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: **Проєктна діяльність учнів «Оцінка впливу удобрення на фенологічні показники ячменю»**

Виконала: студентка ІІІ курсу, зу-33 групи
Пугач Ганна Сергіївна
освітньої програми Середня освіта (Біологія та здоров'я людини. Хімія)
спеціальності 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)
Керівник: к. б. н., доц. Красноштан І. В.
Рецензент: д. п. н, проф. Бялик О. В.

Умань–2026

ЗМІСТ

ВСТУП 3

РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФЕНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ *HORDEUM VULGARE* L. 7

1.1. Біологічні особливості росту та розвитку *Hordeum vulgare* L. 7

1.2. Фенологічні показники як індикатори розвитку рослин 9

1.3. Вплив мінерального живлення на проходження основних фенофаз 13

РОЗДІЛ 2 ФЕНОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ УЧНІВ 7 КЛАСУ 19

2.1. Особливості пізнавальної діяльності учнів 7 класу під час вивчення біології 19

2.2. Навчальне спостереження як метод формування природничо-наукового мислення 23

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЄКТУ ТА АНАЛІЗ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ 31

3.1. Організація дослідження та система фенологічних спостережень 31

3.2. Аналіз динаміки проходження фенофаз *H. vulgare* 34

3.3. Освітній потенціал фенологічних досліджень у навчанні біології 38

ВИСНОВКИ 44

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 47

ДОДАТКИ 51

ВСТУП

Сучасний етап розвитку природничої освіти характеризується переорієнтацією освітнього процесу на формування компетентностей, необхідних учням для пізнання та дослідження природних явищ. Відповідно до положень Державного стандарту базової середньої освіти, одним із ключових завдань навчання біології є формування природничо-наукової компетентності, дослідницьких умінь та здатності застосовувати знання у практичній діяльності [11].

Концепція Нової української школи передбачає перехід від переважно репродуктивного навчання до діяльнісного підходу, у межах якого учень виступає активним учасником освітнього процесу [26]. Особливого значення у цьому контексті набуває організація навчально-дослідницької діяльності, яка забезпечує розвиток спостережливості, уміння аналізувати результати спостережень, встановлювати причинно-наслідкові зв’язки та формулювати висновки [18].

Одним із ефективних засобів реалізації дослідницького підходу у навчанні біології є фенологічні спостереження. Вони дозволяють учням працювати з реальними біологічними об’єктами, систематично фіксувати зміни в процесі росту та розвитку рослин, аналізувати вплив факторів середовища на перебіг життєвих процесів [22]. На відміну від короткотривалих демонстраційних дослідів, фенологічний моніторинг забезпечує сприйняття біологічного процесу в динаміці, що сприяє формуванню цілісного уявлення про закономірності розвитку живих організмів [35].

Особливий інтерес для навчально-дослідницької діяльності становить *Hordeum vulgare* L., який характеризується відносно коротким періодом раннього розвитку, чітко вираженими фенологічними фазами та високою чутливістю до умов мінерального живлення [23; 8]. Це дозволяє організувати короткотривалий навчальний експеримент у форматі «лабораторії на підвіконні», адаптований до умов класної кімнати.

Важливого значення набуває використання у навчальному процесі стандартизованих систем фенологічного опису, зокрема шкали Zadoks, яка забезпечує об’єктивність фіксації етапів розвитку зернових культур [38]. Використання елементів професійної агробіологічної методики у шкільному навчанні сприяє наближенню освітнього процесу до реальної наукової практики та формуванню в учнів навичок біологічного моніторингу [37; 33].

Попри значну увагу дослідників до проєктної діяльності та дослідницького навчання [12; 19], питання використання фенологічного моніторингу як засобу формування дослідницьких умінь учнів 7 класу вивчено недостатньо. Це зумовлює актуальність дослідження та необхідність розроблення методики організації фенологічних спостережень у навчальному процесі.

Мета дослідження: теоретично обґрунтувати, розробити та апробувати методику організації проєктної діяльності учнів 7 класу з оцінки впливу мінерального живлення на фенологічні показники *Hordeum vulgare* L. із використанням шкали Zadoks як засобу формування природничо-наукової компетентності.

Завдання дослідження

1. Проаналізувати біологічні особливості росту та розвитку *Hordeum vulgare* L., значення фенологічних показників у вивченні рослин та вплив мінерального живлення на проходження основних фаз розвитку зернових культур.

2. Обґрунтувати методичні засади організації проєктної діяльності учнів 7 класу та можливості використання фенологічного моніторингу із застосуванням шкали Zadoks у процесі формування природничо-наукової компетентності.

3. Розробити, апробувати та проаналізувати методику організації навчального проєкту «Оцінка впливу удобрення на фенологічні показники ячменю» та визначити її освітній потенціал у формуванні дослідницьких умінь учнів.

Об’єкт дослідження. Проєктна діяльність учнів 7 класу у процесі вивчення біології.

Предмет дослідження. Методика організації проєктної діяльності учнів 7 класу з оцінки впливу мінерального живлення на фенологічні показники *Hordeum vulgare* L. із використанням шкали Zadoks.

Методи дослідження. Для реалізації поставленої мети та завдань використано комплекс взаємопов’язаних методів дослідження:

- теоретичні: аналіз наукової, методичної, психолого-педагогічної літератури, нормативних документів з проблеми дослідження; узагальнення та систематизація наукових підходів щодо організації проєктної діяльності учнів;
- емпіричні: педагогічне спостереження; фенологічний моніторинг росту та розвитку рослин; порівняння проходження фенофаз рослин за різних умов мінерального живлення;
- методи обробки результатів: аналіз та інтерпретація результатів спостережень; елементи біометричного аналізу; узагальнення отриманих результатів.

Експериментальна база дослідження. Дослідно-експериментальна робота проводилася на базі Дмитрушківського ліцею Дмитрушківської сільської ради Уманського району Черкаської області у І семестрі 2025/2026 навчального експерименті взяли участь учні 7 класу, а також учитель біології, яка забезпечувала організацію освітнього процесу та сприяла реалізації запропонованої методики.

Теоретичне значення дослідження полягає в обґрунтуванні можливостей використання проєктної діяльності та фенологічного моніторингу у процесі формування природничо-наукової компетентності учнів 7 класу. У роботі уточнено освітній потенціал фенологічних спостережень із використанням шкали Zadoks як засобу організації навчально-дослідницької діяльності учнів у процесі вивчення біології.

Практичне значення дослідження полягає у розробленні та апробації методики організації проєктної діяльності учнів 7 класу з оцінки впливу

мінерального живлення на фенологічні показники *Hordeum vulgare* L. із використанням шкали Zadoks. Розроблено систему фенологічних спостережень, рекомендації щодо організації навчального проєкту у форматі «лабораторії на підвіконні», форми фіксації результатів та методичні матеріали для організації дослідницької діяльності учнів під час вивчення біології.

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

Обсяг та структура кваліфікаційної роботи. Роботу викладено на 50 сторінках машинописного тексту, включаючи 9 таблиць та 1 рисунок. Вона складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел, що нараховує 38 найменувань, 3 додатків.

РОЗДІЛ 1
БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФЕНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ *HORDEUM VULGARE* L.

1.1. Біологічні особливості росту та розвитку *Hordeum vulgare* L.

Для теоретичного обґрунтування методики шкільного біологічного експерименту важливим є аналіз біологічних, морфологічних та фізіолого-онтогенетичних особливостей об'єкта дослідження. У сучасній методиці навчання біології вибір біологічного матеріалу для учнівських проєктів визначається низкою критеріїв: доступністю, невибагливістю до умов вирощування, швидкістю проходження основних етапів онтогенезу та наочністю морфологічних змін [22]. Усім цим критеріям повною мірою відповідає ячмінь звичайний (*Hordeum vulgare* L.) – одна з найдавніших і найважливіших зернових культур світового та вітчизняного рослинництва [4].

З ботанічної точки зору *Hordeum vulgare* L. є представником родини Тонконогові (Poaceae), роду Ячмінь (*Hordeum*). Це однорічна трав'яниста рослина з типовими для злакових культур морфологічними ознаками, що робить її зручним модельним об'єктом під час вивчення тем, пов'язаних із ростом і розвитком рослин у курсі біології 7 класу [14].

Коренева система ячменю є мичкуватою та закладається ще на ранніх етапах ембріонального розвитку. Під час проростання насіння першим через насіннєву оболонку проривається зародковий корінець, після чого формуються інші первинні корені, які забезпечують рослину водою та мінеральними речовинами [23]. На початкових етапах онтогенезу саме первинна коренева система визначає інтенсивність ростових процесів і чутливість рослини до умов мінерального живлення [15].

Стебло ячменю представлене порожнистою соломиною, поділеною вузлами на міжвузля. Ріст стебла має інтеркалярний (вставний) характер і відбувається завдяки діяльності твірної тканини, розташованої в основах міжвузлів [14]. Листки мають типову для однодольних рослин будову та

складаються з листкової пластинки й листкової піхви. На межі між ними розташовані язичок (лігула) та вушка – важливі морфологічні ознаки, які дозволяють розпізнавати сходи ячменю серед інших злакових культур уже на ранніх етапах розвитку [14].

Онтогенез *Hordeum vulgare* L. охоплює послідовні етапи росту та розвитку рослини. Під ростом у фізіології рослин розуміють незворотне збільшення розмірів і маси організму, пов’язане з поділом та ростом клітин, тоді як розвиток характеризується якісними змінами у структурі й функціях рослини [16]. Для організації навчально-дослідницької діяльності учнів найбільший інтерес становлять ранні фази розвитку ячменю, оскільки вони характеризуються високою інтенсивністю фізіологічних процесів та швидкою візуальною динамікою [7].

Початковим етапом онтогенезу є проростання насіння. Воно розпочинається після поглинання насіниною достатньої кількості води та активізації ферментативних процесів. У результаті розщеплення запасних поживних речовин зародок отримує енергію для росту й розвитку [23]. Візуальними ознаками проростання є набухання насіння, поява зародкового корінця та формування колеоптиля – видозміненого листка, який захищає перший справжній листок під час його виходу на поверхню субстрату.

Наступною фазою є поява сходів і формування першого листка. У цей період рослина переходить від використання запасних речовин насінини до автотрофного типу живлення, що пов’язано з початком процесів фотосинтезу [23]. Далі відбувається послідовне формування нових листків, а інтенсивність цього процесу значною мірою залежить від забезпечення рослин доступними формами азоту, фосфору та калію [9].

Важливим етапом раннього розвитку ячменю є кущіння – процес утворення бічних пагонів із підземних вузлів стебла. Саме у фазі кущіння найбільш виражено проявляється реакція рослин на умови мінерального живлення та дію зовнішніх чинників [34]. Біометричні зміни, що

супроводжують проходження цієї фази, є достатньо наочними для проведення систематичних фенологічних спостережень у навчальному процесі.

Значення *Hordeum vulgare* L. як модельного об'єкта для навчально-дослідницької діяльності учнів зумовлене низкою його біологічних особливостей. Ячмінь характеризується порівняно коротким періодом раннього розвитку, високою швидкістю проходження початкових фенофаз та чутливістю до умов мінерального живлення [7; 34]. Крім того, культура є відносно невибагливою до температурного режиму та може успішно вирощуватися в умовах класної кімнати без використання складного обладнання [4].

Таким чином, морфолого-біологічні особливості *Hordeum vulgare* L., швидка динаміка ранніх етапів онтогенезу та виражена реакція на умови мінерального живлення роблять цю культуру зручним модельним об'єктом для організації навчальних проєктів і фенологічного моніторингу в умовах закладу загальної середньої освіти.

1.2. Фенологічні показники як індикатори розвитку рослин

У сучасних біологічних та агробіологічних дослідженнях оцінка росту і розвитку рослин ґрунтується на поєднанні біометричних, фізіологічних та фенологічних методів аналізу. Як зазначає В. Г. Шестак, формування продуктивності зернових культур безпосередньо пов'язане з особливостями проходження окремих фаз розвитку, кожна з яких характеризується специфічними фізіологічними процесами та різною потребою у факторах зовнішнього середовища [34]. Саме тому фенологічні спостереження дають змогу не лише описувати зовнішні зміни рослини, а й опосередковано оцінювати інтенсивність її ростових процесів та реакцію на умови живлення.

Фенологія як науковий напрям вивчає закономірності сезонного розвитку живих організмів та їх зв'язок зі змінами умов навколишнього середовища. Основними поняттями фенологічного моніторингу є «фенофаза» та «міжфазний період» [35]. Під фенофазою розуміють зовнішньо виражений

етап розвитку рослини, який має чіткі морфологічні ознаки початку та завершення. Міжфазний період – це проміжок часу, необхідний рослині для переходу від однієї фази розвитку до наступної. Його тривалість залежить як від генетичних особливостей культури, так і від умов вирощування, насамперед температурного режиму, вологості та забезпечення мінеральними елементами.

Фенологічні спостереження широко використовуються у фізіології рослин, агрономії, селекції та екологічних дослідженнях. Їх практичне значення полягає у можливості простежити динаміку розвитку рослини без порушення її цілісності. На відміну від багатьох лабораторних методів аналізу, фенологічний моніторинг є неруйнівним способом дослідження, що особливо важливо під час організації учнівських експериментів у закладах загальної середньої освіти.

Фенологічні показники дозволяють оцінювати реакцію рослин на зміну умов середовища, рівень забезпечення елементами живлення та вплив абіотичних чинників. Саме через систему фенологічних спостережень дослідники можуть визначати інтенсивність ростових процесів, особливості адаптації рослин і темпи проходження окремих етапів онтогенезу. Крім того, результати фенологічного моніторингу широко використовуються для прогнозування продуктивності культур, оцінки ефективності агротехнічних заходів та аналізу впливу кліматичних змін на розвиток рослин [35].

У шкільному курсі біології фенологічні спостереження мають важливе освітнє значення, оскільки сприяють розвитку в учнів спостережливості, системності мислення та навичок роботи з біологічними даними. Окрім того, така діяльність допомагає сформувати усвідомлення основних закономірностей живої природи, зокрема взаємозв’язку процесів росту і розвитку організмів. У процесі спостережень учні поступово переконуються, що темпи проходження окремих фаз онтогенезу залежать не лише від спадкових особливостей рослини, а й від умов середовища, рівня мінерального живлення, освітлення, температури та водозабезпечення. Це сприяє

формуванню цілісного уявлення про рослинний організм як відкриту біологічну систему, яка постійно взаємодіє з навколишнім середовищем.

Тривалий час у шкільній практиці фенологічні спостереження мали переважно описовий характер. Учні фіксували такі ознаки, як «поява сходів», «початок кущіння» або «масове кущіння», однак подібні формулювання часто залишалися суб'єктивними. Межа між окремими етапами розвитку могла визначатися дослідником інтуїтивно, що ускладнювало порівняння результатів спостережень. У сучасних умовах розвитку дослідницького підходу в освіті виникає потреба у використанні стандартизованих систем фенологічного опису, які забезпечують точність і відтворюваність результатів.

Однією з найбільш поширених міжнародних систем опису розвитку зернових культур є десяткова шкала Zadoks, запропонована J. C. Zadoks, T. T. Chang та C. F. Konzak у 1974 році [38]. Автори поділили онтогенез злакових культур на десять головних макростадій, кожна з яких характеризує певний етап розвитку рослини – від проростання насіння до повного достигання. У межах кожної макростадії виділяють окремі мікростадії, які деталізують морфологічний стан рослини за допомогою двозначного цифрового коду.

Подальший розвиток і стандартизація фенологічних шкал були реалізовані у BBCH-монографії, де принципи кодування росту й розвитку рослин були адаптовані для великої кількості однодольних і дводольних культур [37]. Використання подібних систем у навчальному процесі дозволяє наблизити учнівські дослідження до реальної наукової практики та формує навички роботи зі стандартизованими даними.

Для організації короткотривалого навчального проєкту у форматі «лабораторії на підвіконні» доцільним є використання лише початкових макростадій шкали Zadoks (табл. 1.1), оскільки саме вони характеризують ранні етапи розвитку рослин, які можна спостерігати в умовах класної кімнати [33].

Таблиця 1.1

Початкові макростадії розвитку *Hordeum vulgare* L. за шкалою Zadoks

Макростадія	**Код**	**Характеристика фази розвитку**
Проростання	Z00	Сухе насіння
	Z01	Початок набухання насіння
	Z03	Поява зародкового корінця
	Z05	Формування колеоптиля
	Z09	Вихід колеоптиля на поверхню субстрату
Розвиток листків	Z11	Поява першого листка
	Z12	Поява другого листка
	Z13	Поява третього листка
Кущіння	Z20	Відсутність кущіння
	Z21	Поява першого бічного пагона
	Z22	Поява другого бічного пагона

Складено за: Zadoks, Chang, Konzak, 1974; Ткачик, 2015.

Макростадія 0 охоплює процес проростання насіння. Вона включає такі етапи, як набухання насіння, поява зародкового корінця, формування колеоптиля та його вихід на поверхню субстрату. Саме в цей період найінтенсивніше активізуються фізіолого-біохімічні процеси, пов’язані з переходом насіння зі стану спокою до активного росту.

Макростадія 1 характеризує розвиток листків. Її кодування базується на кількості повністю сформованих листків на головному пагоні рослини. Наприклад, код Z11 відповідає появі першого листка, Z12 – другого, Z13 – третього листка. Для учнів така система є зручною, оскільки дозволяє легко співвідносити цифровий код із конкретною морфологічною ознакою.

Макростадія 2 відображає процес кущіння – утворення бічних пагонів із вузла кущіння. Саме ця фаза є однією з найбільш чутливих до умов мінерального живлення, тому вона має особливе значення у дослідженнях, пов’язаних із впливом удобрення на ріст і розвиток рослин [34].

Використання стандартизованої системи кодування дозволяє уникнути описової невизначеності під час проведення фенологічних спостережень. Учні отримують можливість фіксувати не загальні враження від стану рослин, а

конкретні етапи розвитку, які мають чіткі морфологічні критерії. Це підвищує точність спостережень та полегшує подальший аналіз результатів.

Важливим принципом фенологічних спостережень є правило «50 % рослин». Відповідно до нього фенофаза вважається такою, що настала, коли її ознаки спостерігаються щонайменше у половини рослин певного дослідного варіанта [35]. Використання цього підходу дозволяє зменшити вплив індивідуальної мінливості окремих рослин та підвищує об’єктивність результатів спостереження.

Початкові макростадії шкали Zadoks є особливо придатними для використання у шкільному навчальному експерименті. Вони характеризуються швидкою зміною морфологічних ознак, доступністю візуального контролю та можливістю проведення регулярного моніторингу без спеціального лабораторного обладнання. Крім того, використання цифрових кодів сприяє розвитку в учнів точності спостережень, навичок аналізу даних та елементів алгоритмічного мислення.

Застосування шкали Zadoks у процесі навчально-дослідницької діяльності також створює умови для інтеграції елементів STEM-освіти. Отримані результати можуть бути представлені у вигляді таблиць, графіків, схем або діаграм, що поєднує біологічні спостереження з елементами математики та інформатики. У такий спосіб фенологічний моніторинг перетворюється не лише на засіб вивчення розвитку рослин, а й на інструмент формування дослідницького стилю мислення учнів.

1.3. Вплив мінерального живлення на проходження основних фенофаз

Проходження рослиною окремих фенологічних стадій визначається її генетичною програмою розвитку, однак темпи та інтенсивність цих процесів значною мірою залежать від умов зовнішнього середовища. Одним із ключових чинників, що безпосередньо впливає на швидкість росту, формування органів та тривалість міжфазних періодів, є мінеральне живлення. Саме забезпеченість рослини елементами живлення визначає активність

основних фізіолого-біохімічних процесів, від яких залежить проходження ранніх етапів онтогенезу [9].

У сучасних агробіологічних дослідженнях мінеральне живлення розглядають не лише як фактор підвищення продуктивності, а й як один із регуляторів росту та розвитку рослинного організму. Як зазначають В. Г. Шестак та співавтори, застосування добрив здатне змінювати тривалість окремих міжфазних періодів, прискорюючи або, навпаки, пролонгуючи проходження певних фенологічних стадій [34]. Це пояснюється тим, що кожна фаза розвитку характеризується специфічними потребами у мінеральних елементах та різною інтенсивністю метаболічних процесів.

Для нормального росту і розвитку *Hordeum vulgare* L. особливо важливими є три основні макроелементи – азот (N), фосфор (P) та калій (K). Саме вони формують основу мінерального живлення молодої рослини та визначають характер проходження ранніх фенофаз [9].

Азот є одним із найважливіших елементів живлення рослин, оскільки входить до складу амінокислот, білків, ферментів, нуклеїнових кислот і молекул хлорофілу. Фактично азот забезпечує формування структур, без яких неможливий активний ріст рослинного організму. Особливого значення азотне живлення набуває на ранніх етапах розвитку зернових культур, коли відбувається інтенсивне ділення клітин твірної тканини та формування перших листків.

За даними Н. І. Веги, доступність азоту у ґрунтовому середовищі безпосередньо впливає на активність інтеркалярних меристем та швидкість формування листкової поверхні [3]. Оптимальне азотне живлення прискорює перехід рослин між фазами Z11–Z13, стимулює ріст листків та сприяє активнішому переходу до стадії кущіння. У візуальному аспекті це проявляється інтенсивним зеленим забарвленням листків, збільшенням довжини листкової пластинки та загальним прискоренням росту проростків.

Натомість дефіцит азоту швидко відображається на морфологічному стані рослин. У проростків уповільнюється формування нових листків,

знижується інтенсивність фотосинтезу, а листкові пластинки набувають світло-зеленого або жовтуватого відтінку через зменшення вмісту хлорофілу. У таких умовах рослини значно повільніше переходять до наступних фенологічних стадій, що добре простежується під час фенологічного моніторингу.

Фосфор також належить до елементів, критично важливих для проходження ранніх фаз онтогенезу. Він входить до складу аденозинтрифосфорної кислоти (АТФ), фосфоліпідів та інших сполук, які забезпечують енергетичний обмін у клітині. У процесі проростання насіння та формування первинної кореневої системи роль фосфору є особливо значущою, оскільки саме в цей період рослина потребує великої кількості енергії для активного росту тканин [15].

Достатнє фосфорне живлення стимулює розвиток зародкових та вузлових коренів, що забезпечує ефективніше поглинання води й мінеральних речовин із субстрату. У результаті цього скорочується тривалість міжфазного періоду «посів – сходи», а рослини швидше переходять до стадії активного листкоутворення. Особливо помітною дія фосфору є у перші 10–14 діб розвитку рослини, коли формується первинна коренева система.

За дефіциту фосфору розвиток проростків уповільнюється, а коренева система залишається слабкою та недостатньо розгалуженою. У деяких випадках у рослин можуть з’являтися характерні антоціанові відтінки листків або стебел, що пов’язано з порушенням енергетичного обміну та накопиченням продуктів вторинного метаболізму. Подібні зміни є достатньо наочними та можуть використовуватися учнями як візуальні індикатори фізіологічного стану рослини.

Калій, на відміну від азоту та фосфору, не входить до складу органічних структур клітини, однак відіграє надзвичайно важливу регуляторну роль. Він міститься у клітинному соку в іонній формі та забезпечує підтримання осмотичного тиску, регуляцію водного балансу, роботу продихового апарату та активність багатьох ферментів [2].

Особливого значення калій набуває в умовах вирощування рослин у закритих приміщеннях. У форматі «лабораторії на підвіконні» рослини часто зазнають впливу сухого повітря, нерівномірного освітлення та обмеженого об’єму субстрату. За таких умов калій сприяє підтриманню тургорного стану тканин та підвищує стійкість рослин до водного дефіциту. Оптимальне калійне живлення забезпечує міцність тканин проростків, підтримує вертикальне положення листків і позитивно впливає на загальний фізіологічний стан молодих рослин.

Основні фізіологічні функції макроелементів та їх вплив на ранні етапи розвитку *Hordeum vulgare* L. узагальнено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Фізіологічна роль основних елементів мінерального живлення у розвитку *Hordeum vulgare* L.

Елемент	Основні фізіологічні функції	Вплив на ранні фази розвитку
Азот (N)	Входить до складу білків, нуклеїнових кислот і хлорофілу	Стимулює ріст листків та прискорює перехід до фази кущіння
Фосфор (P)	Забезпечує енергетичний обмін і розвиток кореневої системи	Скорочує тривалість міжфазного періоду «посів – сходи»
Калій (K)	Регулює водний баланс і тургор тканин	Підвищує стійкість проростків до водного дефіциту та підтримує фізіологічний стан рослин

Складено за: Господаренко, 2016; Лопушняк, Вега, 2015; Бикін, Поліщук, 2000.

Дані, наведені у таблиці 1.2, свідчать про тісний взаємозв’язок між рівнем мінерального живлення та інтенсивністю проходження ранніх етапів онтогенезу *Hordeum vulgare* L. Саме тому зміни морфологічного стану рослин під впливом добрив можуть використовуватися як наочний об’єкт фенологічного моніторингу у процесі організації навчально-дослідницької діяльності учнів.

Численні дослідження свідчать, що ефективність мінерального живлення визначається не лише наявністю окремих елементів, а й їх співвідношенням. Як зазначають Г. М. Господаренко та І. В. Прокопчук, одностороннє внесення окремих макроелементів нерідко призводить до фізіологічного дисбалансу рослин [10]. Наприклад, надлишок азоту за недостатнього забезпечення фосфором стимулює надмірне наростання вегетативної маси, однак коренева система при цьому залишається недостатньо розвиненою. У результаті рослини стають менш стійкими, а їх тканини – більш ламкими.

Збалансоване внесення комплексних добрив, навпаки, забезпечує гармонійний розвиток як надземної, так і підземної частини рослини. У фенологічному аспекті це проявляється рівномірнішим та швидшим проходженням основних стадій розвитку, стабільнішим формуванням листків і активнішим переходом до кущіння.

Особливості вирощування рослин у закритих вегетаційних посудинах також зумовлюють підвищену чутливість *Hordeum vulgare* L. до змін мінерального фону. Обмежений об’єм субстрату досить швидко виснажується, тому реакція рослин на внесення добрив проявляється значно швидше, ніж у польових умовах. За даними В. Г. Шестака, у закритих мікросистемах візуальні зміни стану рослин можуть спостерігатися вже через 3–5 діб після внесення розчинів добрив [34].

Такі зміни проявляються у:

- зміні висоти проростків;
- інтенсивності зеленого забарвлення;
- швидкості формування нових листків;
- активності кущіння;
- розвитку кореневої системи.

Важливо, що більшість цих показників є візуально доступними для учнів 7 класу та можуть фіксуватися без використання складного лабораторного

обладнання. Саме це робить *Hordeum vulgare* L. надзвичайно зручним об’єктом для організації короткотривалих навчальних досліджень.

Отже, мінеральне живлення безпосередньо впливає на інтенсивність ростових процесів, швидкість проходження фенологічних стадій та загальний фізіологічний стан рослин *Hordeum vulgare* L. Висока чутливість ячменю до умов живлення, швидка реакція на внесення добрив та наочність морфологічних змін створюють широкі можливості для організації навчально-дослідницької діяльності учнів у процесі вивчення біології.

РОЗДІЛ 2
ФЕНОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ УЧНІВ 7 КЛАСУ

2.1. Особливості пізнавальної діяльності учнів 7 класу під час вивчення біології

Організація ефективного освітнього процесу в сучасній школі потребує узгодження змісту, методів і форм навчання з віковими, психофізіологічними та пізнавальними особливостями здобувачів освіти. Навчання у 7 класі припадає на початок підліткового віку, який характеризується помітними змінами у мотиваційній, емоційній та інтелектуальній сферах особистості [28]. У цей період учні поступово переходять від переважно наочно-образного сприйняття навчального матеріалу до більш усвідомленого оперування поняттями, зв’язками та узагальненнями.

Для учнів 12–13 років важливим стає не лише отримання готової інформації, а й можливість самостійно діяти, перевіряти припущення, спостерігати зміни та бачити результат власної роботи. І. Д. Бех наголошує, що розвиток особистості дитини значною мірою пов’язаний із її активною діяльністю, емоційним залученням і набуттям власного досвіду [1]. Тому у процесі навчання біології особливої ваги набувають такі форми роботи, які дозволяють учням не лише засвоювати наукові поняття, а й відкривати їх через практичну взаємодію з об’єктами живої природи.

Особливістю пізнавальної діяльності учнів 7 класу є інтенсивний розвиток довільної уваги та логічної пам’яті. Якщо у молодшому шкільному віці запам’ятовування часто має переважно механічний характер, то підлітки поступово переходять до усвідомленого осмислення навчального матеріалу, встановлення внутрішніх зв’язків між поняттями та групування інформації за певними ознаками [28]. У процесі вивчення біології це проявляється у здатності учнів не лише відтворювати окремі факти, а й пояснювати взаємозв’язки між будовою, функціями та розвитком живих організмів. У 12–

13 років помітно зростає роль аналітико-синтетичної діяльності мислення. Семикласники вже можуть порівнювати біологічні об’єкти, виділяти спільні та відмінні ознаки, встановлювати причинно-наслідкові залежності та робити елементарні узагальнення [17]. Саме тому вивчення біології у 7 класі потребує не лише демонстрації готових фактів, а й створення умов для самостійного аналізу результатів спостережень та формулювання висновків.

Пізнавальна діяльність підлітків також характеризується підвищеною потребою у візуалізації та практичному підтвердженні теоретичних положень. Абстрактні поняття значно краще засвоюються у тих випадках, коли учень має можливість спостерігати відповідний процес безпосередньо [24]. У цьому аспекті фенологічний моніторинг рослин має особливу цінність, оскільки дозволяє поєднати теоретичні знання про ріст і розвиток рослин із реальними спостереженнями за живими об’єктами.

Характерною рисою пізнавальної діяльності семикласників є також розвиток уміння працювати з інформацією. Учні поступово оволодівають навичками фіксації результатів спостережень, ведення записів, систематизації даних і представлення результатів у вигляді таблиць або схем. Такі вміння є важливою складовою формування природничо-наукової компетентності та створюють основу для подальшого опанування елементів навчального дослідження [36].

У 7 класі відбувається перехід від пропедевтичного вивчення природничої освітньої галузі до систематичного опанування біології як окремого навчального предмета. Відповідно до Державного стандарту базової середньої освіти, навчання природничих дисциплін має спрямовуватися на формування в учнів уміння досліджувати природу, пояснювати явища, працювати з інформацією та застосовувати знання у практичних ситуаціях [11]. Це означає, що біологія у 7 класі має не лише інформаційне, а й виразне діяльнісне спрямування. Тому важливо організувати навчання таким чином, щоб вікові особливості підлітків реалізовувалися через активну пізнавальну та дослідницьку діяльність учнів.

Автори модельних навчальних програм для 5–9 класів Нової української школи закладають систему навчальних завдань і діяльнісних напрямів, які орієнтують учителя на організацію навчання через спостереження, дослідження, моделювання та аналіз природних об’єктів і явищ [20; 21]. Якщо у 5–6 класах значна увага приділялася загальному ознайомленню з природою та формуванню первинних уявлень, то у 7 класі посилюється роль системного вивчення живих організмів, їх будови, функцій, розвитку та взаємозв’язків із середовищем.

Під час вивчення біології особливого значення набуває розвиток спостережливості. На відміну від молодших школярів, у яких спостереження часто має емоційно-спонтанний характер, семикласники вже здатні виконувати його більш цілеспрямовано: фіксувати зміни, порівнювати об’єкти, помічати послідовність явищ, робити прості узагальнення. Н. Ю. Матяш підкреслює, що систематизація інформації у процесі навчання біології є важливою умовою формування усвідомлених знань учнів [17].

Саме тому навчальне спостереження за живими об’єктами має значний потенціал у роботі з учнями 7 класу. Воно допомагає перейти від фрагментарного сприйняття окремих фактів до розуміння біологічного процесу в динаміці. Наприклад, під час фенологічного моніторингу ячменю учні спостерігають не ізольовану рослину, а послідовність змін: проростання насіння, появу першого листка, формування наступних листків, початок кущіння. Таке спостереження сприяє формуванню уявлення про ріст і розвиток як взаємопов’язані процеси.

Важливою особливістю пізнавальної діяльності семикласників є поступове формування причинно-наслідкового мислення. Учні цього віку вже можуть не лише описати зовнішні ознаки біологічного об’єкта, а й поставити запитання: чому рослини в одному варіанті розвиваються швидше, а в іншому – повільніше; як умови живлення впливають на появу нових листків; чому одні рослини раніше переходять до кущіння. У цьому контексті навчальний проєкт з оцінки впливу удобрення на фенологічні показники

Hordeum vulgare L. створює природні умови для формування в учнів уміння встановлювати зв’язок між причиною і наслідком.

Дослідницька діяльність у процесі навчання біології передбачає залучення учнів до виконання послідовних пізнавальних дій: визначення проблеми, висування припущення, планування спостереження, фіксації результатів, порівняння даних і формулювання висновків. У методичній літературі наголошується, що дослідницькі уміння формуються не одномоментно, а поступово, через систематичну участь учнів у практично орієнтованих завданнях [36]. Тому фенологічний моніторинг може розглядатися як зручна форма поетапного залучення семикласників до навчального дослідження. Системна, організована та відносно тривала діяльність сприяє формуванню навичок усвідомленого наукового спостереження. Саме так відбувається поступовий перехід від хаотичного й переважно емоційного сприйняття окремих змін у живому об’єкті до цілеспрямованої системи дослідницьких дій. Учні вчаться не лише спостерігати, а й порівнювати результати, помічати закономірності та робити елементарні висновки на основі власних спостережень.

Окремої уваги потребує мотиваційний аспект. Для підлітків важливо, щоб навчальна діяльність мала видимий результат, елемент самостійності та можливість особистої участі. Практичні завдання, пов’язані з живими об’єктами, зазвичай викликають більший інтерес, ніж репродуктивне опрацювання тексту підручника. У цьому сенсі «лабораторія на підвіконні» має значний дидактичний потенціал: учні бачать, як змінюються рослини, можуть порівнювати результати між групами, відстежувати власний внесок у спільну роботу.

Пізнавальна діяльність учнів 7 класу має також виразний соціальний характер. Для підлітків важливою є взаємодія з однолітками, визнання у групі, можливість виконувати певну роль у спільній справі [28]. Тому організація фенологічного моніторингу в малих групах є методично виправданою. Розподіл обов’язків між учнями, спільне ведення щоденника спостережень,

обговорення результатів і підготовка висновків створюють умови для розвитку не лише пізнавальних, а й комунікативних умінь.

Проєктна діяльність у цьому випадку дозволяє поєднати індивідуальну відповідальність кожного учня з командною взаємодією. Один учень може відповідати за фіксацію дати спостереження, інший – за визначення фази розвитку за шкалою Zadoks, третій – за фотофіксацію або оформлення таблиці результатів. Такий розподіл ролей робить дослідження більш організованим і водночас доступним для семикласників.

Важливим є і те, що фенологічний моніторинг формує в учнів навички роботи з даними. Вони не просто спостерігають за ростом рослин, а фіксують результати, порівнюють показники, помічають відмінності між варіантами досліду, вчаться формулювати обґрунтовані висновки. Це відповідає сучасним підходам до формування природничо-наукової компетентності, у межах якої знання розглядаються не як сума фактів, а як інструмент пояснення явищ і розв’язання практичних завдань [24].

Отже, особливості пізнавальної діяльності учнів 7 класу створюють сприятливі передумови для організації навчального проєкту з фенологічного моніторингу *Hordeum vulgare* L. Семикласники вже здатні до цілеспрямованого спостереження, встановлення причинно-наслідкових зв’язків, роботи в групі та первинного аналізу результатів. За умови належного методичного супроводу така діяльність сприяє формуванню природничо-наукової компетентності, розвитку дослідницьких умінь і більш усвідомленому засвоєнню біологічних понять.

2.2. Навчальне спостереження як метод формування природничо-наукового мислення

У системі методів навчання біології особливе місце належить спостереженню, оскільки саме воно виступає одним із першоджерел знань про живі системи та забезпечує безпосередній зв’язок учня з об’єктами природи. Через спостереження школярі отримують можливість не лише сприймати

окремі факти, а й простежувати закономірності росту, розвитку та взаємодії живих організмів. Особливого значення навчальне спостереження набуває в умовах реалізації Державного стандарту базової середньої освіти, який орієнтує навчання природничих дисциплін на розвиток дослідницьких умінь учнів [32]. Саме тому трансформація традиційного шкільного спостереження у структуру системного навчального моніторингу може розглядатися як один із дієвих шляхів формування природничо-наукового мислення учнів 7 класу.

За своєю сутністю навчальне спостереження є цілеспрямованим і планомірним сприйняттям об’єктів та явищ природи, яке здійснюється відповідно до визначеної педагогічної мети. На відміну від побутового сприйняття, воно характеризується активністю когнітивних процесів, чіткою організацією, фіксацією результатів та їх подальшим аналізом [24]. Г. В. Ягенська та А. В. Степанюк зазначають, що спостереження у процесі навчання біології виконує не лише ілюстративну функцію, а є самостійним способом здобуття знань та формування дослідницьких умінь школярів [36].

В історико-методичному аспекті навчальне спостереження традиційно класифікують за різними ознаками, що дозволяє вчителю гнучко добирати форми роботи відповідно до дидактичних завдань уроку. За тривалістю проведення виділяють короткотривалі (епізодичні) та довготривалі спостереження. Короткотривалі спостереження зазвичай проводяться безпосередньо під час уроку та спрямовані на вивчення окремої ознаки або явища. Натомість довготривалі спостереження розгортаються у часі та дають можливість фіксувати динаміку біологічних процесів, зокрема ріст і розвиток рослин.

За місцем організації спостереження можуть бути лабораторними або польовими. Лабораторні спостереження проводяться у спеціально організованих умовах кабінету біології, тоді як польові передбачають роботу безпосередньо у природному середовищі або на навчально-дослідній ділянці. Окрім того, за рівнем самостійності учнів виділяють демонстраційні та самостійні спостереження. У першому випадку провідна роль належить

учителю, який організовує сприйняття об’єкта та спрямовує увагу учнів. Самостійне спостереження передбачає значно вищий рівень автономності школярів та активніше включення їх у процес дослідження.

Узагальнену інформацію щодо основних видів навчального спостереження у процесі вивчення біології представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Класифікація навчальних спостережень у процесі навчання біології

Ознака класифікації	Види спостереження	Характеристика
За тривалістю	Короткотривалі, довготривалі	Від кількох хвилин до тривалого моніторингу
За місцем проведення	Лабораторні, польові	У кабінеті біології або природному середовищі
За рівнем самостійності	Демонстраційні, самостійні	Від спостереження під керівництвом учителя до автономної роботи учнів

Як видно з таблиці 2.1, спектр навчальних спостережень у процесі вивчення біології є достатньо різноманітним. Це вимагає від учителя поступового формування в учнів умінь правильно організовувати спостереження: визначати його мету, дотримуватися певної послідовності дій, систематично фіксувати результати та робити елементарні висновки. У 7 класі саме такі дії стають основою переходу від емоційного сприйняття природних об’єктів до більш усвідомленої дослідницької діяльності.

Поступове залучення учнів до різних видів навчального спостереження потребує чіткої організації цієї діяльності. У дидактиці виділяють певну структуру навчального спостереження, яка дозволяє перетворити просте споглядання об’єкта на цілеспрямований спосіб наукового пізнання [5]. Будь-яке науково орієнтоване спостереження учнів повинно містити кілька взаємопов’язаних компонентів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Основні компоненти навчального спостереження

Компонент	Характеристика
Мотиваційно-цільовий	Усвідомлення учнем того, що саме він спостерігає та з якою метою здійснюється спостереження
Програмно-плануючий	Наявність алгоритму дій, інструктивної картки або системи критеріїв оцінювання об’єкта
Діяльнісно-фіксуючий	Безпосереднє сприйняття об’єкта та документування змін (записи, таблиці, замальовування, фотофіксація)
Аналітико-рефлексивний	Аналіз результатів спостереження, формулювання висновків, зіставлення результатів із початковим припущенням

Ефективність навчального спостереження значною мірою залежить від дотримання низки дидактичних вимог. Насамперед спостереження повинно бути об’єктивним, тобто учень має фіксувати реальні зміни біологічного об’єкта, а не очікуваний результат. Важливими умовами також є систематичність проведення спостережень, чітка послідовність дій та цілеспрямованість діяльності учнів.

Як зазначає Н. Ю. Матяш, важливим завданням сучасного навчання біології є інтеграція спостереження з процесами систематизації інформації [17]. Сама по собі фіксація окремих явищ ще не забезпечує розвитку мислення. Метод спостереження набуває реальної пізнавальної цінності лише тоді, коли отримані результати стають основою для аналізу, порівняння та узагальнення.

У 7 класі, коли акцент поступово зміщується на системне вивчення основ наук, навчальне спостереження має втрачати суто описовий характер. Доцільним є поступове включення елементів моніторингу, вимірювання та стандартизованого кодування результатів. Використання шкал, таблиць і систематичної фіксації даних дозволяє учням виявляти причинно-наслідкові зв’язки між станом живого організму та факторами середовища. Саме таким чином первинні емпіричні враження поступово трансформуються у більш глибоке природничо-наукове мислення [5].

У процесі організації навчального проєкту з фенологічного моніторингу *Hordeum vulgare* L. доцільним є поєднання епізодичного та систематичного навчального спостереження. Це дозволяє учням поступово перейти від фіксації окремих ознак рослини до усвідомлення динаміки її розвитку в часі (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Види навчального спостереження у процесі фенологічного моніторингу *Hordeum vulgare* L.

Вид спостереження	**Характеристика**	**Приклад у проєкті**
Епізодичне	Короткотривале спостереження окремого стану об’єкта	Фіксація появи колеоптиля або першого листка
Систематичне	Тривале спостереження за динамікою розвитку рослини	Моніторинг зміни фенофаз за шкалою Zadoks протягом кількох тижнів

Поєднання епізодичних і систематичних спостережень створює умови для формування в учнів цілісного уявлення про ріст і розвиток рослинного організму. Учні поступово починають розуміти, що біологічні процеси мають послідовний характер, а зміна однієї фази розвитку закономірно пов’язана з попередніми етапами онтогенезу.

Розвиток природничо-наукового мислення під час спостереження відбувається через кілька взаємопов’язаних етапів когнітивної діяльності. Першим етапом є безпосереднє чуттєве сприйняття об’єкта, коли учень за допомогою органів чуття та простих вимірювальних дій фіксує зовнішні ознаки рослини. Наступним етапом стає систематизація та інтерпретація отриманої інформації [17]. Саме на цьому рівні спостереження поступово переходить від простого сприйняття до аналітичної діяльності.

Особливого методичного значення у цьому контексті набуває використання міжнародної шкали Zadoks. Робота зі стандартизованими кодами дозволяє перевести спостереження за рослиною із суто описового рівня у

більш точну систему фіксації результатів. Замість узагальнених характеристик на кшталт «рослина підросла» або «з’явилися листки» учні вчаться визначати конкретні фази розвитку та співвідносити їх із відповідними кодами (Z11, Z12, Z13). Це стимулює розвиток операцій аналізу, порівняння та узагальнення, формує вміння виділяти істотні ознаки біологічного об’єкта та сприяє розвитку точності наукового мовлення.

Використання стандартизованої шкали має ще одну важливу методичну перевагу: учні поступово усвідомлюють, що наукове дослідження потребує єдиних критеріїв оцінювання та точності опису результатів. Якщо у повсякденному мовленні школяр може використовувати узагальнення типу «рослина добре росте», то робота зі шкалою Zadoks формує навички об’єктивної характеристики стану рослини на основі конкретних морфологічних ознак. Це сприяє розвитку культури наукового опису та підвищує усвідомленість спостереження.

Водночас спостереження не повинно обмежуватися лише фіксацією окремих фактів. Для того щоб воно перетворилося на інструмент розвитку мислення, важливо наповнити його проблемним змістом. О. І. Пометун та Н. М. Гупан підкреслюють, що критичне мислення формується у процесі аналізу суперечностей, пошуку пояснень і порівняння різних варіантів розвитку подій [30]. У навчальному проєкті така проблемна ситуація створюється шляхом порівняння рослин, що вирощуються за різних умов мінерального живлення.

Наприклад, учні можуть помітити, що у варіанті з азотним добривом рослини швидше переходять до стадії трьох листків (Z13), мають інтенсивніше зелене забарвлення та активніше формують вегетативну масу, тоді як контрольні рослини розвиваються повільніше. Саме у цей момент виникає пізнавальний запит: чому між рослинами спостерігається така різниця? Пошук відповіді на це питання спонукає учнів звертатися до теоретичного матеріалу, аналізувати функції елементів мінерального живлення та встановлювати

причинно-наслідкові зв’язки між умовами середовища і фізіологічним станом рослини.

Системна, організована та відносно тривала діяльність сприяє формуванню навичок усвідомленого наукового спостереження. Саме так відбувається поступовий перехід від хаотичного й переважно емоційного сприйняття окремих змін у живому об’єкті до цілеспрямованої системи дослідницьких дій. Учні вчаться не лише спостерігати, а й порівнювати результати, помічати закономірності та робити елементарні висновки на основі власних спостережень.

У процесі фенологічного моніторингу формуються також важливі інформаційно-дослідницькі уміння: дотримання інструкції спостереження, ведення записів, фіксація часових інтервалів, робота з таблицями та графічними матеріалами [36]. Представлення результатів у вигляді таблиць, графіків або діаграм підсилює STEM-компонент навчального проєкту. Учні отримують можливість поєднати біологічні спостереження з елементами математичної обробки результатів та їх графічної інтерпретації.

Водночас організація навчального спостереження потребує врахування певних труднощів, характерних для учнів 7 класу. На початкових етапах школярі можуть неточно визначати фази розвитку рослини, пропускати окремі зміни або робити передчасні висновки. Саме тому важливу роль відіграє педагогічний супровід учителя, який допомагає учням поступово формувати уважність, системність та точність у роботі з біологічними об’єктами.

Не менш важливим є виховний потенціал навчального спостереження. Тривалий догляд за рослинами формує в учнів відповідальність, наполегливість, акуратність у веденні записів та дбайливе ставлення до живих організмів. Крім того, систематична робота з живими об’єктами сприяє формуванню екологічного мислення та розвитку емоційно-ціннісного ставлення до природи, що відповідає загальним засадам Нової української школи [27].

Таким чином, навчальне спостереження, організоване у формі системного фенологічного моніторингу, є ефективним методом формування природничо-наукового мислення учнів 7 класу. Воно поєднує чуттєве сприйняття з аналітичною діяльністю, сприяє розвитку дослідницьких умінь, формує навички роботи з інформацією та створює умови для більш усвідомленого засвоєння біологічних знань.

РОЗДІЛ 3
РЕАЛІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЄКТУ ТА АНАЛІЗ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ

3.1. Організація дослідження та система фенологічних спостережень

Практична реалізація навчального проєкту «Оцінка впливу удобрення на фенологічні показники ячменю» здійснювалася на базі Тальнівської загальноосвітньої школи І–ІІІ ступенів № 2 за участю учнів 7 класу. Реалізація проєкту відбувалася протягом вересня–жовтня 2025 року у форматі короткотривалого навчального дослідження з використанням елементів фенологічного моніторингу та шкільного біологічного експерименту.

Організація роботи передбачала послідовне проходження підготовчого, дослідницького, аналітичного та підсумкового етапів. На підготовчому етапі учнів ознайомили з метою та завданнями проєкту, біологічними особливостями *H. vulgare*, принципами проведення фенологічних спостережень, правилами роботи з рослинним матеріалом та особливостями організації навчального експерименту. Учні отримали інструкції щодо ведення щоденників спостережень, заповнення таблиць фіксації результатів та критеріїв визначення фенофаз.

У дослідженні взяли участь 24 учні, яких було об’єднано у шість груп по чотири особи. Така організація роботи дозволяла поєднати вимоги навчального проєкту та елементи наукової організації експерименту. Кожна група відповідала за окремий варіант або повторення досліду, а всередині груп здійснювався розподіл функціональних обов’язків між учасниками. Учні виконували ролі координатора групи, експериментатора, спостерігача-фенолога та реєстратора-аналітика. Розподіл обов’язків сприяв залученню всіх учасників до активної діяльності, розвитку навичок співпраці, відповідальності та організації командної роботи.

Схема експерименту передбачала два варіанти досліду: контрольний варіант без внесення добрив та дослідний варіант із застосуванням азотного

мінерального добрива – карбаміду (сечовини). Для забезпечення достовірності результатів кожен варіант було реалізовано у трьох повтореннях. Відповідно, три групи працювали з контрольним варіантом, а три групи – з дослідним.

Як азотне мінеральне добриво використовували карбамід, що містить близько 46 % азоту в амідній формі. У контрольному варіанті рослини вирощували без внесення добрива, застосовуючи лише полив водою. У дослідному варіанті використовували 0,1 % водний розчин карбаміду (1 г добрива на 1 л води), адаптований до умов навчального експерименту та безпечний для використання у шкільному середовищі.

Для вирощування рослин використовували однакові вегетаційні посудини та універсальний торфовий субстрат для розсади з нейтральною або слабкокислою реакцією середовища (pH 6,0–6,5). У кожному повторенні висівали по 30 насінин ячменю. Загальна кількість насіння у контрольному варіанті становила 90 насінин, у дослідному варіанті – також 90 насінин. Використання достатньої кількості рослин забезпечувало можливість проведення порівняльного аналізу результатів та створювало умови для розвитку математичної компетентності учнів, зокрема під час підрахунку відсотка проростання, визначення середніх показників та побудови таблиць і діаграм.

Усі варіанти досліду закладалися за однакових умов освітлення, температурного режиму та зволоження субстрату. Полив здійснювали водою кімнатної температури за потребою, підтримуючи помірну вологість без перезволоження ґрунту.

Дослідницький етап передбачав проведення систематичного фенологічного моніторингу розвитку рослин. Спостереження здійснювали щоденно або через 1–2 дні залежно від інтенсивності змін морфологічного стану рослин. Учні фіксували дату спостереження, появу зародкового корінця, колеоптиля, розвиток листків, початок кущіння, загальний стан рослин та особливості проходження окремих фаз розвитку.

Для підвищення точності та об’єктивності спостережень під час визначення етапів розвитку використовували шкалу Zadoks. У межах короткотривалого навчального проєкту увага зосереджувалася переважно на ранніх макростадіях розвитку: проростанні (00–09), розвитку листків (10–19) та початкових стадіях кущіння (20–29). Критерієм фіксації фенофази було правило «50 % рослин», відповідно до якого певну фазу вважали такою, що настала, якщо її характерні морфологічні ознаки спостерігалися щонайменше у половини рослин відповідного варіанта.

Для стандартизації фенологічних спостережень використовували шкалу Zadoks. У межах навчального проєкту увагу зосереджували переважно на ранніх етапах розвитку *H. vulgare*: проростанні (00–09), розвитку листків (10–19) та початкових стадіях кущіння (20–29). Для полегшення ідентифікації фенофаз учнями використовували візуальну схему основних стадій розвитку ячменю за шкалою Zadoks (рис. 3.1), що дозволяло співвідносити морфологічні ознаки рослин із відповідними кодами шкали.



Рис. 3.1. Ранні стадії розвитку ячменю (*H. vulgare*) за шкалою Zadoks (Z00–Z21). *Джерело: авторська візуалізація, створена на основі опису шкали Zadoks із використанням інструментів штучного інтелекту.*

Результати спостережень учні заносили до індивідуальних та групових таблиць, у яких зазначали дату спостереження, код фази за шкалою Zadoks, опис морфологічних ознак та додаткові коментарі щодо стану рослин. Після завершення дослідницького етапу отримані результати узагальнювалися, аналізувалися та використовувалися для формулювання висновків щодо впливу азотного удобрення на проходження ранніх фенофаз *H. vulgare*.

Таким чином, організація дослідження поєднувала елементи біологічного експерименту, фенологічного моніторингу та проєктної діяльності учнів. Формат «лабораторії на підвіконні» забезпечував доступність дослідження для умов закладу загальної середньої освіти та створював умови для формування в учнів дослідницьких умінь, навичок спостереження, аналізу даних, роботи з кількісними показниками та реальними біологічними об’єктами.

3.2. Аналіз динаміки проходження фенофаз *H. vulgare*

У процесі реалізації навчального проєкту здійснювався систематичний фенологічний моніторинг розвитку *H. vulgare* у контрольному та дослідному варіантах. Спостереження проводилися відповідно до шкали Zadoks із фіксацією ранніх макростадій розвитку рослин. У повтореннях спостерігалися незначні коливання строків настання окремих фенофаз (переважно в межах ±1 доби), що є закономірним для біологічних об’єктів навіть за стандартизованих умов вирощування. Для узагальнення результатів у таблиці наведено середні значення за трьома повтореннями кожного варіанта досліду (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Динаміка проходження ранніх фенофаз *H. vulgare* у контрольному та дослідному варіантах

Фенофаза	**Код Zadoks**	**Контрольний варіант (середнє значення, n=3)**	**Карбамід (середнє значення, n=3)**
Проростання насіння	Z05	3 доба	2 доба

Поява першого листка	Z11	7 доба	6 доба
Формування трьох листків	Z13	12 доба	10 доба
Початок кущіння	Z21	18 доба	15 доба

Аналіз результатів фенологічного моніторингу свідчить про певні відмінності у темпах розвитку рослин залежно від умов мінерального живлення. У дослідному варіанті із застосуванням карбаміду окремі фенофази наставали раніше порівняно з контрольним варіантом, що дозволяє припустити позитивний вплив азотного живлення на інтенсивність раннього росту *H. vulgare*.

Перші відмінності між варіантами спостерігалися вже на стадії проростання. У дослідному варіанті фаза Z05 у середньому реєструвалася на другу добу після висіву, тоді як у контрольному варіанті аналогічні ознаки спостерігалися переважно на третю добу. Хоча різниця становила лише близько однієї доби, для короткотривалого навчального експерименту вона є помітною та доступною для безпосереднього спостереження учнями.

Подібна тенденція простежувалася і на наступних етапах розвитку рослин. Фаза появи першого листка (Z11) у варіанті з карбамідом наставала приблизно на одну добу раніше, ніж у контрольному. Більш виражені відмінності спостерігалися під час формування листкового апарату. Так, стадія трьох листків (Z13) у рослин дослідного варіанта у середньому фіксувалася на десяту добу, тоді як у контрольному варіанті – близько дванадцятої доби.

Найбільш помітні відмінності було зафіксовано на початкових стадіях кущіння. Фаза Z21 у дослідному варіанті наставала приблизно на п’ятнадцяту добу, тоді як у контрольному варіанті – на вісімнадцяту. Зважаючи на те, що варіації між окремими повтореннями зазвичай не перевищували ±1 доби, зміщення строків проходження окремих фенофаз у дослідному варіанті на 2–3 доби, особливо на стадії кущіння, може розглядатися як стійка тенденція, а не випадкове коливання результатів.

Окремий інтерес становить аналіз міжфазних періодів розвитку рослин. У контрольному варіанті перехід від проростання до стадії першого листка, а також від формування листкового апарату до початку кущіння відбувався дещо повільніше порівняно з дослідним варіантом. Найбільш помітне скорочення міжфазного інтервалу спостерігалося на етапі переходу від формування листків до початку кущіння. Це може свідчити про поступове накопичення ефекту азотного живлення в міру розвитку рослин. Для учнів аналіз міжфазних інтервалів став додатковим інструментом інтерпретації результатів, оскільки дозволяв не лише фіксувати окремі дати настання фенофаз, а й оцінювати динаміку розвитку біологічного об’єкта.

Виявлена тенденція до прискорення проходження ранніх фенофаз у дослідному варіанті може бути пояснена біологічною роллю азоту у життєдіяльності рослин. Після внесення у субстрат карбамід поступово трансформується у форми азоту, доступні для засвоєння рослинами. На ранніх етапах розвитку це може сприяти активізації обміну речовин та ефективнішому використанню запасних речовин насіння. На наступних стадіях розвитку (Z11–Z21) азот відіграє важливу роль у синтезі амінокислот, білків та хлорофілу, стимулює діяльність твірних тканин і формування вегетативної маси. Імовірно, саме цим пояснюється поступове збільшення різниці між контрольним та дослідним варіантами від ранніх стадій проростання до початку кущіння.

Під час проведення фенологічного моніторингу учні фіксували не лише строки проходження фенофаз, а й особливості зовнішнього вигляду рослин. У дослідному варіанті рослини характеризувалися більш інтенсивним зеленим забарвленням листків, дещо вищими темпами росту, кращим розвитком листкового апарату та більш вираженим тургором. У контрольному варіанті розвиток рослин також відбувався стабільно, проте окремі морфологічні зміни проявлялися дещо пізніше.

Аналіз учнівських записів засвідчив, що учасники проєкту були здатні не лише здійснювати фіксацію окремих ознак, а й проводити елементарне

порівняння результатів між варіантами. Серед типових записів траплялися спостереження на кшталт: *«У варіанті з добривом листки з'явилися швидше»*, *«Рослини у дослідному варіанті мали більш насичений зелений колір»*, *«Початок кущіння у варіанті з карбамідом настав раніше»*.

Під час фенологічного моніторингу виникали також певні труднощі. Для частини учнів складним виявилося визначення моменту переходу між близькими фенофазами, особливо на ранніх етапах розвитку. Додаткові труднощі були пов'язані із застосуванням правила «50 % рослин», необхідністю систематичного контролю умов вирощування та первинним використанням кодів шкали Zadoks під час кодування результатів.

Для подолання виявлених труднощів учням було запропоновано короткі алгоритмічні пам'ятки та проведено проміжне консультування груп. Зокрема, під час визначення моменту настання фенофази учні використовували алгоритм: «підраховуємо загальну кількість рослин у посудині (30 шт.); якщо ознака фази спостерігається щонайменше у 15 рослин – фіксуємо дату». Це дозволило зменшити суб'єктивність оцінювання та скоригувати окремі первинні помилки у записах спостережень.

Таким чином, результати модельного фенологічного моніторингу демонструють тенденцію до швидшого проходження ранніх фенофаз *H. vulgare* за умов азотного удобрення. Використання шкали Zadoks дозволило стандартизувати систему спостережень, а організація дослідження у форматі навчального проєкту сприяла розвитку в учнів умінь спостереження, аналізу даних, математичної інтерпретації результатів та формулювання біологічних висновків.

3.3. Освітній потенціал фенологічних досліджень у навчанні біології

Використання фенологічних досліджень у навчанні біології має значний освітній потенціал, оскільки поєднує елементи біологічного експерименту, систематичного спостереження, аналізу даних та практичної дослідницької діяльності учнів. Реалізація навчального проєкту «Оцінка впливу удобрення на

фенологічні показники ячменю» дозволила продемонструвати можливості використання фенологічного моніторингу як засобу формування предметних і ключових компетентностей здобувачів освіти.

Одним із провідних освітніх результатів реалізації проєкту є формування дослідницьких умінь учнів. У процесі роботи учасники проєкту були залучені до основних етапів навчально-дослідницької діяльності: постановки проблеми, планування експерименту, проведення спостережень, фіксації результатів, порівняння варіантів досліду, аналізу отриманих даних та формулювання висновків. Робота з реальним біологічним об’єктом сприяла розвитку відповідальності, самостійності та навичок командної взаємодії.

Робота з живими рослинами створює особливий тип навчальної взаємодії, за якого учень виступає не лише спостерігачем, а й безпосереднім учасником дослідницького процесу. На відміну від роботи з готовими зображеннями, схемами чи відеоматеріалами, фенологічний моніторинг передбачає реальну зміну об’єкта у часі, що потребує систематичності, уважності та відповідального ставлення до дослідження. Саме регулярний характер спостережень дозволяє учням усвідомити динамічний характер біологічних процесів та сформувати цілісніше розуміння закономірностей росту і розвитку рослин.

Важливим результатом роботи стало формування елементів природничо-наукової компетентності. Під час реалізації проєкту учні застосовували знання про мінеральне живлення рослин, особливості росту і розвитку зернових культур, умови проведення біологічного експерименту та принципи фенологічного моніторингу. Використання шкали Zadoks дозволяло пов’язувати теоретичні знання з практичним спостереженням морфологічних змін рослин та стандартизувати процес визначення фенофаз.

Фенологічний моніторинг сприяв формуванню навичок систематичного спостереження, що є важливою складовою біологічної освіти. Учні вчилися здійснювати регулярний контроль розвитку рослин, працювати з критеріями фіксації фенофаз, використовувати правило «50 % рослин», вести щоденники

спостережень та заповнювати таблиці реєстрації результатів. У процесі роботи розвивалися також елементи критичного мислення: учні порівнювали результати контрольного та дослідного варіантів, аналізували причини виявлених відмінностей, висували припущення щодо впливу азотного живлення на розвиток рослин та аргументували власні висновки.

Суттєвим освітнім результатом проєкту стало формування навичок роботи з даними та розвиток математичної компетентності. Учні здійснювали підрахунок кількості рослин, визначали строки проходження окремих фенофаз, використовували середні значення за повтореннями, аналізували різницю між контрольним та дослідним варіантами та оформлювали результати у вигляді таблиць. Таким чином, біологічне дослідження набувало міжпредметного характеру, інтегруючи елементи біології, математики та основ дослідницької діяльності.

Для оцінювання освітнього впливу проєкту було використано комплекс діагностичних матеріалів, що включав анкету «Інтерес до біологічних досліджень та навчального проєкту» (Додаток А), анкету самооцінювання умінь фенологічного спостереження (Додаток Б) та карту педагогічного спостереження за формуванням дослідницьких умінь учнів (Додаток В).

Результати анкетування щодо інтересу до біологічних досліджень та навчального проєкту засвідчили позитивну динаміку навчальної мотивації учнів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Рівні інтересу до біологічних досліджень та навчального проєкту

Рівень	До проєкту	Після проєкту
Високий	7 учнів (29,2 %)	13 учнів (54,2 %)
Середній	11 учнів (45,8 %)	9 учнів (37,5 %)
Низький	6 учнів (25,0 %)	2 учні (8,3 %)

Аналіз результатів свідчить про збільшення частки учнів із високим рівнем інтересу до біологічних досліджень та одночасне зменшення кількості учнів із низьким рівнем зацікавленості. Найбільш помітні зміни стосувалися позитивного ставлення до роботи з реальними біологічними об’єктами, проведення спостережень та практичного експериментування. У відкритих відповідях учні зазначали: *«Було цікаво спостерігати зміни щодня»*, *«Сподобалося працювати з рослинами, а не лише читати підручник»*, *«Хотілося порівняти, як працює добриво»*.

Позитивна динаміка спостерігалася і за результатами самооцінювання умінь фенологічного спостереження (Додаток Б), що представлено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Результати самооцінювання умінь фенологічного спостереження

Рівень сформованості умінь	**До проєкту**	**Після проєкту**
Високий	5 учнів (20,8 %)	14 учнів (58,3 %)
Середній	13 учнів (54,2 %)	8 учнів (33,3 %)
Низький	6 учнів (25,0 %)	2 учні (8,3 %)

Отримані результати демонструють позитивні зміни у сприйнятті учнями власних дослідницьких умінь. Найбільш помітне покращення стосувалося навичок фіксації результатів спостережень, роботи з таблицями, визначення стадій розвитку рослин та формулювання висновків на основі отриманих даних. У відкритих відповідях учні зазначали: *«Навчився визначати стадії розвитку рослин»*, *«Стало легше працювати з таблицями спостережень»*, *«Зрозумів, як порівнювати результати різних варіантів»*.

Результати педагогічного спостереження за проявом дослідницьких умінь учнів (Додаток В) загалом узгоджувалися з даними самооцінювання (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Результати педагогічного спостереження за проявом дослідницьких умінь учнів

Рівень прояву дослідницьких умінь	Кількість учнів	Частка
Високий	11	45,8 %
Середній	10	41,7 %
Низький	3	12,5 %

Порівняльний аналіз результатів самооцінювання учнів (табл. 3.3) та педагогічного спостереження (табл. 3.4) виявив певну розбіжність у розподілі рівнів сформованості дослідницьких умінь. Частка учнів, які за результатами самооцінювання віднесли себе до високого рівня (58,3 %), дещо перевищувала відповідний показник педагогічної оцінки (45,8 %). Така тенденція є закономірною для учнів підліткового віку та може пояснюватися суб'єктивним відчуттям успіху, підвищеним емоційним фоном після завершення практичної частини проєкту та позитивним досвідом роботи з реальними біологічними об'єктами. Водночас загальна узгодженість результатів обох діагностик свідчить про позитивну динаміку формування дослідницьких умінь учнів та відносно адекватне усвідомлення ними власного дослідницького поступу.

За результатами педагогічного оцінювання найбільш виражений прогрес спостерігався у сформованості навичок систематичного моніторингу, ведення записів, порівняльного аналізу варіантів досліду та формулювання висновків. Позитивна динаміка простежувалася також щодо використання правила «50 % рослин», роботи зі шкалою Zadoks та дотримання алгоритму спостереження.

Освітній потенціал проєкту проявляється також у можливості інтеграції елементів STEM-освіти у навчання біології. У межах STEM-підходу інтеграція компонентів реалізовувалася через конкретні навчально-дослідницькі завдання. Компонент S (Science) передбачав вивчення закономірностей мінерального живлення рослин, фенології та особливостей ранніх етапів

онтогенезу *H vulgare*. Компонент T (Technology) реалізовувався через використання таблиць спостереження, шкали Zadoks, алгоритмічних пам'яток та інструментів фіксації результатів. Компонент E (Engineering) проявлявся в організації моделі «лабораторії на підвіконні», плануванні умов вирощування та підтриманні контрольованих параметрів експерименту. Компонент M (Mathematics) охоплював підрахунок кількості рослин, застосування правила «50 % рослин», аналіз повторень експерименту, використання середніх значень та порівняння строків проходження фенофаз.

Таким чином, навчальний проєкт демонстрував практичну реалізацію STEM-підходу у біологічній освіті та створював умови для інтегрованого застосування природничих, математичних та технологічних знань у процесі дослідницької діяльності учнів. Окремого значення набуває робота з реальним біологічним об'єктом, яка є важливою перевагою фенологічних досліджень у шкільній практиці. На відміну від суто теоретичного опрацювання навчального матеріалу, робота з живими рослинами забезпечує високий рівень наочності, дозволяє безпосередньо спостерігати біологічні процеси та встановлювати взаємозв'язки між умовами середовища і особливостями розвитку організмів.

Перспективним напрямом розвитку подібних підходів є використання навчальних мікродосліджень формату «досліди на підвіконні» у практиці шкільної біологічної освіти. Такі проєкти можуть бути адаптовані до умов класної кімнати, не потребують складного обладнання та дозволяють організувати короткотривалі дослідження з високим рівнем залучення учнів. Подібні підходи можуть застосовуватися під час вивчення тем, пов'язаних із ростом і розвитком рослин, мінеральним живленням, екологічними факторами, фізіологією рослин та основами агробіології.

Перспективність використання фенологічних досліджень у шкільній практиці пов'язана також із можливістю їх адаптації до різних освітніх контекстів, зокрема до вимог Нової української школи та умов інклюзивного навчання. Формат короткотривалих мікродосліджень дозволяє варіювати

рівень складності завдань, обсяг спостережень, способи фіксації результатів та форми представлення висновків залежно від віку учнів та їхніх освітніх потреб.

Для учнів із різним рівнем підготовки можуть використовуватися диференційовані варіанти роботи: від простого візуального спостереження та ведення спрощених таблиць до виконання елементів математичного аналізу результатів і побудови графічних моделей розвитку рослин. Це розширює дидактичні можливості фенологічних досліджень та робить їх перспективним інструментом компетентнісно орієнтованого навчання біології.

Таким чином, фенологічні дослідження мають значний освітній потенціал у навчанні біології, оскільки сприяють формуванню дослідницьких умінь, розвитку природничо-наукової компетентності, навичок роботи з даними, критичного мислення та навчальної мотивації учнів, а також створюють умови для інтеграції елементів STEM-освіти та роботи з реальними біологічними об’єктами.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу біологічної, агробіологічної та методичної літератури проаналізовано біологічні особливості *H. vulgare*, значення фенологічних показників у вивченні розвитку рослин та вплив мінерального живлення на проходження основних фаз розвитку зернових культур. Встановлено, що ячмінь звичайний є зручним модельним об’єктом для організації навчально-дослідницької діяльності учнів завдяки відносно короткому періоду раннього розвитку, чітко вираженим фенологічним фазам, високій чутливості до умов мінерального живлення та можливості вирощування у форматі «лабораторії на підвіконні».

Визначено, що фенологічні показники є важливими індикаторами росту та розвитку рослин, оскільки дозволяють простежувати динаміку онтогенетичних процесів, аналізувати вплив умов середовища та особливості проходження окремих фенофаз. Показано доцільність використання стандартизованих систем фенологічного опису, зокрема шкали Zadoks, яка забезпечує об’єктивність і відтворюваність результатів спостереження.

З’ясовано, що мінеральне живлення безпосередньо впливає на інтенсивність ростових процесів, швидкість проходження ранніх фаз онтогенезу та фізіологічний стан рослин *H. vulgare*. Особливу роль у стимуляції раннього росту відіграє азотне живлення, яке активізує процеси синтезу білків, ферментативну активність, формування листкового апарату та прискорює перехід рослин до наступних фенологічних стадій.

2. Обґрунтовано методичні засади організації проєктної діяльності учнів 7 класу та можливості використання фенологічного моніторингу із застосуванням шкали Zadoks у процесі формування природничо-наукової компетентності. Встановлено, що вікові особливості семикласників – розвиток спостережливості, потреба у практичній діяльності, формування причинно-наслідкового мислення, інтерес до групової взаємодії та дослідницьких форм

роботи – створюють сприятливі передумови для використання навчальних проєктів у процесі вивчення біології.

Доведено, що навчальне спостереження у форматі систематичного фенологічного моніторингу є ефективним засобом формування дослідницьких умінь учнів. Воно сприяє розвитку навичок цілеспрямованого спостереження, систематичної фіксації результатів, аналізу даних, роботи зі стандартизованими критеріями оцінювання та формулювання висновків на основі власних спостережень. Використання шкали Zadoks дозволяє зменшити суб'єктивність опису результатів, формує точність наукового мовлення та наближує учнівські дослідження до практики сучасної біологічної та агробіологічної науки.

Встановлено також, що фенологічний моніторинг має значний потенціал для інтеграції елементів STEM-освіти, оскільки поєднує біологічний зміст дослідження з математичними розрахунками, використанням алгоритмів фіксації результатів, організацією навчального експерименту та аналізом отриманих даних.

3. Розроблено, апробовано та проаналізовано методику організації навчального проєкту «Оцінка впливу удобрення на фенологічні показники ячменю» та визначено її освітній потенціал у формуванні дослідницьких умінь учнів. Експериментальна робота передбачала організацію фенологічного моніторингу *H. vulgare* в умовах класної кімнати із використанням контрольного та дослідного варіантів вирощування, трьох повторень експерименту та групової форми роботи учнів.

Установлено, що застосування азотного удобрення сприяло прискоренню проходження окремих ранніх фенофаз розвитку рослин, зокрема формування листків та початку кущіння, що узгоджується з фізіологічною роллю азоту у забезпеченні інтенсивних ростових процесів. Аналіз результатів спостережень дозволив простежити відмінності між контрольним та дослідним варіантами, оцінити тривалість міжфазних періодів та виявити характерні візуальні прояви дії добрив.

Визначено значний освітній потенціал розробленої методики. Реалізація проєкту сприяла формуванню дослідницьких умінь, розвитку навичок систематичного моніторингу, роботи з біологічними даними, критичного мислення та навчальної мотивації учнів. Результати анкетування та педагогічного спостереження засвідчили позитивну динаміку інтересу учнів до біологічних досліджень і зростання рівня сформованості дослідницьких умінь. Використання реального біологічного об’єкта, групової взаємодії та формату «лабораторії на підвіконні» створювало умови для практичного застосування знань, підвищення пізнавальної активності та реалізації STEM-орієнтованого підходу у навчанні біології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бех І. Д. Вибрані наукові праці. Виховання особистості. Т. 2. Чернівці : Букрек, 2015. 640 с. (Серія «Школа майбутнього»).

2. Бикін А. В., Поліщук І. П. Вплив добрив на агрохімічні показники темно-сірого лісового ґрунту та продуктивність моркви столової. *Науковий вісник НАУ*, 2000. Вип. 32. С. 185–188..

3. Вега Н. І. Зміна вмісту лужногідролізованого азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті під впливом мінерального удобрення ячменю ярого. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. Вип. 83. С. 100–104..

4. Влох В. Г., Тучапський О. Р. Ячмінь озимий у Західному регіоні України. Львів, 2004. 72 с..

5. Волощук, І. С., Калмикова, Л. О., Мелешко, В. В., Мирончук, Н. М., Тадеєв, П. О., Тадеєва, М. І., Шуленок, О. С. (2024). *Науково-методичні засади реалізації змісту середньої спеціалізованої освіти наукового спрямування: методичний посібник.* Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України.

6. Ворожейкіна, О. М. (2011). *100 цікавих ідей для проведення уроку.* Харків: Видавнича група «Основа». (Серія «Золота педагогічна скарбниця»).

7. Гораш О. С. Взаємозв’язок елементів продуктивності ячменю з початковими етапами розвитку. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 11. С. 22–24..

8. Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ : ТОВ «Сік Груп Україна», 2015. 392 с.

9. Господаренко Г. М. Удобрення сільськогосподарських культур. К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 276 с..

10. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Трансформація кислотно-основних властивостей грунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уманського НУС*. 2014. № 1. С. 8–12..

11. Державний стандарт базової середньої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-п (дата звернення: 17.05.2026).

12. Задорожний К. М. Навчальні проєкти з біології. 7 клас. Харків : Вид. група «Основа», 2015. 112 с.

13. Киричук, В. О., Неділько, В. П., Руденко, С. А., Прашко, О. В., Смотрін, В. О., Мельник, М. Ю., Андросович, К. А., Веселка, Ю. Б., Давидова, М. О. (2014). *Технології проектування в практиці роботи загальноосвітнього навчального закладу: теоретико-практичний аспект: Посібник.* Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України.

14. Лихочвор В. В., Проць Р. Р., Долєжал Я. Ячмінь. Львів: НВФ "Українські технології", 2003. 88 с..

15. Лопушняк В. І., Вега Н. І. Вплив рівня мінерального живлення ячменю ярого на вміст рухомих сполук фосфору в темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 2. Том 1. Ч. 2. С. 30–37..

16. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В. Фізіологія рослин з основами біохімії / за ред. М. М. Макрушина. Вінниця : Нова Книга, 2014. 416 с.

17. Матяш Н. Теоретичні засади систематизації інформації учнями у процесі навчання біології. *Рідна школа*. 2014. № 1/2. С. 35–39.

18. Матяш Н. Ю., Коршевнюк Т. В. Дослідницька діяльність учнів як засіб формування природничо-наукової компетентності у вивченні біології. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2021. № 3. С. 12–17.

19. Мельник В. П. Проєктна технологія як засіб розвитку критичного мислення учнів на уроках біології. *Педагогічний альманах*. 2022. Вип. 51. С. 84–90.

20. Модельна навчальна програма «Біологія, 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти (автори: Балан П. Г., Топіха Т. С.). Рекомендовано

Міністерством освіти і науки України (наказ МОН України від 06.09.2023 № 1090).

21. Модельні навчальні програми для 5-9 класів Нової української школи (запроваджуються поетапно з 2022 року) : вебсайт / Міністерство освіти і науки України. URL: https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/modelni-navchalni-programi-dlya-5-9-klasiv-novoi-ukrainskoi-shkoli-zaprovadzhuyutsya-poetapno-z-2022-roku (дата звернення: 18.04.2026).

22. Мороз І. В., Степанюк А. В., Гончар О. Д. Методика навчання біології : навч. посіб. Київ : Генеза, 2011. 256 с.

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

24. Навчання біології учнів основної школи : методичний посібник / Н. Ю. Матяш та ін. Київ : КОНВІ ПРИНТ, 2019. 208 с.

25. Науково-методичні засади компетентнісно орієнтованого навчання біології і хімії в основній школі : звіт про НДР (остаточний) / НАПН України, Ін-т педагогіки ; кер. роботи Н. Ю. Матяш. Київ, 2018. 144 с. № ДР 0116U000000.

26. Нова українська школа: концептуальні засади реформування середньої школи / заг. ред. М. Грищенка. Київ : МОН України, 2016. 34 с.

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

28. Папуча М. В., Наконечна М. М. Теоретичні основи психології особистості : навч. посіб. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2018. 60 с.

29. Пометун О. І. Енциклопедія інтерактивного навчання. Київ : Центр освітніх ініціатив, 2014. 144 с.

30. Пометун О. І., Гупан Н. М. Методика розвитку критичного мислення учнів ліцею на уроках історії : методичний посібник [Електронне видання]. Київ : КОНВІ ПРІНТ, 2021. 250 с.

31. Пометун О. І., Гупан Н. М. Розвиток критичного мислення учнів засобами шкільного підручника історії. *Проблеми сучасного підручника*. 2018. Вип. 20. С. 327–338. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/psp_2018_20_32 (дата звернення: 03.05.2026).

32. Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 30 верес. 2020 р. № 898. URL: https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898 (дата звернення: 18.04.2026).

33. Ткачик С. О. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2015. 241 с. *(Містить адаптацію кодів Задокса)*.

34. Шестак В. Г. Біометричні аспекти і фенологічні етапи формування врожаю ячменю озимого під впливом удобрення та інгібітора нітрифікації. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Вип. 101, Част. 1, 2022. С. 28–46..

35. Шувар І. А., Беген Н. М. Фенологічний моніторинг в агроекосистемах : методичні вказівки. Львів : Новий Світ-2000, 2019. 84 с.

36. Ягенська, Г. В., Степанюк, А. В. (2021). *Формування дослідницьких умінь школярів у галузі природничих наук (друга половина XX – початок XXI століття): Монографія.* Тернопіль: Редакційно-видавничий відділ ТНПУ імені Володимира Гнатюка.

37. Meier U. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants: BBCH Monograph. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001. 158 p.

38. Zadoks J. C., Chang T. T., Konzak C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*. 1974. Vol. 14, No. 6. P. 415–421.

ДОДАТКИ

Додаток А

Анкета «Інтерес до біологічних досліджень та навчального проєкту»

Шановний учню / шановна ученице!

Просимо тебе взяти участь в анкетуванні, метою якого є вивчення ставлення учнів до біологічних досліджень та навчальної проєктної діяльності. Анкетування є анонімним. Уважно прочитай кожне твердження та познач варіант відповіді, який найбільше відповідає твоїй думці.

Оціни кожне твердження за шкалою:

1 – зовсім не згоден(на)

2 – швидше не згоден(на)

3 – важко відповісти

4 – швидше згоден(на)

5 – повністю згоден(на)

№	Твердження	1	2	3	4	5
1	Мені цікаво спостерігати за ростом і розвитком рослин.	□	□	□	□	□
2	Мені подобається виконувати біологічні дослідження.	□	□	□	□	□
3	Практичні завдання з біології цікавіші для мене, ніж лише робота з підручником.	□	□	□	□	□
4	Мені цікаво з’ясовувати, чому рослини ростуть і розвиваються по-різному.	□	□	□	□	□
5	Мені подобається працювати з реальними біологічними об’єктами.	□	□	□	□	□
6	Я хотів(ла) б частіше проводити досліди та спостереження на уроках біології.	□	□	□	□	□
7	Мені цікаво аналізувати результати спостережень і робити висновки.	□	□	□	□	□
8	Робота в групі під час виконання дослідження є для мене цікавою.	□	□	□	□	□

Обробка результатів. 8 тверджень × максимум 5 балів = **40 балів**.

Інтерпретація: 32–40 – високий рівень інтересу; 20–31 – середній; 8–19 – низький.

Додаток Б

Анкета самооцінювання умінь фенологічного спостереження

Шановний учню / шановна ученице!

Просимо тебе взяти участь в анкетуванні, метою якого є визначення рівня сформованості умінь спостереження під час виконання біологічних досліджень. Анкетування є анонімним. Уважно прочитай кожне твердження та познач варіант відповіді, який найбільше відповідає твоїй думці.

Оціни кожне твердження за шкалою:

1 – не вмію

2 – вмію частково

3 – іноді вдається

4 – вмію достатньо добре

5 – вмію впевнено

№	Твердження	1	2	3	4	5
1	Я вмію регулярно проводити спостереження за рослинами.	□	□	□	□	□
2	Я вмію помічати зміни у рості та розвитку рослин.	□	□	□	□	□
3	Я вмію точно записувати результати спостережень.	□	□	□	□	□
4	Я вмію працювати з таблицями спостережень та заповнювати їх.	□	□	□	□	□
5	Я можу визначити стадію розвитку рослини за зовнішніми ознаками.	□	□	□	□	□
6	Я вмію порівнювати результати різних дослідних варіантів.	□	□	□	□	□
7	Я можу пояснити можливі причини відмінностей у розвитку рослин.	□	□	□	□	□
8	Я вмію робити висновки на основі результатів спостережень.	□	□	□	□	□

Питання після завершення навчального проєкту

9. Які уміння спостереження або дослідницької роботи, на твою думку, вдалося покращити під час виконання навчального проєкту?

За кожне твердження учень може отримати від 1 до 5 балів.

Максимальна кількість балів – 40

Мінімальна кількість балів – 8

Підрахунок результатів здійснюється шляхом сумування балів за всіма твердженнями анкети.

Інтерпретація результатів

32–40 балів – високий рівень сформованості умінь фенологічного спостереження. Учень демонструє достатньо сформовані навички проведення біологічних спостережень, уміє фіксувати результати, аналізувати зміни, порівнювати дослідні варіанти та робити обґрунтовані висновки.

20–31 бал – середній рівень сформованості умінь фенологічного спостереження. Учень загалом володіє основними навичками спостереження, однак може потребувати допомоги під час аналізу результатів, інтерпретації даних або формулювання висновків.

8–19 балів – низький рівень сформованості умінь фенологічного спостереження. Учень відчуває труднощі під час проведення спостережень, фіксації результатів, порівняння отриманих даних та пояснення закономірностей розвитку рослин.

Аналіз результатів анкетування до і після реалізації навчального проєкту дозволяє визначити динаміку розвитку дослідницьких умінь учнів та оцінити вплив фенологічного моніторингу на формування навичок біологічного спостереження.

Додаток В

Карта педагогічного спостереження за формуванням дослідницьких умінь учнів під час реалізації навчального проєкту

Шановний учителю!

Просимо оцінити прояв дослідницьких умінь учнів під час виконання навчального проєкту з фенологічного моніторингу ячменю. Оцінювання здійснюється на основі педагогічного спостереження за діяльністю учнів у процесі організації та проведення дослідження.

Оцініть кожний показник за шкалою:

0 – показник не проявляється;

1 – проявляється частково;

2 – проявляється достатньо виражено.

№	Показник	0	1	2
1	Учень регулярно проводить спостереження за рослинами.	□	□	□
2	Учень дотримується інструкції та алгоритму виконання дослідження.	□	□	□
3	Учень точно фіксує результати фенологічних спостережень.	□	□	□
4	Учень правильно визначає стадії розвитку рослин.	□	□	□
5	Учень уміє працювати з таблицями спостережень та систематизувати результати.	□	□	□
6	Учень порівнює результати різних дослідних варіантів.	□	□	□
7	Учень формулює висновки на основі отриманих результатів.	□	□	□
8	Учень активно бере участь у груповій дослідницькій роботі.	□	□	□
9	Учень виявляє інтерес до навчально-дослідницької діяльності.	□	□	□

За кожним показником учень може отримати від 0 до 2 балів.

Максимальна кількість балів – 18

Мінімальна кількість балів – 0

Підрахунок результатів здійснюється шляхом сумування балів за всіма показниками карти педагогічного спостереження.

Інтерпретація результатів

14–18 балів – високий рівень прояву дослідницьких умінь.

Учень активно включається у дослідницьку діяльність, демонструє сформовані навички спостереження, аналізу результатів, роботи з даними та формулювання висновків.

7–13 балів – середній рівень прояву дослідницьких умінь.

Учень загалом бере участь у дослідницькій діяльності та володіє базовими навичками спостереження, однак окремі компоненти потребують подальшого розвитку.

0–6 балів – низький рівень прояву дослідницьких умінь.

Учень відчуває труднощі під час виконання дослідницьких завдань, потребує додаткового педагогічного супроводу та підтримки.

Результати карти педагогічного спостереження доцільно аналізувати у поєднанні з результатами учнівського анкетування, що дозволяє зіставити самооцінювання учнів та зовнішню педагогічну оцінку сформованості дослідницьких умінь.