шкільного курсу ботаніки.

Горох виявляє добре вимірювану і педагогічно виразну чутливість до широкого кола екологічних чинників, що і робить його ідеальним модельним організмом для навчальних досліджень з екології рослин. Реакція рослини проявляється на різних рівнях: на молекулярному – у зміні активності ферментів при температурному або хімічному стресі; на клітинному – у змінах осмотичного потенціалу при водному дефіциті; на органному – у морфологічних перебудовах листків і стебла при нестачі світла або поживних речовин; на організменому – у

змінах темпів росту, маси і забарвлення, доступних прямому вимірюванню. Завдяки цій багаторівневій відповіді зміни умов середовища чітко відображаються у спостережуваних показниках, не потребуючи складного обладнання для їх реєстрації.

Температура є одним із найважливіших абіотичних регуляторів фізіологічних процесів гороху. В основі температурного впливу лежить пряма залежність швидкості ферментативних реакцій від температури: за правилом Вант-Гоффа, підвищення температури на 10°C прискорює більшість біохімічних реакцій приблизно вдвічі. Проте ця залежність не є лінійною у всьому діапазоні: при низьких температурах (+4–8°C) реакції уповільнені настільки, що проростання і ріст відбуваються в кілька разів повільніше, ніж за оптимуму (+16–22°C). При перегріванні понад +28°C ферменти починають денатурувати, баланс між фотосинтезом і диханням зміщується на користь дихання, рослина витрачає органічну речовину швидше, ніж її нагромаджує – і це виражається у пожовтінні листків, припиненні росту і опаданні квіток. Дослід із трьома температурними варіантами (+8°C, +18°C, +28°C) дає учням три виразно різних результати, придатні для кількісного порівняння.

Вода є не просто поживою, а структурним компонентом клітин і середовищем усіх біохімічних реакцій. Для набухання і проростання насіння гороху необхідне насичення субстрату: насіння поглинає воду в кількості 100–120% від власної маси до початку активного проростання. Навіть помірний водний дефіцит у цю фазу різко знижує схожість і затримує появу сходів. У фазу активного росту горох відносно посухостійкий, але критичним є водопостачання під час цвітіння і наливання бобів: нестача вологи призводить до масового скидання квіток і молодих бобів, а врожай різко знижується. Надлишок вологи також шкідливий – він витісняє повітря з ґрунтових пор, коріння страждає від нестачі кисню, а в бульбочках пригнічується азотфіксація. Досліди з різними режимами зволоження дають учням видимий результат уже через 7–10 діб [11-14].

Вплив освітлення на морфогенез гороху надзвичайно наочний і педагогічно ефективний. Рослини, що ростуть в умовах дефіциту світла, демонструють класичне етіолювання: стебло витягується в 2–3 рази порівняно з нормально освітленими рослинами – так рослина «шукає» джерело світла; листки залишаються блідо-жовтими, оскільки без світла хлорофіл не синтезується (хлоропласти залишаються у незрілій формі – еіопластів); стебло тонке і механічно слабке. Феномен етіолювання є яскравим прикладом фотоморфогенезу – залежності розвитку від умов освітлення – і добре спостерігається вже через 10–14 діб від початку досліду.

Реакція ґрунтового розчину (pH) відноситься до тих чинників, вплив яких учні рідко усвідомлюють, але які мають вирішальне значення для живлення рослин. Оптимальний pH для гороху – 6,0–7,0. При підкисленні (pH < 5,5) різко знижується доступність фосфору і молібдену (вони переходять у нерозчинні форми), а бульбочкові бактерії втрачають здатність прикріплятися до коренів. При підлуженні (pH > 7,5) недоступними стають залізо, марганець і цинк – і листки жовтіють (міжжилковий хлороз). Проращування насіння гороху в буферних розчинах різних значень pH – методично простий і педагогічно вдалий дослід, що пов’язує шкільну хімію (поняття pH) з біологією рослин і актуальними агроекологічними проблемами підкислення і засолення ґрунтів.

Вибір об’єкта для навчального дослідження визначається сукупністю педагогічних і практичних критеріїв: доступністю, безпечністю, виразністю реакцій на зміни умов, можливістю кількісних вимірювань, відповідністю тривалості досліду навчальному часу, наявністю зв’язку з реальними екологічними проблемами, можливістю міжпредметних зв’язків і мотивуючою цінністю об’єкта для учнів. Горох посівний задовольняє всім цим критеріям одночасно – що і визначає його привілейоване місце серед об’єктів навчальних екологічних досліджень.

1. *Доступність і економічність.* Насіння гороху продається в кожному магазині садівника за мінімальну ціну. Для постановки досліду достатньо пластикових стаканчиків, звичайного ґрунту або вати, водопровідної води і

природного освітлення. Це дозволяє ставити досліди не лише в шкільній лабораторії, а й вдома, що відкриває можливість для домашніх досліджень і залучення батьків у спільну пізнавальну діяльність.

2. Надійність насіннєвого матеріалу. Горох вирізняється стабільно високою схожістю – 95–99% за умов правильного зберігання. Насіння проростає дружно і рівномірно: уже через 3–5 діб за оптимальних умов більшість насінин дає проростки, близькі за розміром. Це мінімізує «шум» у даних, зумовлений нерівномірністю вихідного матеріалу, і дозволяє отримувати статистично достовірні результати навіть при невеликій кількості рослин у кожній групі.

3. Виразність і вимірюваність реакцій. Горох реагує на зміни умов середовища через численні показники, доступні вимірюванню без спеціального обладнання: довжина паростка і кореня (лінійкою), маса рослини (кухонними терезами), кількість і розмір листків (підрахунком і лінійкою), інтенсивність забарвлення (візуально або через порівняння з кольоровою шкалою). Ці кількісні дані можна обробляти методами елементарної статистики – обчислювати середні значення, будувати стовпчасті діаграми, порівнювати варіанти. Так дослід стає школою роботи з даними і математичного осмислення біологічних результатів.

4. Безпека і доступність для всіх вікових груп. Горох нетоксичний, гіпоалергенний, не потребує захисного спорядження. Робота з насінням, ґрунтом і водними розчинами безпечна для дітей будь-якого шкільного віку. Це дозволяє застосовувати горох як дослідний матеріал від перших класів початкової школи до профільних класів старшої, адаптуючи рівень складності дослідження до вікових можливостей учнів.

5. Гнучкість тривалості і форматів досліджень. Горох однаково придатний для одноурочного спостереження (вивчення будови набряклого насіння, порівняння схожості у різних умовах зволоження за 3–4 дні) і для тривалого вегетаційного досліду (відстеження повного циклу від проростання до перших бобів упродовж 2–3 місяців). Можна ставити досліди як групові (кілька варіантів умов з паралельним спостереженням), так і поетапно-порівняльні (порівняння результатів різних класів чи шкіл). Ця гнучкість дозволяє вчителю

підбирати формат відповідно до навчальної програми, наявного часу і матеріальних можливостей.

6. Широта дидактичних зв’язків. Горох є точкою зустрічі кількох шкільних дисциплін: у контексті біології він демонструє систематику родини Бобових, морфологію і метаморфози органів, онтогенез, фотосинтез, мінеральне живлення, симбіоз, спадковість; у контексті хімії – вплив pH і концентрації розчинів; у контексті математики – статистичну обробку результатів; у контексті географії й агроекології – принципи сівозміни і сталого землеробства. Залучення одного об’єкта до вивчення кількох тем формує у школярів цілісне, а не фрагментоване розуміння природи.

6. Мотивуюча цінність. Горох – їжа, знайома кожному учню. Це «своя» рослина, зрозуміла і близька. Водночас через горох пролягає шлях до фундаментальних відкриттів людства – законів Менделя, принципів симбіозу, механізмів адаптації. Такий «місток» між повсякденністю і наукою підвищує мотивацію до дослідження: учень розуміє, що займається не абстракцією, а пізнанням чогось реального і важливого. У контексті екологічної освіти ця мотивація перетворюється в усвідомлення особистого зв’язку з природою – фундамент відповідальної екологічної поведінки.

Отже, горох посівний (*Pisum sativum L.*) є винятковим навчальним об’єктом, що поєднує практичну доступність із науковою глибиною, дидактичну гнучкість з мотивуючою привабливістю, чіткість реакцій з можливістю кількісних вимірювань. Саме ця сукупність якостей робить горох незамінним матеріалом для організації навчальних досліджень, спрямованих на формування екологічної компетентності учнів у дусі концепції НУШ.

# РОЗДІЛ 2

# МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДІВ З ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ

## 2.1. Дидактичні можливості тривалих спостережень за ростом і розвитком рослин

Серед усього розмаїття форм організації пізнавальної діяльності, що їх пропонує сучасна природнича дидактика, тривале спостереження за живими об’єктами вирізняється особливою педагогічною якістю: воно робить учня свідком реального біологічного процесу, розгорнутого у часі. На відміну від разових лабораторних демонстрацій, що фіксують стан об’єкта в один момент, або від відеозаписів і анімацій, що передають лише зображення процесу, тривале дослідження рослин уводить школяра у саму тканину живого: він бачить, як насінина трансформується на паросток, а паросток – на рослину з листками, вусиками і квітами. Жоден інший педагогічний прийом не здатен відтворити цю неперервну присутність у рості.

Виховний і пізнавальний ефект такого формату роботи зумовлений кількома механізмами. Перший – формування наукової регулярності. Щоденні або через день вимірювання довжини паростка, записи у щоденнику спостережень, порівняння сьогоднішніх даних із учорашніми – усе це привчає учня до ритму наукової роботи, де результат залежить від сталості зусиль, а не від разового натхнення. Цей досвід несе в собі глибоке педагогічне послання: природа відкриває свої закономірності тому, хто готовий терпляче і уважно спостерігати. Другий механізм – персональна відповідальність. Рослини, що є об’єктом досліду, потребують реального догляду – поливу, підтримання потрібних умов. Учень, якому довірено доглядати за рослинами, відчуває, що від його дій залежить стан живого організму. Це не імітація відповідальності – це її справжнє проживання. Третій механізм – загострення спостережливості. Послідовний запис змін у зовнішньому вигляді рослини навчає помічати те, що зазвичай проходить непоміченим: початкові ознаки пожовтіння листкової

пластинки, нюанси у напрямку вигину стебла, першу появу вусиків, різницю в темпах росту між дослідними варіантами [40].

У педагогічній теорії принцип наочності традиційно трактується як використання наочних посібників – малюнків, схем, таблиць. Тривале рослинне спостереження реалізує наочність у її найбільш повноцінній і живій формі: учень не роздивляється зображення процесу, а спостерігає сам процес. При цьому наочність органічно поєднується з діяльнісністю: щоденник спостережень, виміри, побудова графіків динаміки – усе це перетворює просте споглядання на активне дослідницьке пізнання. Саме у цьому злитті наочності й діяльності криється те, що надає тривалому спостереженню незамінного місця у методичному арсеналі вчителя біології та екології.

Надзвичайно важлива педагогічна перевага тривалих дослідів із рослинами полягає в тому, що вони органічно і без штучних зусиль вбирають у себе зміст кількох навчальних дисциплін одночасно. Причина цього – у природі самого об’єкта дослідження: ріст і розвиток рослини є явищем одночасно біологічним, хімічним, фізичним та екологічним. Жодна окрема дисципліна не здатна описати цей процес вичерпно – і це робить рослинний дослід природною платформою для міжпредметного діалогу [18].

Зв’язок із біологією є найбезпосереднішим: через дослід учні поглиблюють знання з розділів морфології, фізіології та екології рослин. Вони спостерігають послідовність фенологічних фаз і вчаться пов’язувати зміни у зовнішньому вигляді рослини з процесами, що відбуваються всередині неї: хлороз листків відображає порушення синтезу хлорофілу, подовження міжвузлів при нестачі світла пояснюється посиленим синтезом ауксину, утворення бульбочок на коренях свідчить про встановлення симбіотичних відносин з бактеріями-азотфіксаторами. Кожне спостережуване явище стає «вікном» у фізіологічні механізми, що стоять за ним.

Зв’язок із хімією не менш змістовний. Готуючи розчини добрив різних концентрацій, учні не абстрактно повторюють означення поняття «концентрація розчину» – вони самостійно розраховують і готують розчини з практичною

метою. Дослідження впливу pH субстрату на проростання насіння дозволяє конкретизувати хімічне поняття реакції середовища: учні спостерігають, як зміщення pH на одну-дві одиниці у той чи інший бік позначається на схожості і темпах росту. Хімізм азотфіксації в бульбочках *Rhizobium* вписується у шкільний курс хімії через тему ферментативних реакцій і кругообігу азоту.

Роль екологічних знань у дослідах є центральною: весь задум системи побудований на вивченні залежності росту від екологічних чинників. Досліди моделюють умови різної інтенсивності освітлення, вологозабезпечення, мінерального живлення і хімічного забруднення – тобто цілеспрямовано відтворюють ключові екологічні ситуації. Через власний дослідний досвід учень засвоює такі поняття, як екологічний оптимум, зона толерантності, лімітуючий чинник (закон мінімуму Лібіха), екологічний стрес [29]. Принципово важливо, що ці поняття не засвоюються шляхом заучування визначень – вони виникають як узагальнення власного спостережного досвіду.

*Таблиця 2.1.*

**Міжпредметні зв’язки у системі навчальних дослідів з гороху**

| Навчальний предмет | Зміст інтеграції | Ключові поняття |
|---|---|---|
| Біологія | Морфологія, фізіологія, онтогенез, екологія рослин | Фотосинтез, дихання, транспірація, адаптація |
| Хімія | Мінеральне живлення, розчини добрив, pH середовища | Концентрація, реакція середовища, осмос |
| Екологія | Абіотичні чинники, лімітуючий чинник, екологічний оптимум | Толерантність, валентність, стрес |
| Математика | Обробка результатів, графіки динаміки росту | Середнє, відхилення, кореляція |
| Географія | Ґрунти, клімат, агроекологія регіону | Ґрунтовий покрив, мікроклімат, сівозміна |

Зв’язок з математикою реалізується на етапі обробки та візуалізації зібраних даних. Числові ряди, що накопичуються у щоденнику спостережень, – це «сирий матеріал», який потребує математичного впорядкування: обчислення середніх арифметичних, побудови таблиць і стовпчастих або лінійних діаграм, зіставлення графіків приросту для різних дослідних варіантів. Учень, який будує графік залежності приросту стебла від концентрації добрив і виявляє характерну параболічну форму кривої з максимумом при оптимальній дозі, практично осмислює поняття функціональної залежності. Ця практика є цінним внеском у STEM-грамотність, якої вимагає сучасний ринок праці і яку декларує концепція НУШ.

Міжпредметна природа дослідів відкриває ще один організаційний ресурс: можливість залучення вчителів різних дисциплін до спільного педагогічного проєкту. Вчитель біології керує плануванням і виконанням досліду, вчитель хімії підтримує етап приготування розчинів і аналізу хімічних чинників, вчитель математики консультує при побудові графіків і статистичній обробці. Така колаборація вчителів є живим прикладом для учнів: вона показує, що реальні проблеми вирішуються інтегрованими зусиллями, а не розрізненими «предметними» знаннями.

## 2.2. Проєктування системи біологічних дослідів «Від насінини до врожаю: екологічні детермінанти»

Розроблена програма навчальних дослідів отримала назву «Від насінини до врожаю: екологічні детермінанти» – і ця назва точно відображає її внутрішню логіку. «Від насінини до врожаю» означає охоплення повного онтогенезу рослини: програма починається з досліду пророщування насіння і завершується спостереженнями за формуванням плодів. «Екологічні детермінанти» вказує на провідну пізнавальну ідею: саме умови зовнішнього середовища визначають, яким буде кожний наступний крок розвитку рослини. Учень, що пройшов усю програму від початку до кінця, отримує не просто набір розрізнених дослідних фактів, а цілісне уявлення про те, як середовище «ліпить» організм [34].

Програма структурована у три послідовних блоки, кожен з яких ускладнює попередній за рівнем самостійності учня, аналітичної глибини і тривалості дослідження. Перший блок присвячений фізичним чинникам природного середовища – світлу, воді, субстрату. Він є відносно простим методично і розрахований на учнів середнього шкільного віку. Другий блок досліджує хімічні й антропогенні впливи – добрива, біостимулятори, побутові забруднювачі. Він складніший і за змістом, і за вимогами до інтерпретації результатів; адресований учням старших класів основної школи. Третій блок не є окремою серією дослідів, а представляє принцип диференціації: опис того, як ті самі теми можуть бути адаптовані для учнів різного віку і рівня підготовки.

Перший блок охоплює три дослідні групи – освітлення, водний режим і субстрат, – кожна з яких дозволяє учню прослідкувати, як один конкретний фізичний параметр середовища визначає долю рослини. Методичний принцип блоку: єдина змінна при фіксованих усіх інших умовах. Такий дизайн досліду відповідає елементарним вимогам наукового контролю і є для учнів першим кроком у засвоєнні логіки наукового експерименту.

Дослідна група А «Світло як екологічний чинник». Завдання досліду – кількісно встановити, як інтенсивність освітлення визначає морфологічні характеристики проростків гороху. Об’єкт: насіння гороху ранньостиглого сорту (наприклад, «Альфа», «Ранній 301»). Закладаються чотири паралельні варіанти: В1 – пряме природне освітлення (підвіконня з південною орієнтацією); В2 – розсіяне денне освітлення (підвіконня з північним або східним орієнтуванням); В3 – часткове затінення (накриття половиною аркуша чорного паперу або тканини); В4 – повна темрява (герметично закрита коробка). У кожному варіанті висівають рівну кількість насінин (по 10 штук) в однаковий субстрат при однаковому режимі зволоження. Тричі – на сьому, чотирнадцяту і двадцять першу добу – проводять вимірювання: висота надземного пагона (мм), кількість розгорнутих справжніх листків, якісна характеристика забарвлення (від насиченого зеленого до повного знебарвлення), маса свіжої надземної частини (г) у день завершення досліду. Характерна для варіанту В4 картина –

максимально витягнутий блідий паросток при мінімальній масі і відсутності хлорофілу – є класичним проявом етіолювання і служить виразним ілюстративним матеріалом при вивченні фотоморфогенезу.

Дослідна група Б «Вода і ріст: від дефіциту до надлишку». Центральне питання досліду: чи є рівень зволоження суттєвим детермінантом схожості та подальшого розвитку рослин? Чотири варіанти моделюють різні ступені водозабезпечення: В1 – близький до оптимального (70–80% повної вологоємності субстрату); В2 – помірно знижений (40–50%); В3 – виражений дефіцит вологи (20–25%); В4 – постійне надмірне зволоження із заповненням усіх пор субстрату. Практична методика контролю вологості ґрунтується на регулярному зважуванні горщиків: різниця між початковою масою насиченого субстрату і поточною масою відповідає кількості випарованої і поглинутої рослинами вологи, яку поповнюють до заданого рівня. На десяту добу фіксують відсоток насінин, що дали сходи; на двадцять першу – виміряні параметри рослин. Очікувані спостереження у варіанті В4 – пожовтіння і в’янення нижніх листків, ознаки кореневих гнилей – є цінним педагогічним матеріалом, що руйнує побутовий стереотип «більше поливу – краще для рослини».

Дослідна група В «Субстрат як середовище проростання». Метою було з’ясувати, яка сукупність властивостей субстрату забезпечує оптимальні умови для початкового розвитку гороху. Порівнюються чотири варіанти: В1 – збагачена ґрунтово-торфова суміш (стандарт); В2 – промитий річковий пісок (аерований, але хімічно бідний); В3 – стерильне середовище з вати або ватних дисків (усуває вплив ґрунтової мікробіоти); В4 – деревна тирса із нейтральною реакцією (органічне середовище з низьким вмістом мінеральних елементів). В усіх варіантах насіння проростає приблизно однаково протягом перших 5–7 діб, поки живиться речовинами сім’ядоль. Але вже на другому тижні картина розвитку розходиться: рослини у В2 і В3 починають відставати через виснаження ресурсів насіння і відсутність мінерального живлення із субстрату. Ця затримка між початком і наочним виявленням різниці є педагогічно цінною: учень на

власному досвіді переконується, що вплив деяких чинників виявляється не одразу.

*Таблиця 2.2*

**Схема дослідів з абіотичних чинників (Блок 1)**

| Чинник | Варіанти (В1–В4) | Вимірювані показники | Тривалість |
|---|---|---|---|
| Освітлення | Повне / розсіяне / затінення / темрява | Довжина, маса, забарвлення | 21 доба |
| Вологість | Оптим. / помірна / засуха / перезволоження | Схожість (%), довжина, маса | 21 доба |
| Субстрат | Ґрунт / пісок / вата / тирса | Схожість, морфологія паростка | 14 діб |

Якщо перший блок занурював учнів у фізичний світ природних чинників, то другий переводить погляд на ту сферу, де природа і діяльність людини перетинаються. Добрива, регулятори росту, синтетичні забруднювачі – усе це продукти або наслідки людської господарської діяльності, що цілеспрямовано або випадково потрапляють у середовище проживання рослин. Вивчаючи їхній вплив на горох, учні виходять за межі лабораторної абстракції і стикаються з реальними проблемами сучасного природокористування.

Серія «Від стимуляції до токсикозу: мінеральне живлення у різних дозах». Ця серія дослідів моделює поширену агрономічну помилку – використання добрив у надмірних дозах із думкою «більше – краще». Дослідницьке питання: як змінюється реакція рослин гороху на зростаючі концентрації комплексного мінерального добрива? Для відповіді закладаються п’ять варіантів поливального розчину: В1 – чиста вода (контроль); В2 – 0,5 г/л (субоптимальна концентрація); В3 – 1,5 г/л (рекомендована виробником доза); В4 – 3,0 г/л (подвійне перевищення норми); В5 – 7,5 г/л (п’ятикратне перевищення). Полив здійснюють рівномірно кожні три дні, починаючи з триденного віку сходів, усі інші умови ідентичні. Оцінюють: висоту рослин (мм) на 14-у і 21-у добу, насиченість зеленого забарвлення листків як якісний індикатор вмісту хлорофілу, наявність

некротичних плям і ознак краєвого опіку листкових пластин. У варіантах В2 і В3 очікується помітна перевага над контролем за показниками висоти і маси; у варіанті В5 – пригнічення і загибель рослин унаслідок осмотичного стресу. Крива «доза – ефект», побудована за результатами досліду, є прямою ілюстрацією поняття «оптимум» і водночас наочним аргументом проти безконтрольного використання добрив.

Серія «Природні активатори проростання: перевірка ефективності». Широкий асортимент засобів для передпосівної обробки насіння, представлених у садівничих магазинах, спонукає поставити запитання: чи справді ці продукти прискорюють і покращують проростання, і чи є серед них ті, що виявляються настільки ж ефективними, як і промислові препарати, але при цьому екологічно безпечнішими? Насіння замочують на вісім годин у чотирьох варіантах розчинів: В1 – звичайна вода (контроль); В2 – розчин янтарної кислоти (0,002%) як природного стимулятора клітинного дихання; В3 – розчин гумінових кислот за рекомендацією виробника; В4 – настій деревної золи (одна столова ложка на літр, витримана добу і відфільтрована). Після обробки насіння висівають у однаковий субстрат. Порівнюють три параметри: частку насінин, що дали сходи (%), тривалість від посіву до масових сходів (діб), морфологічні показники проростків на сьому добу. Дослід спонукає учнів до критичного порівняння природних і синтетичних методів агрономії – важлива тема в контексті переходу до органічного землеробства.

Серія «Побутове забруднення: що синтетичні миючі засоби роблять з насінням». Ця серія має найпряміший зв’язок із темою відповідального ставлення до природи і є, мабуть, найбільш «говорячою» в емоційному плані. Учні самостійно готують чотири варіанти розчинів звичайного засобу для миття посуду: В1 – вода без добавок; В2 – 0,1% розчин (умовно відповідає слабко забрудненій поливній воді); В3 – 0,5% розчин; В4 – 1,0% розчин. Насіння гороху розміщують між шарами вологого фільтрувального паперу або вати, просоченої відповідним розчином, і ведуть підрахунок кількості пророслих насінин на п’яту і десяту добу. Вже при концентрації 0,5% схожість різко знижується, а при 1,0%

проростання практично припиняється. Власноруч отриманий результат – жодного паростка у варіанті В4 – є значно більш переконливим аргументом про небезпеку скидання побутових стоків у водойми та ґрунтові води, ніж будь-який лекційний текст чи плакат.

*Таблиця 2.3.*

**Дослідні серії з антропогенних та біотичних чинників (Блок 2)**

| Серія | Досліджуваний чинник | Варіанти / концентрації | Виховний акцент |
|---|---|---|---|
| «Добрива» | Мінеральні добрива | 0 / 0,5 / 1,5 / 3,0 / 7,5 г/л | Норма застосування добрив |
| «Біостимулятори» | Передпосівна обробка | Вода / к-та / гумати / зола | Природні методи агрономії |
| «Забруднення» | Синтетичні ПАР | 0 / 0,1 / 0,5 / 1,0% | Небезпека побутового забруднення |

Будь-яка дидактична система, яка не враховує вікових і пізнавальних відмінностей між учнями різних класів, приречена на педагогічну неефективність: те, що захоплює і розвиває одинадцятирічного, нудьгуватиме для п’ятнадцятирічного, і навпаки. Принцип вікової адресності є невід’ємною умовою методичного проєктування будь-якої навчальної дослідницької програми. Для системи «Від насінини до врожаю» цей принцип реалізується через три рівні складності, що відповідають основним ступеням шкільного навчання.

На рівні 6–7 класів першочергова мета – долучити учня до самої практики дослідження: навчити вимірювати, фіксувати, порівнювати і формулювати найпростіші висновки. Досліди цього рівня тривають 7–14 діб, включають одну змінну і виконуються за чітко розписаною покроковою інструкцією. Висновки формулюються за заздалегідь підготовленим шаблоном: учень підставляє власні результати у задану мовну конструкцію, опановуючи форму наукового висновку. Рекомендована тематика: порівняння двох контрастних варіантів освітлення (пряме світло і темрява) або проростання насіння у різних рідинах – воді,

слабкому розчині кухонної солі, яблучному соку. Ступінь дослідницької самостійності відповідає другому рівню класифікації Херрона – структурованому дослідженню.

На рівні 8–9 класів дослідницьке завдання ускладнюється за кількома параметрами одночасно: збільшується кількість порівнюваних варіантів (до трьох і більше), зростає тривалість спостереження (три–чотири тижні), з'являється вимога самостійного ведення щоденника і обов'язкової побудови графіків за результатами вимірювань. Найважливіша нова вимога цього рівня – попереднє формулювання гіпотези: до початку досліду учень письмово фіксує свій прогноз щодо очікуваних результатів і обґрунтовує його. Після завершення – порівнює прогноз із реальними даними і аналізує причини розходжень (якщо вони є). Цей прийом перетворює дослід із виконавської роботи на справжню наукову пробу. Рекомендований формат: повна серія з мінеральними добривами (п'ять концентрацій) із побудовою кривої «доза – ефект» і математичним обчисленням середніх значень для кожного варіанту.

*Таблиця 2.4.*

**Диференціація навчальних дослідів за віковими групами**

| Вік / клас | Рівень IBL | Формат досліду | Форма звітності |
|---|---|---|---|
| 6–7 кл. (11–13 р.) | Структурований | 1 змінна, 7–14 діб, шаблон | Таблиця + висновок за зразком |
| 8–9 кл. (13–15 р.) | Спрямований | 3–5 варіантів, 3–4 тижні | Щоденник + графіки + аналіз |

Особливою складовою методичного проєктування є система оцінювання результатів дослідницької роботи. Традиційна модель контролю знань, зорієнтована на відтворення правильної відповіді, не відповідає специфіці дослідницької діяльності: у досліді немає наперед заданої «правильної відповіді», є лише чесно зафіксований результат і його обґрунтована інтерпретація. Тому оцінюванню підлягають насамперед якість спостережень і точність вимірювань, регулярність і детальність записів у щоденнику, обґрунтованість висновків і здатність пояснити неочікувані розходження між

варіантами. Практика само- і взаємооцінювання – коли різні групи учнів порівнюють свої результати і спільно шукають причини розбіжностей – формує рефлексивне критичне мислення і усвідомлення того, що в науці будь-який результат, навіть «несподіваний», є цінною інформацією, а не свідченням помилки [26].

Отже, міжпредметний характер розробленої системи дослідів забезпечує природну інтеграцію змісту біології, хімії, екології, математики та географії в єдиному навчально-пізнавальному процесі, що відповідає ключовим принципам концепції НУШ. Три блоки дослідів послідовно розвертають тему від природних абіотичних чинників до антропогенних впливів, забезпечуючи нарощування складності і рівня самостійності учнів. Диференційований підхід до організації дослідів для різних вікових груп гарантує педагогічну відповідність між складністю завдання і пізнавальними можливостями учнів. Особливу виховну роль відіграють досліди з добривами і синтетичними забруднювачами, де власноруч отриманий результат перетворюється на незаперечний особистий аргумент на користь відповідального природокористування.

# РОЗДІЛ 3

# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДОСЛІДІВ З ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ

## 3.1. Діагностика рівнів сформованості екологічної компетентності учнів

Будь-яка педагогічна програма потребує не лише теоретичного обґрунтування, а й доказової бази, здобутої в умовах реального навчального процесу. Виміряти те, чого не можна побачити безпосередньо, – а екологічна компетентність саме такою і є, – означає передусім домовитись про мову: визначити, які саме прояви особистості вважатимуться свідченням її сформованості, яким способом їх реєструватимуть і за якою шкалою оцінюватимуть. Лише після розв’язання цих методологічних питань стає можливим і осмисленим педагогічний експеримент [39].

Дослідно-експериментальна робота здійснювалась упродовж 2023–2024 навчального року на базі чотирьох загальноосвітніх шкіл Черкаської області. Учасники дослідження – учні 7–9 класів – були розподілені на дві нерівнозначні за педагогічними умовами групи. До експериментальної групи (ЕГ) увійшли 54 учні двох шкіл, де впроваджувалась розроблена дослідницька програма. Контрольна група (КГ) налічувала 52 учні двох інших шкіл із порівнянними соціально-демографічними характеристиками, де навчання біології відбувалося у традиційному форматі – без тривалих вегетаційних дослідів. На початку вересня і наприкінці травня кожної навчального року обидві групи проходили ідентичний діагностичний зріз за єдиним інструментарієм.

Вихідним пунктом для розробки діагностичного інструментарію стала трикомпонентна структура екологічної компетентності, обґрунтована у першому розділі роботи. Оскільки компетентність охоплює когнітивний, діяльнісний і ціннісно-етичний виміри, вимірювальна система також має охоплювати всі три, не зводячи складне ціле до якогось одного, найбільш «зручного» для вимірювання компонента. Відповідно, було розроблено трикритеріальну модель

діагностики, де кожному компоненту компетентності відповідає власний критерій із визначеними показниками та інструментом вимірювання.

Критерій 1 – екологічна обізнаність – відображає когнітивний вимір і охоплює такі показники: повноту і системність знань про закономірності функціонування природних та антропогенно змінених екосистем; усвідомлення взаємозалежностей між компонентами живої і неживої природи; здатність пояснювати природні явища, спираючись на наукові поняття і закономірності; поінформованість про екологічний стан свого регіону. Для вимірювання застосовувався тест із 20 завдань змішаного типу – із закритими питаннями на вибір правильної відповіді та відкритими, що потребують розгорнутого пояснення конкретних ситуацій.

Критерій 2 – здатність до екологічного прогнозування – відображає діяльнісний вимір. Він охоплює вміння передбачати можливі наслідки конкретних антропогенних дій для стану живих організмів та екосистем; готовність простежувати ланцюжки причинно-наслідкових залежностей, у тому числі в системах із відстроченими наслідками; здатність планувати перевірку власних прогнозів дослідницькими методами; вміння синтезувати дані і формулювати аргументовані висновки. Інструмент – п’ять кейсів, кожен з яких описує конкретну екологічну ситуацію і вимагає від учня прогнозу розвитку подій, причинного пояснення і пропозиції можливих дій.

Критерій 3 – екологічна поведінка і ціннісні орієнтації – відображає ціннісно-етичний вимір. Показниками слугують: задекларована і реальна (за самозвітом) готовність до природоохоронних дій у щоденному житті; міра особистої причетності до проблем довкілля; характер ставлення до природи – як до самоцінності або як до утилітарного ресурсу; рівень критичності щодо проявів екологічно безвідповідальної поведінки. Вимірювальний інструмент – адаптована шкала екологічних установок (15 тверджень за 5-бальною шкалою Лайкерта) у поєднанні з проективною методикою «Незавершені речення», що фіксує неконтрольовані емоційно-ціннісні реакції.

Сукупний бал за трьома критеріями слугує підставою для встановлення інтегрального рівня сформованості екологічної компетентності (табл.3.1). Виокремлено чотири рівні, розмежовані за відсотком набраних від максимально можливих балів.

*Таблиця 3.1*

**Критерії, показники та інструменти діагностики екологічної компетентності**

| Складник / критерій | Показники | Інструмент | Макс. балів |
|---|---|---|---|
| Когнітивний (обізнаність) | Знання понять, системне мислення, знання регіональних проблем | Тест 20 питань | 40 |
| Діяльнісний (прогнозування) | Причинно-наслідкові зв’язки, прогноз наслідків, інтерпретація даних | Кейс-задачі (5 шт.) | 35 |
| Ціннісно-етичний (поведінка) | Готовність до дій, емоційна залученість, самоцінність природи | Шкала Лайкерта + проєктивна методика | 25 |
| Загальний інтегральний показник | — | Сума балів за три критерії | 100 |

Початковий рівень (до 40% максимуму): характеризує учня з розрізненими, несистематизованими уявленнями про природу без розуміння їх взаємозв’язку; нездатністю встановлювати залежності між господарською діяльністю і станом довкілля; домінуванням споживацького ставлення до природи, де остання сприймається виключно як сукупність ресурсів.

Базовий рівень (41–60%): учень оперує основними екологічними поняттями, однак переважно за аналогією з засвоєними зразками; прогностичні вміння обмежені лінійними, очевидними причинно-наслідковими залежностями; ціннісні установки ситуативні та непослідовні.

Достатній рівень (61–80%): учень впевнено застосовує екологічні поняття у нових ситуаціях, виявляє нетривіальні зв’язки між компонентами екосистем; здатний прогнозувати наслідки антропогенного впливу в умовах неповноти

вихідних даних; демонструє стале і позитивне ставлення до природи та готовність до конкретних природоохоронних вчинків.

Високий рівень (81–100%): учень мислить категоріями системної екології, самостійно виявляє прихові суперечності і проблемні ситуації; прогнозує наслідки з урахуванням множинних чинників і зворотних зв'язків; його екологічні цінності мають характер стійких переконань, що не залежать від соціального контексту; учень виявляє ініціативу у природоохоронній діяльності і здатен спонукати до неї інших.

Перш ніж використати інструментарій у масштабному дослідженні, він пройшов процедури психометричної перевірки. Надійність когнітивного блоку (тест) і ціннісного блоку (шкала) встановлювалась за коефіцієнтом внутрішньої узгодженості альфа Кронбаха – отримані значення $\alpha = 0{,}78$ і $\alpha = 0{,}81$ відповідно підтверджують прийнятну надійність обох інструментів. Для перевірки змістовної валідності до експертного оцінювання було залучено п'ятьох фахівців із методики навчання біології та екологічної педагогіки, які підтвердили відповідність завдань заявленим критеріям і повноту охоплення змісту [33].

Опрацювання первинних результатів здійснювалось у два кроки. На першому кожен учень за підсумками зрізу відносився до одного з чотирьох рівнів. На другому підраховувалась відсоткова частка учнів кожного рівня у кожній групі – окремо для констатувального і підсумкового зрізів. Порівняння цих часток між групами і між зрізами склало основу кількісного аналізу ефективності впровадженої програми.

Дані констатувального зрізу (таблиця 3.2) підтверджують початкову рівнозначність груп: жоден із чотирьох рівнів не демонструє між групами розходження більше ніж на 1,5 відсоткових пункти.

Це свідчить про коректність формування вибірки і гарантує, що будь-які відмінності, виявлені після формувального етапу, можуть бути правомірно пояснені різними педагогічними умовами, а не вихідними перевагами однієї з груп.

*Таблиця 3.2.*

**Розподіл учнів за рівнями сформованості екологічної компетентності на констатувальному етапі (% від загальної кількості учнів у групі)**

| Рівень | Експериментальна група (n=54) | Контрольна група (n=52) | Різниця |
|---|---|---|---|
| Початковий | 31,5% | 30,8% | +0,7% |
| Базовий | 38,9% | 40,4% | -1,5% |
| Достатній | 22,2% | 21,1% | +1,1% |
| Високий | 7,4% | 7,7% | -0,3% |

Загальна картина – більшість учнів на початковому і базовому рівнях, менше 8% на високому – є типовою для традиційної шкільної практики і зайвий раз підкреслює потребу в інноваційних підходах до екологічної освіти.

## 3.2. Аналіз результатів впровадження дослідницької системи в освітній процес

Формувальний етап тривав упродовж усього навчального року – з вересня по травень висвітлений у табл.3.3.

*Таблиця 3.3.*

**Порівняння рівнів сформованості екологічної компетентності до і після формувального експерименту**

| Рівень | ЕГ до | ЕГ після | Приріст ЕГ | КГ до | КГ після | Приріст КГ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Початковий | 31,5% | 9,3% | -22,2% | 30,8% | 25,0% | -5,8% |
| Базовий | 38,9% | 27,8% | -11,1% | 40,4% | 38,5% | -1,9% |
| Достатній | 22,2% | 44,4% | +22,2% | 21,1% | 28,8% | +7,7% |
| Високий | 7,4% | 18,5% | +11,1% | 7,7% | 7,7% | 0,0% |

Так, учні ЕГ послідовно виконували всі три блоки дослідів програми «Від насінини до врожаю: екологічні детермінанти»: вели щоденники спостережень, будували графіки динаміки росту, брали участь у групових обговореннях отриманих результатів. Учні КГ відвідували уроки біології за стандартним

розкладом із передбаченими чинною програмою лабораторними роботами, які, однак, не охоплювали тривалих вегетаційних дослідів. Таким чином, єдиною суттєвою відмінністю між групами була наявність або відсутність систематичної дослідницької роботи з живими рослинами.

Наприкінці травня обидві групи проходили підсумковий діагностичний зріз – із застосуванням тих самих інструментів і тими ж оцінювачами, що й у вересні. Паралельно в ЕГ після кожного з трьох блоків дослідів здійснювались проміжні зрізи, що дозволили відстежити внутрішню динаміку змін упродовж року.

Зіставлення результатів підсумкового зрізу з констатувальними даними виявило принципово різну картину в обох групах. В ЕГ зміни мають характер виразного якісного зрушення: частка учнів з продуктивними рівнями (достатній і високий) майже подвоїлась, тоді як частка учнів з низькими рівнями скоротилась більш ніж утричі. В КГ динаміка не виходить за межі природного приросту, що супроводжує будь-який навчальний рік, – і не наближається за масштабом до змін в ЕГ.

Найбільш промовистим є показник сукупної частки учнів на достатньому і високому рівнях (рис.3.1), де на констатувальному етапі він майже збігається в обох групах: 29,6% в ЕГ і 28,8% у КГ. Після завершення формувального року в ЕГ цей показник сягнув 62,9% – тобто більше половини учнів перейшло до продуктивних рівнів компетентності. У КГ аналогічний показник склав 36,5%. Різниця між групами – 26,4 відсоткових пункти – є суттєвою і свідчить про те, що впроваджена система дослідів забезпечила такий прогрес у формуванні компетентності, якого не можна досягти традиційними засобами у тих самих часових рамках.

Поглиблений аналіз у розрізі трьох критеріїв дозволяє з’ясувати, де саме відбулись найбільш значущі зрушення і яка природа цих змін. Такий аналіз є принципово важливим: різні педагогічні підходи можуть давати неоднаковий профіль впливу на складники компетентності, і розуміння цього профілю допомагає правильно позиціонувати методику в системі освітніх засобів.

| Показник | До впровадження | Після впровадження |
|---|---|---|
| Поч. рівень ЕГ | 32% | 9% |
| Поч. рівень КГ | 31% | 25% |
| Базовий ЕГ | 39% | 28% |
| Базовий КГ | 40% | 38% |
| Достатній ЕГ | 22% | 44% |
| Достатній КГ | 21% | 29% |
| Високий ЕГ | 7% | 19% |
| Високий КГ | 8% | 8% |

■ *До впровадження (червоний) /* ■ *Після впровадження (зелений). Значення округлені до цілих.*

***Рис. 3.1. Динаміка розподілу рівнів екологічної компетентності у ЕГ і КГ (до і після експерименту, %)***

У табл. 3.4 фіксує кілька принципових закономірностей.

*Таблиця 3.4.*

**Середні бали за критеріями діагностики (шкала 0–100) до і після експерименту**

| Критерій | ЕГ до | ЕГ після | Δ ЕГ | КГ до | КГ після | Δ КГ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Когнітивний (обізнаність) | 48,3 | 71,6 | +23,3 | 47,9 | 54,2 | +6,3 |
| Діяльнісний (прогнозування) | 44,1 | 69,8 | +25,7 | 43,6 | 50,1 | +6,5 |
| Ціннісно-етичний (поведінка) | 52,7 | 79,4 | +26,7 | 53,1 | 60,8 | +7,7 |
| Середній інтегральний показник | 48,4 | 73,6 | +25,2 | 48,2 | 55,0 | +6,8 |

Перша – стартова еквівалентність: усі шість значень констатувального зрізу в обох групах практично збігаються, підтверджуючи коректність вибірки. Друга – кратна перевага приросту ЕГ над КГ: по кожному з трьох критеріїв різниця між приростами становить від 3,7 до 4,0 разів. Третя – і ця закономірність найбільш значуща для розуміння механізмів дії програми – максимальний абсолютний приріст в ЕГ фіксується саме за ціннісно-етичним критерієм (+26,7 балів). Це разюче, адже ціннісно-етичний складник традиційно вважається найважче піддатним цілеспрямованому педагогічному формуванню. Факт того, що саме він продемонстрував найбільший приріст, є прямим свідченням: тривалий особистий контакт з живим об'єктом дії справді здатен зрушувати глибинні ціннісні структури особистості – те, чого не може досягнути жоден підручниковий параграф.

| Показник | До впровадження | Після впровадження |
|---|---|---|
| Когнітивний | 6% | 23% |
| Діяльнісний | 7% | 26% |
| Ціннісно-етичний | 8% | 27% |

■ *Контрольна група (червоний) /* ■ *Експериментальна група (зелений). Приріст у балах (0–100).*

***Рис. 3.2.Приріст середнього балу за критеріями після формувального експерименту***

Статистика ефективно відповідає на запитання «скільки» і «наскільки», але мовчить про «чому» і «як». Розкрити механізм педагогічного впливу дослідів з вирощування гороху – означало вийти за межі анкет і тестів і почути голос самих учасників процесу. З цією метою в дослідженні паралельно застосовувались якісні методи: систематичні педагогічні спостереження безпосередньо під час занять; контент-аналіз щоденників спостережень; структуровані бесіди з учнями за підсумками дослідницького року; аналіз відповідей у проективній методиці «Незавершені речення».

Спостереження, що велись учителями-учасниками дослідження, фіксували одну неодноразово повторювану картину: поступове переключення учнів із режиму виконавця на режим причетного дослідника. У перші два тижні більшість учнів ставилась до рослин функціонально – поливала і вимірювала їх точно в ту хвилину, коли це було включено до плану уроку. Приблизно на третьому тижні у частини учнів з'являлась позапланова активність: хтось приходив до класу раніше, щоб подивитись, як змінилась рослина після вихідних; хтось спонтанно порівнював свій варіант досліду з варіантами однокласників і починав будувати пояснення розходжень; окремі учні давали рослинам імена. Ці ознаки неформальної прив'язаності до об'єктів досліду є поведінковими індикаторами формування емоційного зв'язку з природою – першого щабля на шляху до екологічної відповідальності.

Контент-аналіз щоденників спостережень виявив стійку траєкторію якісної трансформації записів – від сухого протоколювання до рефлексивного осмислення (табл.3.5).

*Таблиця 3.5.*

**Характерні записи учнів у щоденниках спостережень (фрагменти, клас 8-Б)**

| Тиждень | Тип записів | Характерний приклад |
|---|---|---|
| 1–2 | Формальний протокол | «Довжина 3,5 см, листків 1, колір зелений, полив 50 мл» |
| 3–4 | Порівняльні спостереження | «В4 значно нижча за В1, листки бліді. Цікаво – чому рослина "тягнеться" до світла?» |
| 5–6 | Емпатичні коментарі | «Рослина В5 захворіла через надлишок добрив. Жалко її. Виходить, перегодовувати теж шкідливо» |
| 7–8 | Узагальнення і перенос | «Тепер розумію, чому не можна лити стільки добрив у городі – рослинам буде гірше, а отрута потрапить у воду» |

Початкові записи мали чітку форму лабораторного журналу: «Висота паростка – 4,5 см. Листків – 2. Забарвлення – зелене. Обсяг поливу – 50 мл». Приблизно з п'ятого тижня щоденники починали включати коментарі суто

дослідницького характеру: пояснення спостережуваних відмінностей між варіантами, припущення про механізми, питання до вчителя. До кінця третього місяця нотатки частини учнів набували рис справжнього польового журналу – з власними гіпотезами, порівняннями з природними аналогами і, що особливо цінно, з переносом висновків з рослини в горщику на більш масштабні природні і господарські ситуації.

За результатами структурованих бесід з учнями, проведених після завершення навчального року, виявили стійкий паттерн у відповідях (табл. 3.6). На запитання «Що змінилось у твоєму ставленні до природи?» більшість учнів описувала не «знання», набуті на уроках, а конкретні моменти, після яких щось «склалось» по-іншому: момент, коли насіння у брудній воді не проросло і стало ясно, «що річки – це не смітники»; момент, коли рослина в темряві виявилась живою, але хворобливою, і хтось написав у щоденнику, що «розуміє тепер, яким вона була б щасливим, якби бачило сонце». Ці розповіді описують те, що дослідники екологічної психології називають «значущим досвідом природи» – особистий, емоційно насичений епізод взаємодії з живим, що залишає слід у ціннісній системі особистості.

*Таблиця 3.6.*

**Результати структурованих бесід з учнями ЕГ (% від кількості опитаних, n=54)**

| Запитання / теза | Погодились (%) |
|---|---|
| Дослід змінив моє ставлення до рослин – тепер я сприймаю їх як живих істот, а не предметів | 78% |
| Після досліду я краще розумію, чому добрива треба застосовувати в міру | 91% |
| Дослід із миючими засобами переконав мене, що побутові стоки небезпечні для природи | 87% |
| Я б хотів(ла) продовжити вирощувати рослини і спостерігати за ними самостійно вдома | 72% |
| Після цих дослідів я звертаю більше уваги на стан рослин і природи навкруги | 83% |

Проективна методика «Незавершені речення» доповнила кількісну картину нюансованими штрихами. Показовим виявилось зіставлення відповідей ЕГ і КГ на два твердження. Твердження «Коли я бачу рослину, якій погано...» в ЕГ завершувалось переважно конструкціями активного типу – «хочу зрозуміти причину і допомогти», «одразу думаю, яких умов не вистачає», – тоді як у КГ домінували пасивні і відсторонені реакції: «не звертаю уваги», «нічого особливого не відчуваю». Твердження «Природа для мене – це...» в ЕГ значно частіше включало слова «відповідальність», «живе», «тендітне», «диво», «те, що треба берегти»; в КГ – «ліс», «відпочинок», «ресурси», «те, що є навколо». Ця відмінність у словнику, що учні обирають для характеристики природи, – виразний маркер різних ціннісних позицій.

Внутрішня часова структура дослідження – три проміжних зрізи після кожного блоку програми – дозволила встановити не лише загальний ефект, а й динаміку його формування впродовж року. Це питання має важливе методичне значення: якщо ефект наростає рівномірно, то програму можна вкорочувати без суттєвих втрат; якщо ж прогрес концентрується на певному етапі – саме цей етап є педагогічно найбільш критичним і потребує особливої уваги.

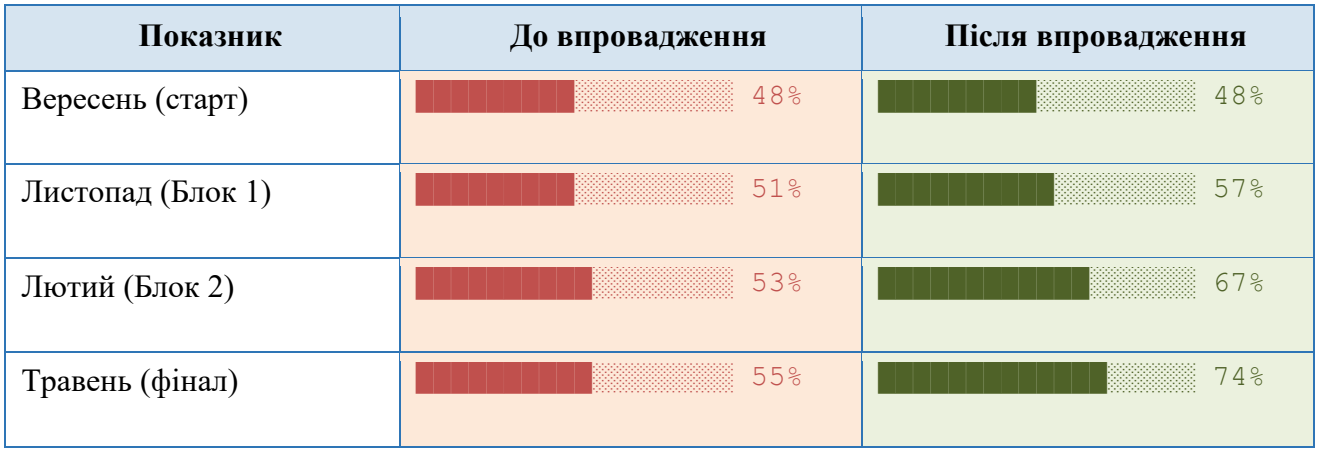
Виразний піковий приріст на другому блоці (+9,5 балів) – більший, ніж на першому (+8,9) і на третьому (+6,8) наведено у таблиці 3.7.

*Таблиця 3.7.*

**Динаміка середнього інтегрального показника ЕК учнів ЕГ за етапами програми**

| Етап | Зміст | Середній бал | Приріст до попереднього |
|---|---|---|---|
| Констатувальний зріз | До початку програми | 48,4 | — |
| Після Блоку 1 | Абіотичні чинники (8 тижнів) | 57,3 | +8,9 |
| Після Блоку 2 | Антропогенні чинники (8 тижнів) | 66,8 | +9,5 |
| Підсумковий зріз | Диференційована робота + рефлексія | 73,6 | +6,8 |

Цей факт добре узгоджується з якісними даними: серія дослідів з антропогенними чинниками (добрива, синтетичні ПАР) є тим етапом програми, де зв’язок між людською дією і долею живого організму виявляється найнаочніше і найдраматичніше. Саме загибель насіння у забрудненому розчині, побачена власними очима, переконує сильніше, ніж будь-яке пояснення. Примітним є й те, що кілька учнів після цих дослідів за власною ініціативою відтворили їх у домашніх умовах і прийшли до класу з результатами – переконливий показник переходу від навчальної мотивації до справжньої пізнавальної.




■ *Контрольна група (червоний) /* ■ *Експериментальна група (зелений). Середній бал за шкалою 0–100.*

**Рис. 3.3. Динаміка середнього інтегрального показника ЕК в ЕГ і КГ упродовж навчального року**

Серед усіх педагогічних механізмів, що у сукупності забезпечують ефективність розробленої програми, один вирізняється своєю унікальністю і незамінністю. Це – неперервний, особистісно значущий контакт учня з живим організмом, що триває впродовж тижнів і місяців дослідницької роботи. Жоден інший поширений педагогічний прийом не здатен відтворити цей ефект: відеоматеріали передають зображення, але не відповідальність; разовий лабораторний дослід дає досвід, але не тривалість; пояснення вчителя формує знання, але не прив'язаність. Лише тривала дослідницька робота з власноруч вирощуваною рослиною породжує те, що в екологічній психології прийнято називати «значущим досвідом природи».

Теоретичним підґрунтям цього феномену слугують дослідження Л. Черовас і Г. Лукаса (1995), які встановили, що найбільш потужним чинником формування природоохоронних цінностей дорослих є не кількість прочитаних книг про природу і не кількість годин екологічної освіти, а наявність у дитинстві чи підлітковому віці особистого емоційно насиченого досвіду взаємодії з природою. Навчальний вегетаційний дослід є педагогічно організованим простором, де такий досвід стає можливим і навіть неминучим – за умови, що програма побудована правильно і учень дійсно є суб'єктом, а не спостерігачем дослідницького процесу.

Центральну роль у цьому процесі відіграє те, що можна назвати «моментом впізнавання»: мить, коли результат конкретного досліду раптово з'єднується у свідомості учня із загальним природним законом і перестає бути ізольованим фактом. «Чому рослина В4 зовсім не зеленіє?» – «Тому що без світла хлорофіл не утворюється» – «А отже, і в лісі під щільним пологом деяким рослинам завжди важко» – «І саме тому вирубування лісу так сильно змінює все, що під ним росте». Цей ланцюжок – від конкретного спостереження до загального принципу і далі до екологічного розуміння реального світу – є тим когнітивно-емоційним переходом, що перетворює навчальний дослід на інструмент формування екологічної свідомості.

Суттєво, що «момент впізнавання» не є запланованою педагогічною подією – його не можна включити до поурочного плану. Він виникає спонтанно, в різний час і з різних приводів, але виникає закономірно – там і тоді, де учень накопичив достатньо особистого дослідного досвіду, щоб «побачити» зв'язок. Це ще раз підкреслює значення тривалості: ефект «родзинки» не з'являється від разового досліду – він визріває у часі, як і сама рослина.

У табл. 3.8 схематично фіксує те, що детально розкрито якісним аналізом: тривалий вегетаційний дослід є єдиним форматом навчальної роботи, що одночасно і рівномірно забезпечує високий педагогічний вплив на всі три складники екологічної компетентності.

*Таблиця 3.8.*

**Зіставлення механізмів педагогічного впливу різних форм навчальної роботи**

| Форма роботи | Когнітивний вплив | Діяльнісний вплив | Ціннісний вплив |
|---|---|---|---|
| Пояснення вчителя | Середній | Низький | Низький |
| Читання підручника | Середній | Низький | Низький |
| Разова лабораторна робота | Середній | Середній | Низький |
| Перегляд відеоматеріалів | Середній | Низький | Середній |
| Тривалий вегетаційний дослід | Високий | Високий | Високий |
| Польова екскурсія | Середній | Середній | Середній–Високий |

Кожна з інших форм – цінна і необхідна у своїй функції – має виражений «дефіцит» хоча б одного виміру. Це не означає їх недоліковності: ефективна педагогічна система включає всі ці форми. Але якщо перед учителем стоїть завдання сформувати саме компетентність, а не лише знання чи вміння, тривалий вегетаційний дослід є незамінним ядром, навколо якого решта форм роботи вибудовуються як підтримувальні і збагачувальні елементи.

Педагогічний експеримент, що охопив 56 учнів Розсішського ліцею Христинівської міської ради упродовж 2024–2025 навчального року, дав відповіді на три ключових питання дослідження.

Перше. Чи є розроблена система дослідів ефективною? Кількісна відповідь однозначна: так. Інтегральний показник екологічної компетентності в ЕГ зріс у середньому на 25,2 бали – у 3,7 рази більше, ніж природна динаміка КГ (6,8 балів). Частка учнів з продуктивними рівнями компетентності в ЕГ збільшилась з 29,6% до 62,9%, тоді як у КГ – лише з 28,8% до 36,5%. Статистичний аналіз підтвердив, що ці відмінності є закономірними ($p < 0,001$), а не випадковими, і мають виражену практичну вагомість ($d > 1,6$ за Коеном для всіх критеріїв).

Друге. Яким є профіль педагогічного впливу програми? Найбільший приріст зафіксовано за ціннісно-етичним критерієм (+26,7 балів в ЕГ) – тим складником, який традиційно вважається найважчим для цілеспрямованого формування. Ефект є стійким у всіх трьох вікових групах (7–9 класи) і дещо наростає зі збільшенням когнітивної зрілості учнів.

Третє. Який механізм стоїть за цим ефектом? Якісний аналіз щоденників, бесід і проективних методик виявляє єдиний механізм, недоступний жодній іншій масовій формі навчальної роботи: тривалий особистий контакт із живим організмом, що породжує емоційну причетність, а потім – через «момент впізнавання» – переростає у стійку ціннісну позицію щодо природи. Саме цей механізм – «родзинка» вегетаційного досліду – робить його незамінним інструментом екологічного виховання в умовах сучасної школи.

# ВИСНОВКИ

Проблема формування екологічної компетентності учнів набуває дедалі більшої гостроти в контексті реформування шкільної освіти. У кваліфікаційній роботі здійснено описано, яким педагогічним засобом можна подолати розрив між декларативними екологічними знаннями учнів та їхньою реальною готовністю до природоохоронних дій. Дослідження проводилось у трьох взаємодоповнювальних площинах: теоретичній, методичній та емпіричній. Виконання поставлених завдань дало змогу сформулювати такі висновки.

1. Аналіз наукових і педагогічних джерел показав, що екологічна компетентність не є синонімом «знання природи» і не зводиться до жодного з її окремих проявів. Вона є цілісним особистісним утворенням, яке функціонує лише за одночасної присутності трьох взаємозалежних вимірів: когнітивного (системне мислення про природу, розуміння причинно-наслідкових ланцюгів), діяльнісного (уміння спостерігати, досліджувати й перетворювати знання на природоохоронні кроки) та ціннісно-етичного (переконаність у самоцінності природи і особистій відповідальності за її стан). Ці виміри не просто доповнюють, а підживлюють один одного: без дослідницького досвіду знання залишаються мертвими, без ціннісного підґрунтя, де жодне знання не переростає у вчинок. Концепція НУШ закріпила «Екологічну грамотність» як наскрізну лінію, що для вчителя біології означає переосмислення логіки уроку: від пояснення «як влаштована природа» до організації простору, де учень цю природу самостійно відкриває.

2. Дослідницька діяльність обґрунтована як найбільш органічний метод реалізації діяльнісного підходу в екологічній освіті. Її перевага над традиційними рецептивними формами роботи полягає в принципово іншій логіці навчальної взаємодії: учень виробляє власний результат і несе за нього особисту пізнавальну відповідальність. Методологія Inquiry-Based Learning (IBL) із чотирма рівнями автономії дослідника задіює всі три складники компетентності одночасно, не ділячи їх на «урок знань», «урок умінь» і «виховний захід». Дитина, яка тиждень

за тижнем спостерігає за власноруч вирощуваною рослиною, набуває наукового мислення, дослідницьких навичок і емоційної причетності до живого у єдиному нерозривному досвіді.

3. Горох посівний (*Pisum sativum L.*) обраний об'єктом навчальних дослідів як культура, що поєднує практичну зручність із дидактичною глибиною. Насіння загальнодоступне, схожість 95–99%, рослина безпечна для учнів будь-якого віку. Горох виразно і вимірювано реагує на всі ключові екологічні чинники: освітлення, воду, pH субстрату, мінеральне живлення, хімічні забруднювачі, що дозволяє будувати повноцінні кількісні досліди без складного обладнання. Міжпредметний потенціал культури охоплює хімію, математику, географію і агроекологію. Зв'язок гороху з відкриттями Г. Менделя перетворює будь-який навчальний дослід на дотик до справжньої наукової традиції як потужний мотиваційний ресурс.

4. Розроблено програму навчальних дослідів «Від насінини до врожаю: екологічні детермінанти», структуровану у два блоки. Перший досліджує абіотичні фізичні чинники (освітлення, режим зволоження, тип субстрату); другий – антропогенні впливи (мінеральні добрива в різних дозах, природні біостимулятори, синтетичні ПАР як модельні забруднювачі). Методичний стрижень програми  принцип єдиної змінної є першим кроком учня у засвоєнні наукової логіки. Програма диференційована за трьома рівнями складності: для 6-7 класів зі структурованим дослідом з однією змінною за інструкцією; для 8-9 дослід спрямований із самостійним формулюванням гіпотези і побудовою графіків. Це забезпечує якісно різні рівні пізнавальної відповідальності на кожному ступені навчання.

5. Педагогічний експеримент (2024–2025 н.р., Розсішський ліцей Христинівської міської ради) підтвердив статистично значущу ефективність розробленої програми. У дослідженні взяли участь 54 учні з 7-9 класів. Після формувального року середній інтегральний показник в ЕГ зріс на 25,2 бали у 3,7 рази більше, ніж природній приріст КГ (6,8 бали). Частка учнів з продуктивними рівнями в ЕГ збільшилась з 29,6% до 62,9% (у КГ – з 28,8% до 36,5%).

Відмінності між групами є статистично закономірними ($p < 0,001$ за t-критерієм Стьюдента), а розмір ефекту d Коена (1,62–1,94) вдвічі перевищує поріг «великого» ефекту. Найвищий приріст зафіксовано саме за ціннісно-етичним критерієм (+26,7 бали в ЕГ), який традиційно вважається найбільш резистентним складником до педагогічного впливу. Ефект є стійким у всіх вікових паралелях і дещо зростає від 7-го до 9-го класу.

6. Якісний аналіз щоденників спостережень, бесід з учнями і проективної методики «Незавершені речення» розкрив механізм педагогічного впливу програми. Ним виявився феномен «значущого досвіду природи» з тривалим особистісним контактом учня з живим організмом, за стан якого він несе реальну відповідальність. Цей досвід породжує момент «впізнавання», коли конкретне дослідне спостереження з'єднується в свідомості учня із загальним природним законом і стає особистим аргументом на користь відповідальної поведінки. Контент-аналіз щоденників зафіксував чітку траєкторію: від протокольних записів до рефлексивних нотаток і перенесення висновків на реальні екологічні ситуації поза класною кімнатою. 83% учнів ЕГ відзначили зміну у ставленні до природи.

Система біологічних дослідів з вирощування гороху посівного є педагогічним форматом, що одночасно охоплює всі три виміри екологічної компетентності там, де інші форми роботи зупиняються на одному-двох. Її впровадження не потребує дорогого обладнання, але вимагає готовності вчителя змінити власну роль: від «знавця готових відповідей» до організатора дослідницького простору. Отримані результати є вагомим аргументом на користь систематичного включення тривалих вегетаційних дослідів у роботу гуртків, екологічних факультативів і дослідницьких проєктів.

Перспективами подальших досліджень є розширення об'єктної бази за рахунок інших культур, цифровізація інструментарію спостережень, вивчення стійкості ціннісних змін і відтворення експерименту в різних соціально-регіональних контекстах.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акімова О. В., Фрицюк В. А., Баюрко Н. В. Формування екологічної культури майбутніх фахівців в освітньому середовищі закладу вищої освіти. Наукові інновації та передові технології. Серія: Педагогіка. 2023. № 2 (16). С. 425–437.

2. Баюрко Н. В. Розвиток практичних умінь і навичок учнів основної школи на уроках біології. Інноваційна педагогіка : науковий журнал. 2020. Вип. 25. Т. 1. С. 39–44.

3. Бузенко І. Формування екологічної компетентності майбутніх учителів у процесі фахової підготовки. Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology Theory Experience Problems. 2021. Режим доступу URL: https://surl.li/wychxn (дата звернення: 10.02.2026).

4. Виготський Л. С. Педагогічна психологія / пер. з рос. Київ : Педагогічна думка, 2021. 480 с.

5. Гончаренко С. У. Педагогічні дослідження : методологічні поради молодим науковцям. Київ-Вінниця : ДОВ «Вінниця», 2008. 278 с.

6. Грицай Н. Б. Методика навчання біології : навчальний посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2020. 272 с.

7. Дайнаускас В. Р., Стецула Н. О. Роль екологічної освіти як складової освіти для сталого розвитку в Україні. Освітні та наукові виміри природничих наук : збірник матеріалів II Всеукраїнської заочної наукової конференції. Суми, 2021. С. 180–183.

8. Державний стандарт базової середньої освіти : затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. Режим доступу URL: https://surl.li/nzsyfi (дата звернення: 12.03.2026).

9. Дослідницька робота школярів з біології : навчально-методичний посібник / упоряд. В. М. Гетьман. Київ : Наш час, 2007. 208 с. Режим доступу URL: https://surl.li/nobjuh (дата звернення: 20.02.2026).

10. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року : схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 № 988-р. Режим доступу URL: https://surl.li/ctiogg (дата звернення: 10.03.2026).

11. Маршицька В. В. Сутнісні характеристики екологічної компетентності учнів початкової школи. Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді. 2005. Вип. 8. Кн. 2. С. 20–24.

12. Мелаш В. Д., Ковальчук К. В. Теоретико-методичні засади формування екологічної компетентності молодших школярів. Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія «Педагогіка». 2013. № 1 (10). С. 118–121.

13. Мельниченко Р. К., Танська В. В. Екологічна компетентність вчителя як передумова здійснення неперервної екологічної освіти і виховання. Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету. Серія: Проблеми методики фізико-математичної та технологічної освіти. 2013. Вип. 4 (II). С. 114–117.

14. Мороз І. В., Степанюк А. В., Гончар О. Д. Загальна методика навчання біології : навчальний посібник / за ред. І. В. Мороза. Київ : Либідь, 2006. 590 с.

15. Москалюк Н. В. Педагогічні умови формування дослідницьких умінь студентів майбутніх учителів у процесі вивчення біологічних дисциплін. Фізико-математична освіта : науковий журнал. 2017. Вип. 3 (13). С. 111–115.

16. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія : тлумачний словник. Київ : Либідь, 2004. 376 с.

17. Нікітченко Л. Методична підготовка майбутніх учителів біології до організації дослідницької діяльності учнів. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Теорія та методика навчання природничих наук. 2024. Режим доступу URL: https://surl.li/jztapy (дата звернення: 01.03.2026).

18. Нова українська школа : порадник для вчителя / за заг. ред. Н. М. Бібік. Київ : Літера ЛТД, 2018. 160 с.

19. Піддячий М. І. Компетентнісно орієнтоване навчання: сутність, форми і методи. Київ : Педагогічна думка, 2018. 93 с.

20. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. Режим доступу URL: https://surli.cc/sgroif (дата звернення: 05.02.2026).

21. Пруцакова О. Л. До проблеми формування екологічної компетентності школярів. Вісник Черкаського університету. Серія «Педагогічні науки». 2009. Вип. 162. С. 132–138.

22. Пруцакова О. Л. Сутність та види екологічної компетентності особистості. Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді. 2005. Вип. 8. Кн. 2. С. 16–19.

23. Пустовіт Г. П. Теоретико-методичні основи екологічної освіти і виховання учнів 1–9 класів у позашкільних навчальних закладах : монографія. Луганськ : Альма-матер, 2004. 540 с.

24. Пустовіт Н. А. Екологічна компетентність як показник якості виховання особистості. Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка. 2008. № 1. С. 109-113.

25. Пустовіт Н. А., Колонькова О. О., Пруцакова О. Л. Школа екологічного вчинку : методичні рекомендації. Кіровоград : Імекс-ЛТД, 2014. 36 с.

26. Пустовіт Н. А., Колонькова О. О., Пруцакова О. Л., Солобай Ю. В. Формування культури екологічної поведінки учнів основної школи : методичний посібник. Кіровоград : Імекс-ЛТД, 2014. 156 с.

27. Пустовіт Н. А., Пруцакова О. Л., Руденко Л. Д., Колонькова О. О. Формування екологічної компетентності школярів : науково-методичний посібник. Київ : Педагогічна думка, 2008. 64 с.

28. Рашидова М. Дослідницька діяльність як фактор професійного розвитку майбутнього фахівця. Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. 2013. № 288. Ч. ІІ. С. 213-220.

29. Романюк Р. К. Теоретичні і методичні засади підготовки вчителів біології до профільного навчання учнів : дис. … д-ра пед. наук : 13.00.04. Житомир, 2021. 453 с.

30. Рудишин С. Д. Освіта для сталого розвитку: витоки, сутність, перспективи : монографія. Хмельницький : ФОП Стрихар А. М., 2018. 300 с.

31. Савченко О. Я. Дидактика початкової освіти : підручник. Київ : Грамота, 2012. 504 с.

32. Степанюк А. В. Теорія і методика навчання біології в старшій школі : практикум. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2015. 112 с.

33. Стецула Н. О. Метод проєктів в контексті формування екологічної компетентності майбутніх учителів природничих спеціальностей. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка. 2022. № 1. С. 56-64.

34. Стецула Н. О. Практичні аспекти методики підготовки майбутніх учителів до формування екологічної компетентності учнів на уроках географії. Український педагогічний журнал. 2023. № 1. С. 141-151.

35. Сяська І. О. Теоретичні і методичні засади формування екологічної компетентності майбутніх учителів природничих дисциплін у процесі професійної підготовки : дис. … д-ра пед. наук : 13.00.04. Рівне, 2021. 467 с.

36. Титаренко Л. М. Формування екологічної компетентності студентів біологічних спеціальностей університету : дис. … канд. пед. наук : 13.00.07. Київ, 2007. 210 с.

37. Типова освітня програма для 5–9 класів закладів загальної середньої освіти : затверджена наказом МОН України від 19.02.2021 № 235. Режим доступу URL: https://surl.lt/lzjrcc (дата звернення: 15.03.2026).

38. Топузов О. М., Засєкіна Т. М. Науково-методичний супровід нової української школи: підсумки вебконференції НАПН України. Вісник Національної академії педагогічних наук України. 2021. Т. 3. № 2.

39. Хроленко М. В. Проблема формування екологічної компетентності майбутніх учителів біології в процесі фахової підготовки в психолого-

педагогічній літературі. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2021. № 197. С. 175-181.

40. Шапран Ю. П. Сутнісні ознаки, структурні компоненти і вимірювання екологічної компетентності студентів-біологів педагогічного університету. Педагогічна освіта: теорія і практика. 2015. Вип. 18 (1). С. 320–325.

41. Шмалєй С. В. Система екологічної освіти в загальноосвітній школі в процесі вивчення предметів природничо-наукового циклу : дис. … д-ра пед. наук : 13.00.01. Київ, 2005. 476 с.

42. Ярошенко О. Г. Компетентнісно орієнтоване вивчення біології в 6-629 класах : методичний посібник для вчителів. Київ : НАПН України, Інститут педагогіки, 2019. 144 с.

43. Dewey J. How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process. Boston : D. C. Heath & Co, 1933. 301 p.