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: **ВИКОРИСТАННЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ МАЛЬВИ ЛІСОВОЇ ДЛЯ ІЛЮСТРАЦІЇ ОНТОГЕНЕЗУ РОСЛИН НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ**

Виконала: студентка 4 курсу, 49 групи
Освітньої програми: Середня освіта (Біологія та здоров’я людини). Психологія
спеціальності: 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров’я людини). Психологія
Ісакіна Вікторія Олександрівна
Науковий керівник: канд. біол. наук, доц.,
Красноштан Ігор Васильович

Умань – 2026

ЗМІСТ

ВСТУП 3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИВЧЕННЯ ОНТОГЕНЕЗУ РОСЛИН У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЇ 7
1.1. Поняття онтогенезу та його місце в сучасних навчальних програмах з біології 7
1.2. Психолого-педагогічні особливості сприйняття динамічних біологічних процесів учнями 10
РОЗДІЛ 2. БОТАНІЧНА ТА ОНТОГЕНЕТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛЬВИ ЛІСОВОЇ (*Malva sylvestris* L.) ЯК ОБ'ЄКТА ДЛЯ ШКІЛЬНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ 18
2.1. Матеріали та методи проведення фенологічних спостережень за розвитком мальви лісової 18
2.2. Морфолого-біологічні та екологічні особливості мальви лісової 21
2.3. Характеристика етапів онтогенезу мальви лісової від проростання до генеративної фази 27
2.4. Дидактичні переваги використання *Malva sylvestris* L. як модельного об'єкта в навчальному процесі закладу середньої освіти 33
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ МАЛЬВИ ЛІСОВОЇ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ОНТОГЕНЕЗУ РОСЛИН У ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 36
3.1. Інтеграція фенологічних спостережень за мальвою в чинну програму з біології 36
3.2. Розробка довготривалого навчального проєкту «Щоденник дослідника» 37
3.3. Методичні рекомендації щодо використання мальви лісової на шкільній навчально-дослідній ділянці 45
ВИСНОВКИ 48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 50

ВСТУП

Сучасний етап розвитку загальної середньої освіти в Україні характеризується глибокими трансформаційними процесами, які спрямовані на перехід від трансляційно-репродуктивної моделі навчання до діяльнісної та особистісно орієнтованої. У контексті оновлення Державного стандарту базової середньої освіти та впровадження новітніх освітніх концепцій особливої ваги набуває формування міцної природничо-наукової компетентності учнів. Це вимагає від вчителів біології постійного пошуку нових, більш ефективних засобів та методів візуалізації навчального матеріалу, які б дозволили школярам не просто механічно запам'ятовувати факти, а усвідомлювати суть біологічних явищ через безпосереднє спостереження та залучення до дослідницької діяльності [1].

Однією з фундаментальних і водночас найскладніших для сприйняття тем у шкільному курсі біології є вивчення індивідуального розвитку організмів. Розуміння процесів онтогенезу вимагає від учнів достатньо розвиненого абстрактного мислення та здатності простежувати динаміку фізіологічних змін у часі. Традиційно ця тема викладається здебільшого з використанням статичних схем, таблиць та ілюстрацій у підручниках. Такий підхід суттєво знижує рівень пізнавального інтересу школярів та не дає їм повноцінного уявлення про безперервність, поступовість та взаємопов'язаність усіх етапів росту і розвитку рослинного організму [2]. Дієвим шляхом подолання цієї проблеми є залучення живих модельних об'єктів безпосередньо до освітнього процесу, що дозволяє перетворити складні теоретичні конструкти на доступний наочний емпіричний досвід.

Актуальність проблеми. Використання живих рослин для ілюстрації фенологічних фаз є класичним, але не завжди легко реалізованим прийомом у методиці викладання біології [3]. Успішність такої навчальної діяльності критично залежить від правильного підбору рослини-об'єкта. Вона повинна відзначатися чіткою і добре помітною зміною етапів онтогенезу, відносно швидкими темпами росту, невибагливістю до умов вирощування, а також бути

цілком безпечною для роботи в умовах шкільного кабінету чи ділянки. З огляду на ці вимоги надзвичайно перспективним, проте досі недостатньо розкритим у дидактичному плані об'єктом є мальва лісова (*Malva sylvestris* L.). У сучасній науковій літературі накопичено значний масив агробіологічних даних щодо особливостей розвитку цієї культури, достеменно вивчено динаміку її проростання та проходження фенофаз у різних екологічних умовах. Однак цей багатий фактичний матеріал залишається надбанням переважно вузькоспеціалізованих агрономічних досліджень і практично не адаптований для потреб шкільної освіти [4]. Тому трансформація глибоких наукових спостережень за життєвим циклом мальви лісової у доступний методичний інструментарій для вчителя становить актуальне завдання сучасної біологічної дидактики.

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та розробка методики використання матеріалів спостережень за життєвим циклом мальви лісової (*Malva sylvestris* L.) для ілюстрації процесів онтогенезу рослин на уроках біології в закладах загальної середньої освіти.

Для досягнення поставленої мети було визначено наступні **завдання дослідження**:

1. Здійснити аналіз психолого-педагогічної та навчально-методичної літератури з проблеми вивчення індивідуального розвитку рослин у шкільному курсі біології.
2. Узагальнити та дидактично адаптувати емпіричні ботанічні дані щодо етапів росту і розвитку мальви лісової в онтогенезі з метою підтвердження її потенціалу як навчального модельного об'єкта.
3. Розробити методичні матеріали та розгорнутий план-конспект заняття, які передбачають інтеграцію результатів фенологічних спостережень за мальвою лісовою в освітній процес.

Об'єктом дослідження виступає процес навчання біології в закладах загальної середньої освіти.

Предметом дослідження є методика використання спостережень за

ростом та розвитком мальви лісової як засобу формування в учнів понять про рослинний онтогенез.

Методи дослідження охоплюють комплекс взаємодоповнюючих підходів, які забезпечили об'єктивність результатів. Серед теоретичних методів застосовано аналіз, порівняння та систематизацію наукової, психолого-педагогічної та спеціальної ботанічної літератури для з'ясування стану розробленості досліджуваної проблеми. Окремо використано специфічний метод дидактичної адаптації наукового тексту, який дозволив трансформувати складні кількісні та якісні показники розвитку рослини у формат, цілком придатний для сприйняття учнями базової школи. До емпіричних методів належить педагогічне проєктування та моделювання, за допомогою яких було створено структуру та змістове наповнення навчального заняття з використанням запропонованої методики.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що адаптовані матеріали спостережень за онтогенезом мальви лісової та розроблений на їх основі план-конспект уроку можуть бути безпосередньо впроваджені в практику роботи вчителів біології. Запропоновані рішення суттєво збагачують методичний інструментарій педагога та сприяють підвищенню рівня наочності навчального процесу. Крім того, зібрані матеріали можуть бути ефективно використані студентами педагогічних закладів вищої освіти під час проходження виробничої педагогічної практики, а також керівниками біологічних гуртків для організації проєктно-дослідницької роботи школярів.

Структура роботи: випускна кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (47 найменувань). Загальний обсяг роботи 54 сторінки.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИВЧЕННЯ ОНТОГЕНЕЗУ РОСЛИН У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЇ

1.1. Поняття онтогенезу та його місце в сучасних навчальних програмах з біології

Фундаментальною основою сучасної біологічної освіти є формування в учнів цілісної картини світу, де живі організми розглядаються не як статичні об'єкти, а як складні динамічні системи, що постійно змінюються у часі та просторі. Одним із ключових понять, яке забезпечує таке системне розуміння природи, є концепція індивідуального розвитку або онтогенезу. У широкому біологічному сенсі онтогенез являє собою сукупність послідовних морфологічних, фізіологічних та біохімічних перетворень організму від моменту його зародження до природного завершення життєвого циклу. З дидактичної точки зору засвоєння цього поняття є надзвичайно важливим етапом у загальному когнітивному розвитку школярів, оскільки воно безпосередньо вимагає здатності до абстрагування, встановлення глибоких причинно-наслідкових зв'язків та формування просторово-часового мислення [5].

Процес інтеграції поняття індивідуального розвитку в сучасну шкільну програму базується на принципах концентричності та спіралеподібної побудови навчального матеріалу. Це означає, що учні повертаються до вивчення процесів росту і розвитку рослин кілька разів протягом усього періоду навчання в школі, причому з кожним наступним етапом рівень наукової складності та глибини занурення у тему суттєво зростає [6]. Такий підхід дозволяє врахувати вікові психологічні особливості сприйняття інформації та забезпечити поступове безперервне нарощування біологічної компетентності без надмірного когнітивного перевантаження.

Перше системне знайомство школярів із життєвим циклом рослинного організму відбувається на початкових етапах вивчення систематичного курсу біології, коли фокус уваги зосереджено на загальноботанічних

закономірностях. Згідно з чинними навчальними програмами, вивчення розвитку рослин на цьому етапі має яскраво виражений практико-орієнтований та описовий характер [7]. Термін онтогенез може ще не вводитися у своєму суворому академічному значенні, проте школярі детально розглядають усі його ключові візуально помітні етапи:

- проростання насінини та умови, які для цього є критично необхідними;
- формування вегетативних органів рослини із закономірним розвитком кореневої системи та нарощуванням маси пагона;
- перехід до генеративної фази розвитку з процесами бутонізації та подальшого цвітіння;
- утворення плодів і насіння як фінальний акорд життєвого циклу, що забезпечує відтворення виду.

Особливістю викладання цієї теми для молодших школярів є необхідність забезпечення максимального рівня візуалізації та наочності. Діти цього віку найкраще сприймають та аналізують інформацію через безпосередній чуттєвий і практичний досвід, тому педагогічні рекомендації прямо наголошують на важливості проведення довготривалих фенологічних спостережень за розвитком рослин [8]. Проте на практиці вчителі часто стикаються з проблемою відсутності зручних, швидких у рості та невибагливих модельних об'єктів, через що живий динамічний процес росту нерідко підміняється формальною роботою зі статичними ілюстраціями у підручнику.

Для кращого розуміння структурно-логічних зв'язків під час первинного ознайомлення з життєвим циклом рослинного організму нижче наведено загальну схему послідовності формування понять про етапи розвитку (рис. 1).

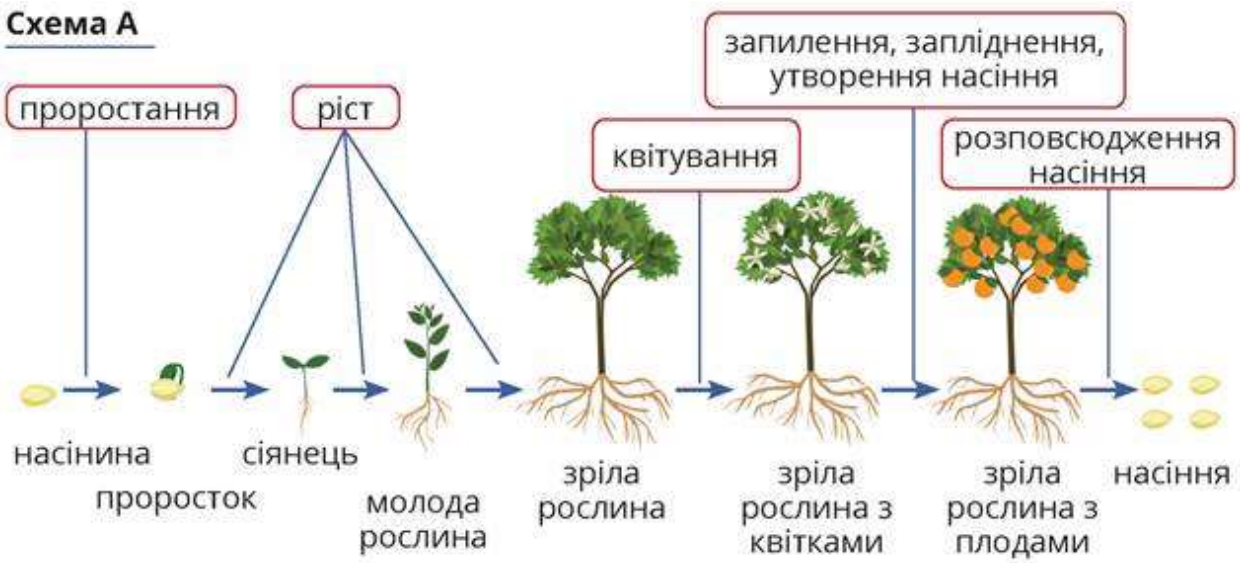


Рис. 1. Схема послідовності вивчення базових етапів онтогенезу

На подальших етапах навчання, під час опанування поглиблених біологічних курсів, відбувається значно серйозніший рівень деталізації. Тема онтогенезу розглядається вже не просто як зміна зовнішнього вигляду рослини, а на надорганізмовому, клітинному та молекулярно-біохімічному рівнях [9]. Учні старшого віку вивчають механізми мітотичного поділу клітин меристеми, процеси диференціації постійних тканин, складну гормональну регуляцію росту із залученням впливу ауксинів, гіберелінів та цитокінінів, а також явища фотоперіодизму. Саме на цьому етапі формується стійке розуміння того, що індивідуальний розвиток є генетично детермінованим процесом, який гнучко реалізується та коригується під впливом мінливих факторів навколишнього середовища [10].

Аналіз чинних навчальних програм переконливо демонструє, що на завершальних етапах шкільної освіти учні мають вільно оперувати такими складними концептами як ембріональний та постембріональний розвиток рослин, розуміти суть чергування спорофітного та гаметофітного поколінь, а також аналізувати вплив різноманітних екологічних стресорів на тривалість проходження конкретних фенологічних фаз [11]. І саме тут виникає значний дидактичний розрив у системі освіти. З одного боку, навчальна програма

вимагає високого рівня наукової абстракції та глибокого теоретичного аналізу механізмів розвитку, а з іншого боку навчальний процес часто виявляється повністю відірваним від реальних природних об'єктів. Школярі змушені вивчати складні фітогормональні реакції або генетичні механізми старіння рослин суто теоретично, не маючи реальної змоги співставити ці академічні знання з реальними етапами життя конкретного рослинного організму.

Зважаючи на описані суперечності, інтеграція достовірних наукових даних, отриманих у ході польових агробіологічних та екологічних досліджень, у структуру сучасного шкільного уроку має величезний дидактичний потенціал. Демонстрація чітких, кількісно та якісно виміряних параметрів росту, достовірної тривалості фаз бутонізації чи цвітіння на прикладі конкретної культури дозволяє матеріалізувати надто абстрактні біологічні закономірності [12]. Коли учень має змогу працювати не просто з узагальненою схемою ідеальної рослини, а з реальними графіками динаміки росту живого об'єкта протягом усього вегетаційного періоду, його теоретичні знання набувають справжньої практичної значущості та міцності.

Отже, місце поняття індивідуального розвитку в шкільному курсі біології є абсолютно центральним і системоутворюючим, оскільки воно проходить наскрізною змістовою лінією через усю навчальну програму. Головним завданням сучасного вчителя біології у цьому контексті стає пошук ефективних шляхів поєднання складного теоретичного матеріалу з реальними емпіричними спостереженнями за природою, що є практично неможливим без використання адаптованих науково-дослідних даних та правильно підібраних модельних ботанічних об'єктів.

1.2. Психолого-педагогічні особливості сприйняття динамічних біологічних процесів учнями

Успішність засвоєння будь-якого навчального матеріалу з біології безпосередньо залежить від того наскільки методичні підходи вчителя відповідають віковим когнітивним можливостям школярів. Процес пізнання

живої природи є багатогранним і вимагає залучення різних типів мислення, пам'яті та уяви. Особливої уваги з психолого-педагогічної точки зору потребує вивчення динамічних біологічних процесів, до яких у першу чергу належить онтогенез рослин [13]. На відміну від засвоєння анатомічної будови чи морфологічних особливостей окремих органів, де об'єкт вивчення є відносно статичним і може бути легко зафіксований у просторі для детального розгляду, розуміння індивідуального розвитку вимагає від учня формування складних просторово-часових уявлень.

Згідно з фундаментальними дослідженнями у галузі вікової психології та педагогіки, перехід від наочно-образного до словесно-логічного та високоабстрактного мислення відбувається поступово протягом усього періоду навчання в закладі освіти [14]. Під час первинного ознайомлення з ботанічними закономірностями мислення учнів все ще значною мірою спирається на конкретні візуальні образи та безпосередній чуттєвий досвід. Тому спроба пояснити тривалі та неперервні процеси росту і розвитку виключно через абстрактні словесні описи чи сухі наукові дефініції часто призводить до формального механічного запам'ятовування термінів без розуміння глибинної суті біологічних явищ. Учні можуть безпомилково вивчити напам'ять послідовність фенологічних фаз, проте не усвідомлювати безперервності та взаємозумовленості цих етапів у реальному житті [15].

Складність сприйняття онтогенезу як явища полягає насамперед у його значній розтягнутості в часі. Тривалість життєвого циклу переважної більшості покритонасінних рослин значно перевищує тривалість не лише одного навчального заняття, але й цілого тематичного блоку або навіть навчального семестру. Відповідно школяр фізично не може охопити поглядом весь процес від проростання насінини до формування стиглих плодів одномоментно. Педагогічна практика переконливо свідчить про те, що спроби компенсувати цю розтягненість у часі виключно за допомогою статичних схем або серії ілюстрацій у підручнику вирішують дидактичну проблему лише частково [16]. Статичне зображення завжди є вирваною з природного

контексту ілюстрацією окремого моменту, тоді як життєвий цикл рослини є безперервним динамічним континуумом, де кожна наступна стадія нерозривно пов'язана з попередньою.

Саме тому провідні методисти та дидакти сучасної біологічної освіти наголошують на критичній необхідності включення живих природних об'єктів у структуру освітнього процесу. Безпосереднє спостереження за живим організмом потужно активізує не лише пізнавальну, але й емоційно-ціннісну сферу особистості учня [17]. Коли школяр власноруч висіває насіння, з нетерпінням очікує появи перших сходів, проводить регулярні вимірювання висоти пагона та радісно фіксує появу перших бутонів, у нього формується абсолютно інший, значно глибший рівень особистісної залученості. Об'єкт вивчення перестає бути абстрактною теоретичною моделлю і перетворюється на живу істоту, яка росте і розвивається за певними біологічними законами просто на очах у юного дослідника. Такий емоційно забарвлений підхід стимулює розвиток стійкої внутрішньої мотивації до вивчення природничих наук [18].

Окрім потужного емоційного фактору, надзвичайно важливу роль відіграє процес інтеріоризації знань, який відбувається незрівнянно ефективніше під час активної практичної діяльності. Відома психологічна теорія діяльності постулює, що формування глибоких та міцних знань є неможливим без активних дій самого суб'єкта навчання з об'єктом пізнання [19]. Регулярне та систематичне проведення фенологічних спостережень за розвитком модельної рослини вимагає від учня постійної концентрації уваги, застосування аналітичних навичок порівняння поточного стану об'єкта з його попередніми станами, ретельної фіксації результатів та їх подальшого осмислення. У ході такої кропіткої дослідницької роботи абстрактне наукове поняття індивідуального розвитку набуває для школяра цілком конкретного, відчутного на дотик емпіричного змісту.

Ще одним вагомим психолого-педагогічним аспектом є формування чіткого розуміння причинно-наслідкових зв'язків між умовами навколишнього

середовища та темпами розвитку живого організму. Працюючи з реальними рослинами в умовах шкільного кабінету чи ділянки, учні мають унікальну можливість наочно переконатися у тому, як саме абіотичні фактори впливають на проходження фенологічних фаз [20]. Наприклад недостатнє освітлення може візуально призвести до неприродного витягування міжвузлів і суттєвої затримки цвітіння, а дефіцит вологи у ґрунті миттєво позначається на тургорі листкового апарату та загальних темпах нарощування вегетативної маси. Усвідомлення цих екологічних закономірностей на основі власних безпосередніх спостережень сприяє формуванню системного екологічного мислення значно успішніше, ніж просте репродуктивне прослуховування теоретичного лекційного матеріалу [21].

З огляду на всі зазначені вище психолого-педагогічні закономірності стає цілком очевидним, що правильний вибір об'єкта для ілюстрації складних процесів онтогенезу має просто критичне значення для успіху навчального процесу. Ідеальна рослина-модель повинна повною мірою відповідати цілій низці специфічних критеріїв, щоб ефективно виконувати свою дидактичну функцію і синхронізуватися з особливостями дитячого сприйняття. Насамперед вона має відзначатися відносно високими темпами росту, щоб морфологічні зміни у її габітусі були візуально помітними протягом відносно коротких проміжків часу, що дозволяє підтримувати безперервний пізнавальний інтерес учнів і не дає їм втратити фокус уваги [22]. Крім того, переходи між ключовими фенологічними фазами в такої рослини мають бути максимально чіткими та контрастними, що дозволить школярам легко ідентифікувати початок нового етапу онтогенезу без використання спеціалізованого лабораторного обладнання.

Підсумовуючи проаналізовані аспекти, можна впевнено стверджувати, що успішне та глибоке вивчення динамічних біологічних процесів безальтернативно вимагає від педагога відходу від застарілих суто репродуктивних методів трансляції готових знань. Специфічні психологічні особливості сприйняття плинності часу та просторових змін школярами

диктують гостру необхідність забезпечення максимального рівня наочності та обов'язкового залучення живих модельних об'єктів до навчального процесу. Лише через продуману організацію безпосередньої взаємодії учнів з живими рослинами та проведення ними систематичних цілеспрямованих спостережень вчитель біології здатен забезпечити якісний перехід від формального завчання наукових термінів до справжнього глибокого усвідомлення неперервності, феноменальної складності та гармонійної краси індивідуального розвитку живих організмів.

Фундаментальний принцип наочності традиційно вважається золотим правилом дидактики і відіграє абсолютно визначальну роль у методиці викладання природничих дисциплін. Історично склалося так, що біологія як наука про життя завжди спиралася на емпіричні спостереження за реальними об'єктами флори та фауни [23]. У контексті сучасної шкільної освіти наочність давно вийшла за межі простого споглядання статичних картинок чи гербарних зразків і трансформувалася у складну систему засобів візуалізації навчального матеріалу. Застосування живих рослин як засобів наочності дозволяє подолати психологічний бар'єр абстрактності під час вивчення таких складних тем як клітинний поділ, диференціація тканин або загальний індивідуальний розвиток організму [24]. Коли учень має можливість безпосередньо взаємодіяти з реальним біологічним об'єктом, процес формування наукового поняття відбувається природним шляхом від живого споглядання до глибокого логічного узагальнення.

Особливу цінність у цьому процесі становить використання натуральної динамічної наочності у вигляді живих рослин, які проходять повний цикл свого розвитку безпосередньо у навчальному середовищі класу або шкільної ділянки. На відміну від площинних зображень або навіть найсучасніших комп'ютерних тривимірних моделей, жива рослина повноцінно демонструє учням мінливість і неймовірну пластичність біологічних систем [25]. Безпосереднє спостереження за тим, як крихітна насінина перетворюється на

паросток, а згодом формує потужний пагін із яскравими квітками, дає школярам унікальне розуміння розтягнутості біологічних процесів у часі. Це конструює особливий тип природничо-наукового світогляду, де навколишня природа сприймається не як набір ізольованих сухих фактів, а як безперервний потік взаємопов'язаних подій та закономірних явищ [26].

Проте педагогічна практика доводить, що сама лише пасивна демонстрація живих об'єктів не здатна повною мірою забезпечити глибоке засвоєння матеріалу без залучення цілеспрямованої та активної пізнавальної діяльності учнів. Саме тому сучасна парадигма природничої освіти нерозривно та органічно пов'язує принцип наочності з дослідницьким підходом до навчання [27]. Глибинна суть цього інноваційного підходу полягає у зміщенні методичних акцентів від звичайного репродуктивного відтворення інформації до самостійного пошуку істин через організацію мікродосліджень. Учень на такому уроці перестає бути пасивним споживачем контенту і перетворюється на активного дослідника, який вчиться самостійно ставити запитання до природи, висувати сміливі гіпотези, планувати прості експерименти та здійснювати ретельну фіксацію отриманих результатів.

Інтеграція дослідницького підходу у процес вивчення онтогенезу рослин докорінно змінює класичну структуру навчального заняття та трансформує роль учителя в ньому. Замість того щоб авторитарно декларувати готові істини про тривалість фази бутонізації чи пояснювати вплив температури на швидкість проростання насіння, педагог-фасилітатор створює інтригуючу проблемну ситуацію і пропонує школярам знайти відповідь дослідним шляхом [28]. Організація систематичних фенологічних спостережень за підібраною модельною рослиною є класичним і водночас одним із найефективніших інструментів реалізації такого підходу. Школярі отримують цілком конкретні вимірювальні завдання з визначення висоти головного пагона, підрахунку кількості сформованих справжніх листків або точної фіксації дати появи перших квіткових бруньок. Зібрані таким чином емпіричні дані згодом стають предметом жвавого колективного обговорення, первинної математичної

обробки та глибокого логічного аналізу [29].

Надзвичайно важливим дидактичним аспектом є правильне документування та візуальне оформлення результатів учнівських досліджень. Ведення індивідуальних або групових щоденників спостережень, побудова лінійних графіків динаміки росту або створення хронологічних фотозвітів про проходження рослиною ключових фенологічних фаз неймовірно допомагає школярам структурувати власні думки та опанувати базові навички наукової комунікації [30]. Переведення звичайних візуальних спостережень у чіткі кількісні показники та їх подальша візуалізація у вигляді діаграм потужно сприяє розвитку математичної компетентності, що є еталонним прикладом реалізації міжпредметних зв'язків на уроках біології (рис. 1.2) [31].



Рис. 1.2. Алгоритм дослідницького підходу

Окрім суто пізнавальної та інтелектуальної функції, систематичне залучення школярів до проведення тривалих ботанічних спостережень має просто колосальний виховний потенціал. Життєва необхідність регулярно доглядати за піддослідною живою рослиною, вчасно її поливати, розпушувати ґрунт та слідкувати за оптимальними умовами освітлення ефективно виховує

в учнів глибоке почуття відповідальності, системність у щоденній роботі та емпатійне ставлення до всього живого [32]. Тривалість та неспішність процесу природного онтогенезу вчить сучасних підлітків необхідному терпінню та цінному вмінню працювати на відкладений у часі результат, що є вкрай важливою рисою характеру у сучасному наддинамічному світі миттєвого споживання цифрової інформації.

Таким чином, органічне поєднання якісної натуральної наочності з активним дослідницьким підходом створює найбільш сприятливі та психологічно комфортні умови для глибокого усвідомленого засвоєння складних біологічних концепцій. Використання справжніх рослинних об'єктів для проведення довготривалих фенологічних спостережень дозволяє блискуче трансформувати абстрактні наукові знання про індивідуальний розвиток організмів у особистісно значущий процес пізнання природи. Своєю чергою це висуває досить жорсткі вимоги до відбору модельних ботанічних культур, які мають слугувати надійним і безвідмовним дидактичним інструментом у руках учителя, що зумовлює нагальну необхідність детального вивчення біологічного потенціалу конкретних видів рослин, серед яких особливої уваги за своєю невибагливістю та виразністю фенофаз заслуговують представники родини мальвових.

РОЗДІЛ 2. БОТАНІЧНА ТА ОНТОГЕНЕТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛЬВИ ЛІСОВОЇ (*MALVA SYLVESTRIS* L.) ЯК ОБ'ЄКТА ДЛЯ ШКІЛЬНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

2.1. Матеріали та методи проведення фенологічних спостережень за розвитком мальви лісової

Експериментальна частина навчально-методичного дослідження виконувалася протягом весняно-осінніх періодів 2024 та 2025 років. З метою максимального наближення умов проведення експерименту до реалій організації учнівських дослідницьких проєктів базою для фенологічних спостережень було обрано типову присадибну ділянку в межах Уманського району Черкаської області. Такий вибір локації є концептуально важливим і методично обґрунтованим з огляду на те, що він наочно демонструє можливість повноцінної реалізації практичної частини шкільної програми з біології без обов'язкового залучення спеціалізованого обладнання агробіологічних станцій або закритих тепличних комплексів. Працюючи в умовах звичайної відкритої ділянки, дослідник моделює ситуацію, яку будь-який школяр може самостійно відтворити у себе вдома під час виконання довготривалого проєкту чи літнього практичного завдання.

Географічно територія проведення досліджень розташована у центральній частині Правобережного Лісостепу України. Ця природно-кліматична зона характеризується помірно-континентальним кліматом, який загалом є надзвичайно сприятливим для росту і повноцінного розвитку переважної більшості покритонасінних рослин. Середньорічна кількість опадів у цьому регіоні традиційно коливається в межах 55–60 см, причому основна їх маса випадає у весняно-літній період, що забезпечує рослини необхідною ґрунтовою вологою на найважливіших етапах інтенсивного вегетативного росту та закладання генеративних органів. Аналіз погодних умов за період проведення дослідження засвідчив дещо підвищений температурний фон у літні місяці порівняно з багаторічною нормою.

Незважаючи на періодичні короткочасні посушливі періоди у другій половині літа, загальний гідротермічний режим дозволив рослинам мальви лісової успішно та повноцінно пройти всі закономірні етапи індивідуального розвитку.

Ґрунтовий покрив експериментальної ділянки представлений темно-сірими опідзоленими ґрунтами в комплексі з типовими малогумусними чорноземами, що є характерною едафічною ознакою для Уманщини. Зазначені ґрунти відзначаються достатньо високим рівнем природної родючості, мають добре виражену грудкувату макроструктуру та оптимальну водопроникність, яка запобігає застою вологи в зоні кореневої системи рослин. Рівень кислотності ґрунтового розчину є близьким до нейтрального, що створює комфортні умови для засвоєння елементів живлення. У процесі підготовки ділянки до висіву насіння було свідомо прийнято рішення уникати застосування інтенсивних агротехнологій та внесення високих доз синтетичних мінеральних добрив. Весь догляд обмежувався весняним розпушуванням верхнього шару ґрунту, механічним видаленням бур'янів та нормованим поливом у періоди критичної нестачі атмосферних опадів, що дозволило імітувати умови звичайного шкільного квітника.

Методика дослідження була структурно розділена на два логічні блоки, перший з яких стосувався вивчення початкових етапів онтогенезу в закритих лабораторних умовах, а другий передбачав безпосередні тривалі спостереження за вегетуючими рослинами у відкритому ґрунті.

Вивчення посівних якостей та динаміки проростання насіння мальви лісової здійснювалося з використанням загальноприйнятих у насіннєзнавстві методик [33]. Для з'ясування впливу температурних факторів на вихід зародка зі стану фізіологічного спокою досліджувався насіннєвий матеріал після різних режимів попереднього зберігання. Одна частина насіння зберігалася у сухому стані при кімнатній температурі 20 градусів за Цельсієм, тоді як інша частина піддавалася дії знижених температур на рівні 3 градусів для імітації природної зимової стратифікації [34]. Пророщування здійснювали класичним

методом у скляних чашках Петрі на зволоженому фільтрувальному папері у чотириразовій повторності для забезпечення достовірності результатів.

Під час лабораторного етапу щоденно фіксувалася кількість насінин, які проклюнулися і випустили зародковий корінець. Енергію проростання визначали на третю та четверту добу експерименту як відсоток дружно пророслого насіння від загальної кількості закладеного матеріалу [35]. Лабораторну схожість як фінальний показник життєздатності фіксували на сьомий день. З метою розширення методичного інструментарію та інтеграції математичних розрахунків у шкільне дослідження додатково визначали швидкість та дружність проростання [36]. Швидкість проростання обчислювали як середню кількість діб, необхідних для проростання однієї насінини, використовуючи суму добутків кількості пророслого насіння на порядковий день спостереження, поділену на загальну кількість пророслих екземплярів. Дружність проростання визначали як відношення загальної кількості пророслих насінин до сумарної кількості днів тривалості досліду.

Другий блок дослідження охоплював польові фенологічні та морфометричні спостереження, які проводилися згідно з класичною методикою ботанічних досліджень [37]. Насіння висівали безпосередньо у відкритий ґрунт напровесні. Після появи масових сходів було виділено контрольну групу типових рослин для проведення регулярних вимірювань. Систематичні обліки морфологічних ознак розпочинали з моменту візуального формування у рослин фенологічної фази п'яти справжніх листків і надалі проводили їх із суворим інтервалом у десять діб аж до повного завершення вегетаційного циклу [38].

Комплекс біометричних вимірювань включав визначення висоти головного пагона, підрахунок загальної кількості розгорнутих листків та точну фіксацію кількості закладених квіткових бутонів. З настанням генеративної фази фіксувалася динаміка розкриття квіток та подальшого формування плодів. З огляду на те, що шкільний експеримент передбачає максимальне збереження цілісності живого об'єкта, деструктивні методи дослідження були

мінімізовані [39].

Розрахунок оптимальних показників продуктивності та статистичну оцінку результатів проводили з використанням методу зваженого усереднення [40]. Цей метод дозволяє ефективно визначити екологічний оптимум для розвитку виду на основі аналізу чисельності особин уздовж градієнта умов середовища [41]. Статистичну обробку масиву отриманих емпіричних даних, розрахунок середніх значень та побудову регресійних моделей і графіків здійснювали за допомогою пакету аналізу даних у програмному середовищі MS Excel, що забезпечило високу точність та наочність представлення результатів дослідження.

2.2. Морфолого-біологічні та екологічні особливості мальви лісової

Успішна реалізація дослідницького підходу на уроках біології значною мірою залежить від правильного вибору модельного біологічного об'єкта. У цьому контексті представники родини Мальвові (*Malvaceae*) і зокрема калачики лісові або мальва лісова (*Malva sylvestris* L.) становлять надзвичайний інтерес для шкільної дидактики. Цей рід охоплює широку групу рослин помірних і тропічних широт та налічує від двадцяти п'яти до сорока різних видів [42]. Природна здатність цих рослин до швидкого нарощування вегетативної маси та їхня висока екологічна пластичність роблять їх ідеальними кандидатами для організації учнівських фенологічних спостережень, що добре ілюструє загальний вигляд рослини у природному середовищі (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Загальний габітус квітучої мальви лісової в умовах відкритого ґрунту

Сама етимологія наукової назви роду несе в собі цікавий пізнавальний матеріал для школярів. Назва походить від грецького слова "malasso", що в перекладі означає пом'якшення [43]. Ця лінгвістична особливість безпосередньо пов'язана з анатомічною будовою рослини, а саме з наявністю спеціалізованих слизових каналів, порожнин та особливих клітин епідермісу, які рясно розташовані як у кореневій системі, так і в надземних вегетативних органах (рис. 2.2). Для учнів старших класів ці слизові структури можуть стати чудовим наочним матеріалом для мікроскопічних досліджень на лабораторних заняттях з анатомії та фізіології рослин.

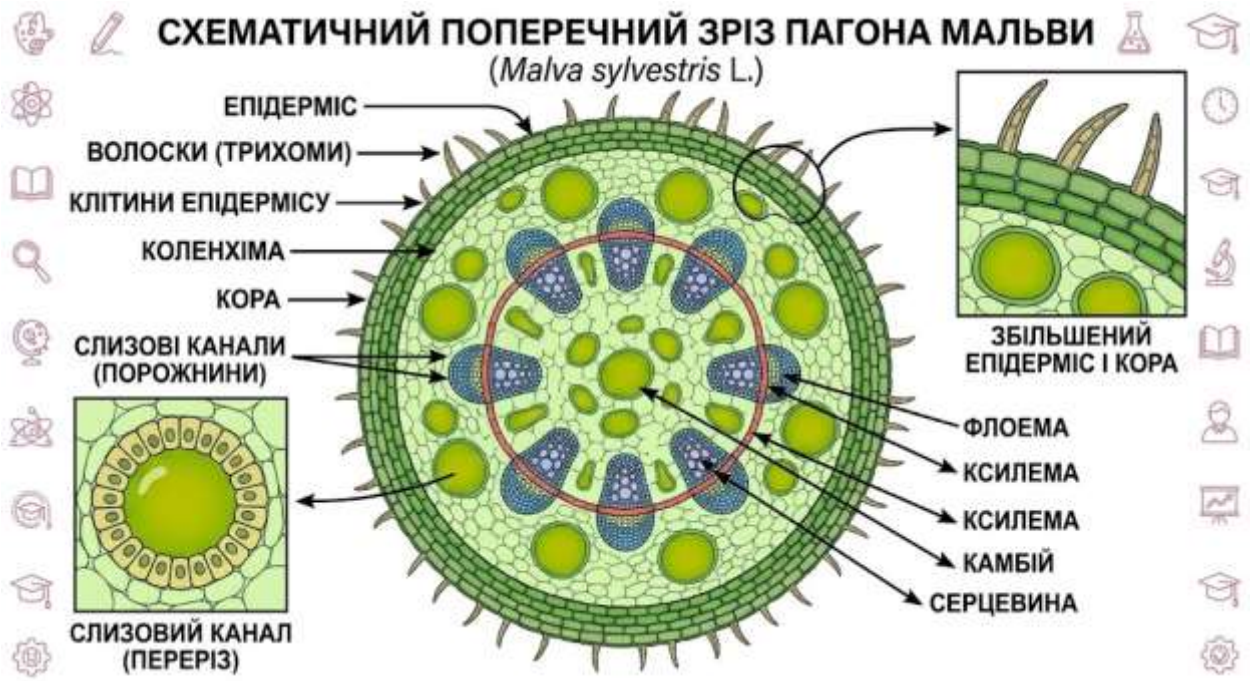


Рис. 2.2. Схематичний поперечний зріз пагона мальви

З морфологічної точки зору мальва лісова є типовим представником класу Дводольні, що дозволяє вчителю на одному живому об'єкті продемонструвати всі ключові ботанічні ознаки цього таксона. За своїм життєвим циклом в умовах України це переважно дворічна або багаторічна трав'яниста рослина, яку відносять до життєвої форми гемікриптофітів [44]. Вегетативні частини рослини зазвичай густо вкриті характерними зірчастими волосками, що виконують важливу захисну функцію і перешкоджають надмірній втраті вологи. Листковий апарат вирізняється простою будовою з черговим листорозміщенням. Листові пластинки мають пальчасторозсічену або лопатеву форму з добре помітним сітчастим жилкуванням та наявністю прилистків (рис. 2.3). Така архітектура листка є еталонною для вивчення морфології вегетативних органів у шкільному курсі біології.



Рис. 2.3. Листковий апарат *Malva sylvestris* L.

Особливої дидактичної уваги заслуговують генеративні органи мальви лісової. Квітки цієї рослини є актиноморфними та гермафродитними, тобто мають правильну радіальну симетрію і містять як чоловічі, так і жіночі репродуктивні структури [43]. Подвійна оцвітина складається з п'яти чашолистків та п'яти яскраво забарвлених пелюсток, які формують великий привабливий віночок (рис. 2.4). Ця класична п'ятичленна будова квітки є надзвичайно зручною для пояснення учням принципів складання формули та діаграми квітки. Формування плодів у вигляді характерних дископодібних збірних сімянок або калачиків дає змогу візуалізувати процеси насіннєвого розмноження та способи поширення насіння у природному середовищі.

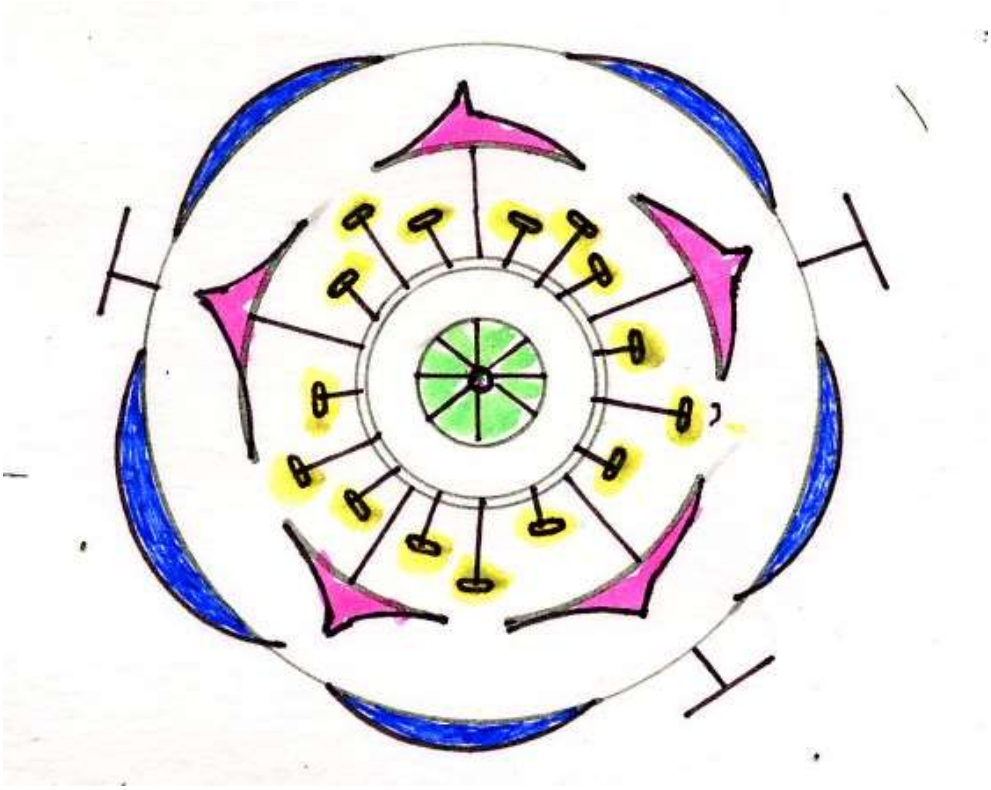


Рис. 2.4. Будова квітки мальви лісової

Екологічні особливості мальви лісової свідчать про її феноменальну адаптивність до різноманітних умов навколишнього середовища. Більшість представників цього роду є яскраво вираженими нітрофілами, які найкраще розвиваються на ґрунтах з достатнім вмістом азотних сполук [45]. Рослина належить до екологічної групи ксеромезофітів та виявляє високу толерантність до значних коливань температурного режиму [44]. Згідно з результатами сучасного агроекологічного моделювання мальва успішно вегетує при середньорічних температурах у дуже широкому діапазоні і здатна витримувати екстремальні амплітуди найсухішого та найхолоднішого кварталів року. Вона надає перевагу помірному зволоженню, але завдяки глибокій стрижневій кореневій системі добре переносить відсутність регулярних опадів, що дуже важливо для рослин, які залишаються на шкільній ділянці під час періоду літніх канікул.

Щодо едафічних факторів мальва лісова також демонструє унікальну пластичність, Вона здатна формувати потужну біомасу на ґрунтах різного

механічного складу та рівня кислотності. Відношення до світла характеризує її як сціогеліофіт, тобто рослину, яка потребує добре освітлених ділянок, але при цьому цілком нормально переносить незначне затінення [44]. У природі вона трапляється у світлих лісах, серед чагарників та на узбіччях доріг. Це робить її ідеальною невибагливою культурою для вирощування на шкільних подвір'ях чи клумбах, які часто бувають частково затінені навчальними корпусами або високими парковими деревами.

Крім суто морфологічної та екологічної цінності величезний мотиваційний потенціал для школярів має інформація про історію використання та практичне значення цієї рослини. Мальва лісова є надзвичайно цінною лікарською сировиною [46]. У її хімічному складі міститься до трьох відсотків вітаміну С у листі та до одного відсотка у квітках, а також вітамін А і корисні антоціанові глікозиди. Насіння містить від десяти до вісімнадцяти відсотків жирних олій [46]. Препарати на основі екстрактів мальви широко застосовуються в офіційній та народній медицині як ефективний обволікаючий і протизапальний засіб при лікуванні захворювань дихальних шляхів, шлунково-кишкового тракту та загоєнні шкірних уражень [47].

Знайомлячи учнів з цією дивовижною рослиною обов'язково варто відзначити її кулінарне значення. Свіже молоде листя мальви можна абсолютно безпечно використовувати для приготування вітамінних салатів, що демонструє школярам концепцію використання їстівних дикорослих рослин [47]. Здавна квітки мальви слугували природним і безпечним барвником для тканин. У сучасному світі також активно розглядається інноваційний потенціал споріднених представників роду як високопродуктивних енергетичних культур для екологічного виробництва біогазу [34]. Така багатогранність практичного застосування дозволяє сучасному вчителю вибудувати міцні інтеграційні зв'язки між біологією, екологією, хімією та основами здоров'я.

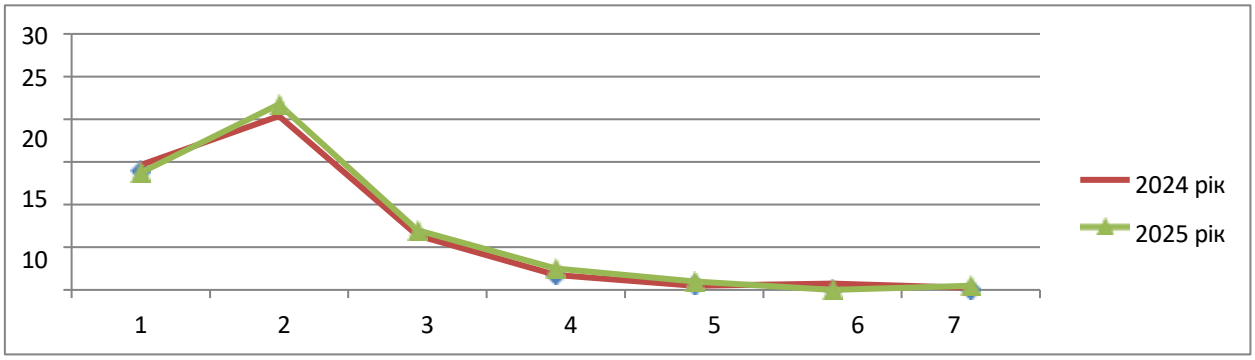
Таким чином детальний аналіз ботанічних та екологічних характеристик мальви лісової переконливо доводить її виняткову придатність для

використання у шкільному навчальному процесі. Поєднання безпечності для дитячого здоров'я, швидких темпів вегетативного росту, чітко виражених фенологічних фаз та багатої морфологічної будови дозволяє перетворити звичайну поширену рослину на потужний дидактичний інструмент. Спостереження за її розвитком не лише ефективно формує базові ботанічні поняття, але й суттєво розширює загальний світогляд учнів через розуміння складних екологічних взаємозв'язків та справжньої практичної цінності рослинних ресурсів у житті та господарській діяльності людини.

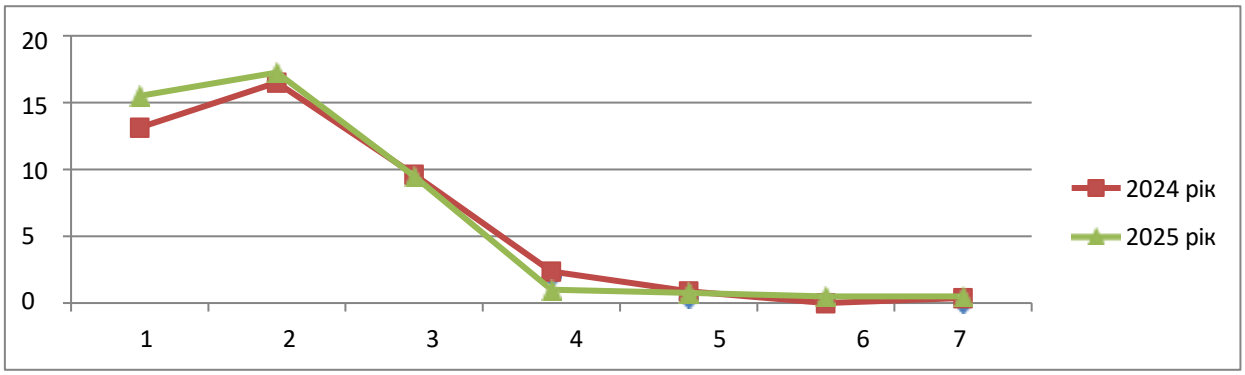
2.3. Характеристика етапів онтогенезу мальви лісової від проростання до генеративної фази

Вивчення онтогенезу будь-якої рослини у шкільному курсі біології доцільно розпочинати зі спостереження за процесом проростання насіння. Цей етап є надзвичайно сприятливим для організації короткострокових лабораторних досліджень, які дозволяють учням на практиці ознайомитися з ключовими показниками якості насіннєвого матеріалу: енергією проростання, лабораторною схожістю та швидкістю появи перших проростків.

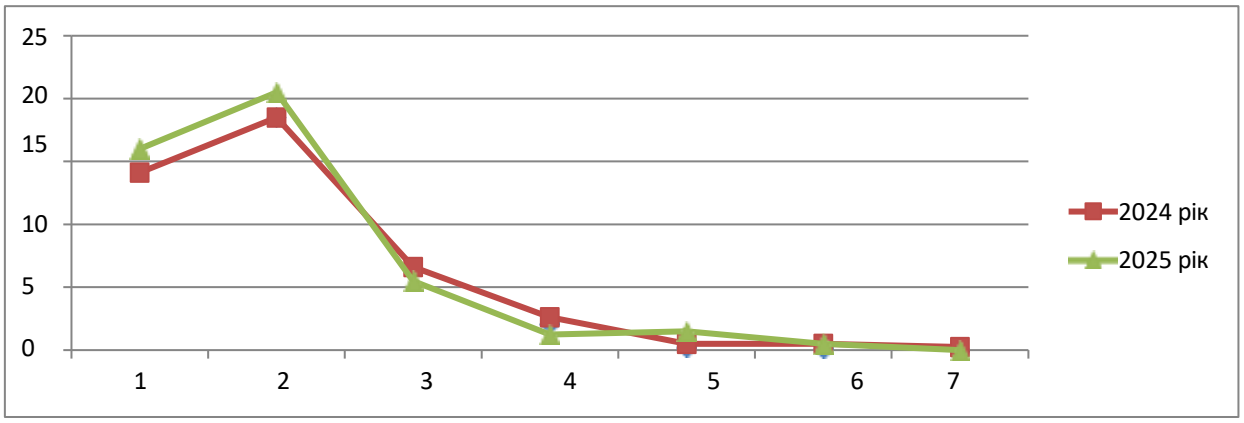
З метою визначення оптимальних умов для ініціації ростових процесів нами було досліджено динаміку проростання насіння мальви лісової після різних режимів попереднього зберігання (варіант 1 — сухе зберігання при 20°C; варіант 2 — зберігання зволоженого насіння при 3°C; варіант 3 — сухе зберігання при 3°C). Результати спостережень переконливо доводять, що насіння мальви лісової характеризується швидким виходом зі стану спокою. Активна фаза проростання розпочинається вже з першої доби після зволоження, сягає максимуму на другу-третю добу, після чого інтенсивність процесу закономірно спадає (рис. 2.5).



A



B



C

Рис. 2.5. Динаміку проростання насіння мальви лісової у часі: А – насіння зберігалось в сухому вигляді за температури 20 °С; В – насіння зберігалось у вологому стані за температури 3 °С; С – насіння зберігалося у сухому вигляді за температури 3 °С

Важливим дидактичним аспектом є залучення учнів до проведення нескладних математичних розрахунків на основі отриманих емпіричних даних. Одним із таких базових показників є енергія проростання, яка відображає здатність насіння давати дружні сходи в перші дні спостереження. Результати нашого дослідження показали, що енергія проростання насіння

мальви є доволі високою і становить в середньому від 44,0% до 51,0% залежно від умов попереднього зберігання (рис. 2.6). При цьому найбільші показники (до 51%) були зафіксовані у варіанті з попереднім зберіганням зволоженого насіння при знижених температурах, що підтверджує стимулюючий ефект стратифікації.

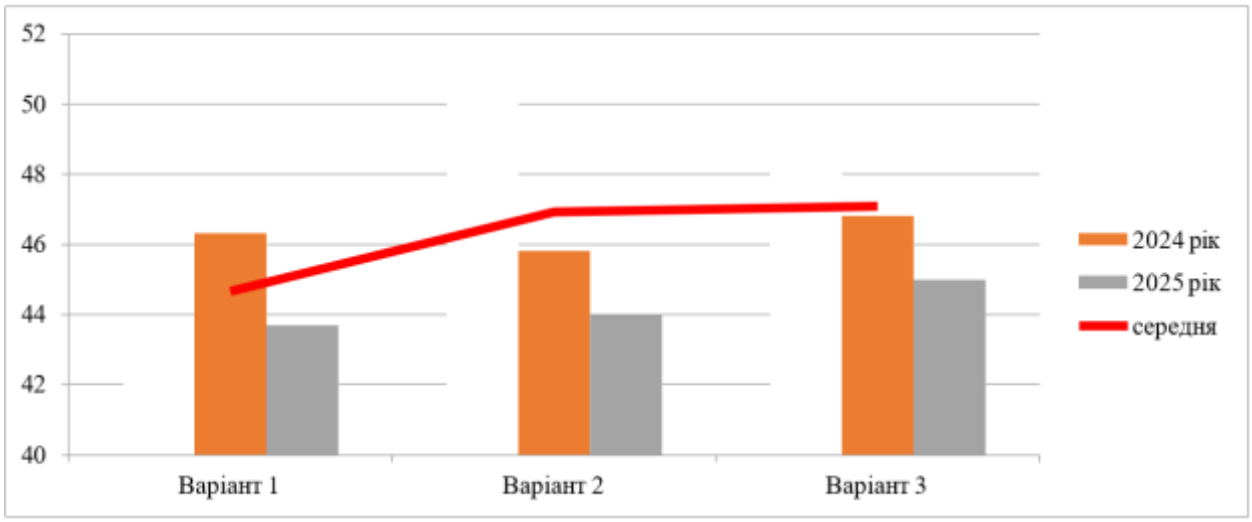


Рис. 2.6. Енергія проростання насіння *Malva sylvestris* L.

На відміну від енергії проростання, показник загальної лабораторної схожості насіння (відсоток насінин, що проросли за весь період спостереження на 7-й день) виявився відносно невисоким і стабільним у межах 44,8%–51,0% для всіх досліджуваних варіантів (рис. 2.6). Це свідчить про те, що різні режими стратифікації впливають переважно на швидкість та дружність появи сходів (рис. 2.7), а не на загальну кількість життєздатного насіння. Швидкість проростання в середньому становила близько двох діб, що робить мальву лісову надзвичайно зручним об'єктом для демонстрації цього процесу в умовах обмеженого часу шкільних занять.

Наступним, найбільш тривалим і захопливим етапом шкільного дослідження є фіксація динаміки вегетативного росту та розвитку генеративних органів мальви лісової в умовах відкритого ґрунту. Для забезпечення системності спостережень ми рекомендуємо розпочинати

регулярні біометричні вимірювання з моменту формування у рослин фенологічної фази п'яти справжніх листків, фіксуючи зміни кожні 20 діб.

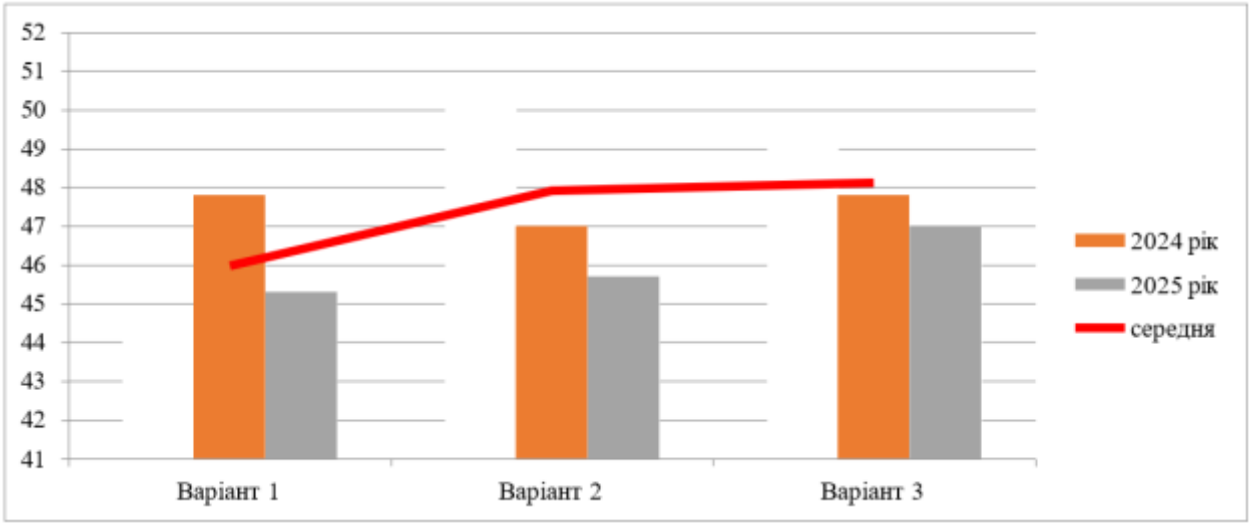


Рис. 2.6 Лабораторна схожість насіння *Malva sylvestris* L.

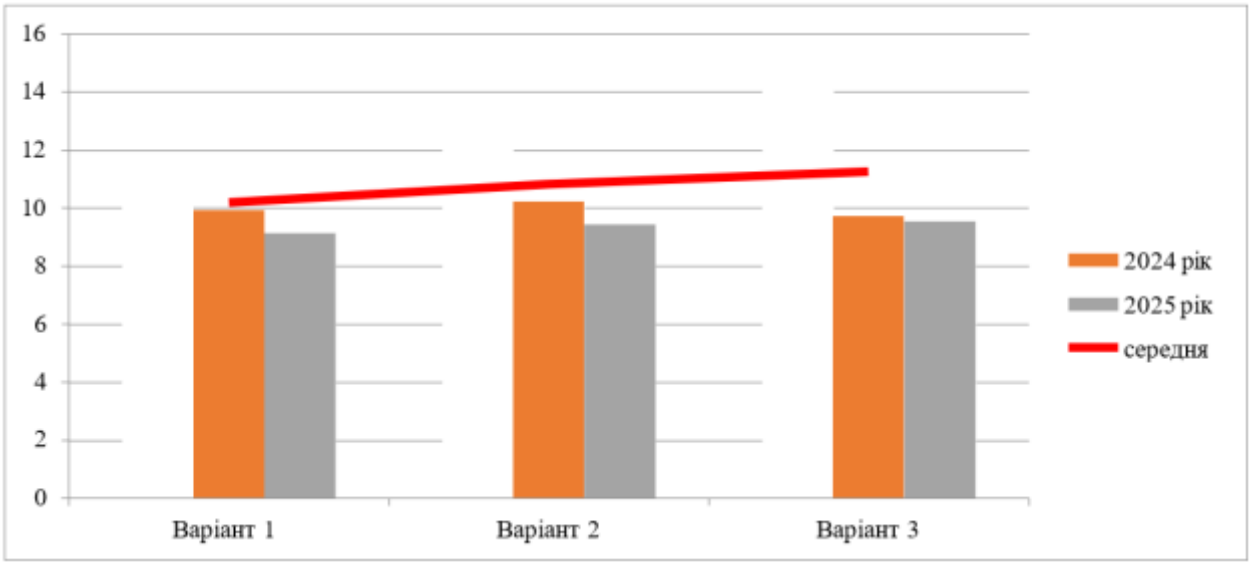


Рис. 2.7. Дружність проростання насіння *Malva sylvestris* L.

Основним індикатором вегетативного розвитку є зміна висоти головного пагона. Динаміка росту мальви лісової демонструє стрімке збільшення висоти протягом перших 60 діб після фази 5 листків, після чого процес лінійного росту стабілізується (рис. 2.8). Середня висота рослин на етапі максимального розвитку сягає близько 89 см. Побудова графіка росту стебла є класичним

завданням для учнів, що допомагає їм візуалізувати поняття "швидкість росту" та "крива росту".

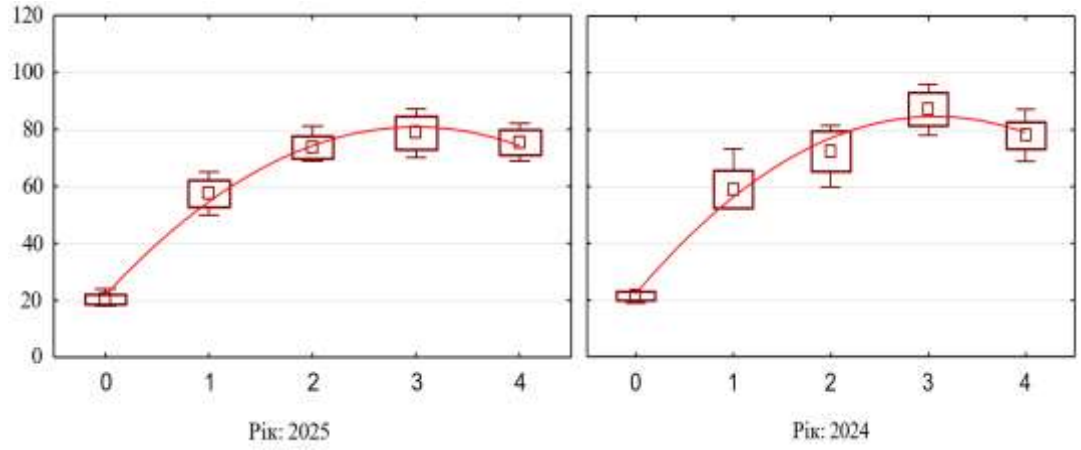


Рис. 2.8 Графік динаміки висоти рослин *Malva sylvestris* L.

Паралельно зі збільшенням висоти пагона відбувається активне нарощування фотосинтетичного апарату. Спостереження показали, що кількість листків інтенсивно збільшується до 20-ї доби, після чого цей показник демонструє певну флуктуацію, пов'язану з природними процесами старіння нижніх листків та утворенням нових (рис. 2.9). Максимальна кількість розгорнутих листків на одному пагоні в середньому становить близько 10–11 штук.

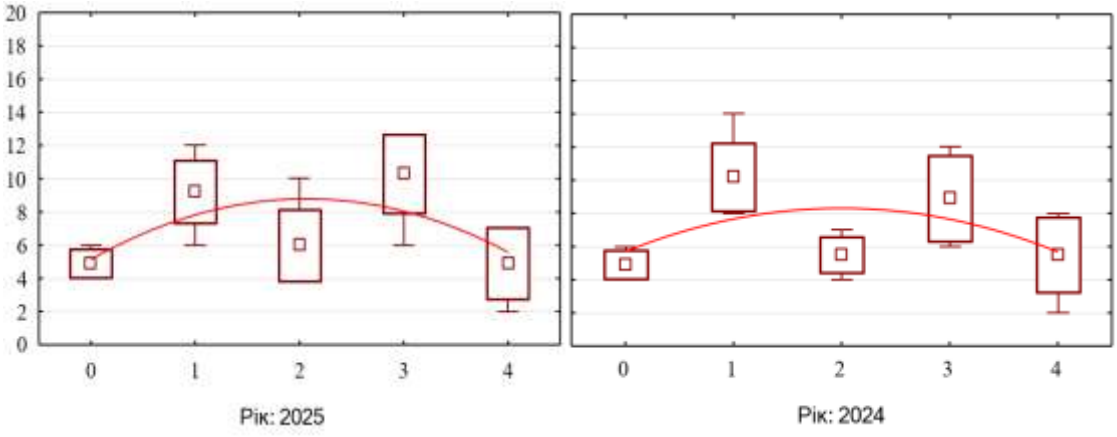


Рис. 2.9 Графік динаміки кількості листків *Malva sylvestris* L.

Особливий інтерес для фенологічних спостережень становить перехід рослини до генеративної фази розвитку. Мальва лісова характеризується раннім закладанням квіткових бруньок. Максимальна кількість бутонів, а також загальна кількість розкритих квіток фіксується вже на 20-ту добу після проходження фази п'яти листків (рис. 2.10, рис. 2.11). У цей період рослина виглядає найбільш декоративно. Середня кількість квіток на одній рослині в період масового цвітіння становить від 12 до 14 штук.

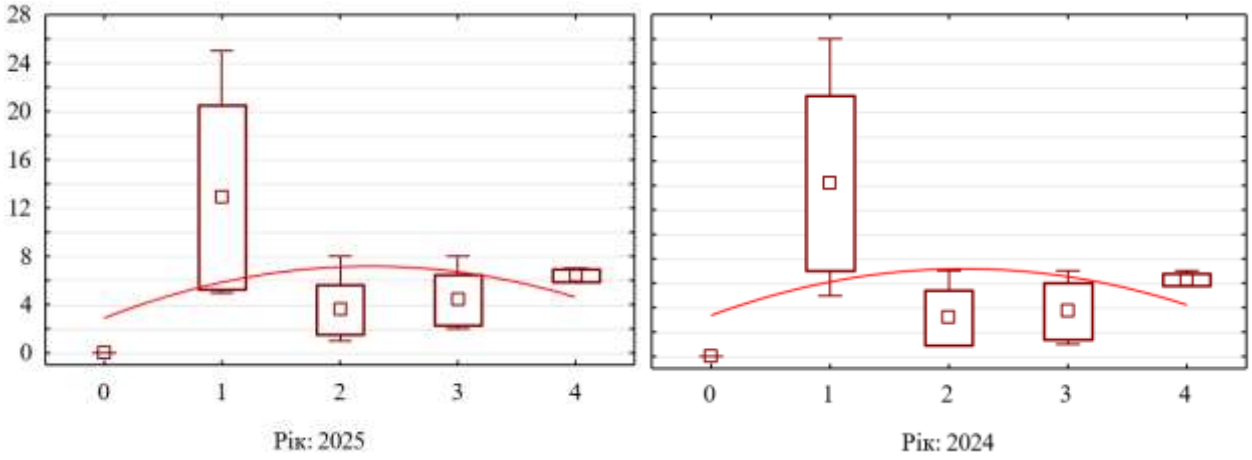


Рис. 2.10 Графік динаміки кількості квіток *Malva sylvestris* L.

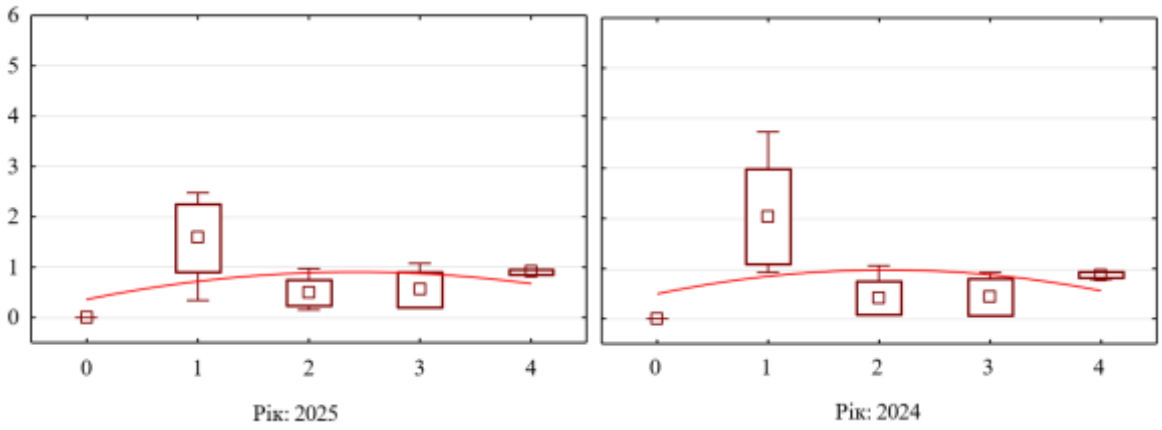


Рис. 2.11 Графік динаміки маси бутонів *Malva sylvestris* L.

Завершальним етапом онтогенезу є формування та дозрівання плодів. Динаміка плодоутворення (рис. 2.12) показує, що максимальна кількість сформованих плодів-калачиків спостерігається на 60-ту добу. Важливо

зазначити, що цей показник є найбільш чутливим до коливань погодних умов у різні роки досліджень, що дає змогу вчителю обговорити з учнями вплив абіотичних факторів на насіннєву продуктивність рослин.

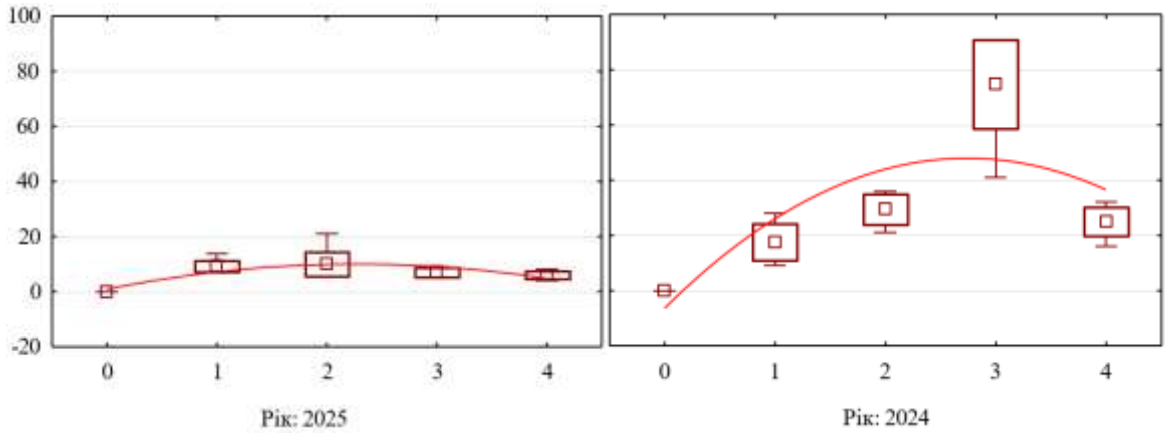


Рис. 2.12. Графік динаміки кількості плодів *Malva sylvestris* L.

Таким чином, результати проведених досліджень підтверджують, що загальним трендом розвитку мальви лісової є різке збільшення біометричних показників (особливо висоти стебла, кількості квіток та бутонів) протягом перших 20–40 діб після настання фази п'яти листків. Чітка вираженість фенологічних фаз, швидкі темпи росту та зручність фіксації морфологічних змін роблять цю рослину ідеальним об'єктом для організації довготривалих учнівських досліджень у шкільному курсі біології.

2.4. Дидактичні переваги використання *Malva sylvestris* L. як модельного об'єкта в навчальному процесі закладу середньої освіти

Успішна реалізація оновленого змісту природничої освіти безпосередньо залежить від правильного добору об'єктів для проведення шкільних експериментів. Аналіз морфологічних та агроекологічних характеристик мальви лісової дозволяє стверджувати, що ця рослина є еталонним модельним об'єктом для організації фенологічних спостережень. Використання живих рослин замість статичних схем повністю відповідає фундаментальному принципу наочності [23] та дозволяє подолати

психологічні труднощі під час вивчення розтягнутих у часі біологічних процесів [2].

Першою і чи не найважливішою дидактичною перевагою мальви є її абсолютна безпечність для здоров'я школярів. Рослина не містить отруйних речовин, не викликає алергічних реакцій при контакті та навіть має кулінарне і медичне застосування. Цей аспект повністю задовольняє жорсткі вимоги техніки безпеки під час організації навчального процесу і дозволяє школярам безперешкодно взаємодіяти з об'єктом на всіх етапах його розвитку [22]. Невибагливість мальви до ґрунтових умов та толерантність до тимчасової нестачі вологи роблять її ідеальним кандидатом для вирощування на пришкільних ділянках або в домашніх умовах під час виконання індивідуальних проєктів.

Другою суттєвою перевагою є висока швидкість проростання насіння та чітка вираженість фенологічних фаз. Як засвідчили результати емпіричних досліджень, насіння мальви починає проростати вже з першої доби, що ідеально вписується в часові рамки шкільного розкладу. Швидке отримання перших результатів є критично важливим для підтримання глибокої внутрішньої мотивації учнів до пізнавальної діяльності [18]. Наступні етапи онтогенезу (поява п'яти справжніх листків, фаза бутонізації, масове цвітіння та формування плодів) візуально добре розрізняються, що дозволяє школярам безпомилково фіксувати їх у своїх щоденниках спостережень [30].

Третій аспект стосується потужного потенціалу мальви для інтеграції дослідницького підходу та реалізації міжпредметних зв'язків. Регулярний приріст вегетативної маси, поступове збільшення кількості листків та квіток створюють ідеальну базу для проведення нескладних біометричних вимірювань. Переведення візуальних спостережень у кількісні показники з подальшою побудовою графіків і діаграм є класичним прикладом інтеграції біології та математики [31]. Працюючи з такими даними, учень перетворюється на активного дослідника, а вчитель виконує роль фасилітатора, що спрямовує пізнавальний процес [28]. Відстеження динаміки

росту на реальних графіках сприяє матеріалізації абстрактних біологічних закономірностей [12].

Не менш важливим є виховний та екологічний потенціал спостережень за мальвою лісовою. Тривалий догляд за живою рослиною вимагає від учнів систематичності, терпіння та відповідальності [32]. Спостерігаючи за реакцією мальви на зміни погодних умов, інтенсивність освітлення чи рівень зволоженості ґрунту, школярі на практиці усвідомлюють суть екологічних взаємозв'язків. Це сприяє формуванню цілісного природничо-наукового світогляду, де довкілля сприймається як складна саморегульована система [26].

Підсумовуючи вищезазначене, можна впевнено констатувати, що мальва лісова володіє унікальним комплексом морфологічних, екологічних та темпових характеристик, які роблять її універсальним дидактичним інструментом. Її впровадження у практику шкільного навчання біології забезпечує органічне поєднання якісної натуральної наочності з активним дослідницьким підходом, що є запорукою глибокого засвоєння знань та розвитку ключових компетентностей сучасних учнів.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ МАЛЬВИ ЛІСОВОЇ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ОНТОГЕНЕЗУ РОСЛИН У ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

3.1. Інтеграція фенологічних спостережень за мальвою в чинну програму з біології

Сучасний етап реформування базової та профільної середньої освіти в Україні нерозривно пов'язаний із впровадженням концептуальних засад Нової української школи [7]. Головним вектором цих трансформацій є перехід від механічного накопичення теоретичних фактів до формування ключових компетентностей учнів через активну дослідницьку діяльність. У контексті природничої освітньої галузі це означає обов'язкове залучення школярів до безпосередньої взаємодії з реальними біологічними об'єктами. Відповідно до чинного Державного стандарту базової середньої освіти одним із найважливіших завдань шкільного курсу біології є формування в учнів здатності планувати та проводити природничі дослідження [6]. Саме тому інтеграція тривалих фенологічних спостережень за таким зручним модельним об'єктом як мальва лісова виглядає не просто доцільною інновацією а нагальною методичною потребою.

Аналіз модельних навчальних програм з біології для сьомого класу дозволяє чітко визначити ті структурні модулі де потенціал використання мальви лісової розкривається найповніше. Традиційно вивчення рослинного організму розпочинається з опанування будови вегетативних та генеративних органів. Під час опрацювання тем присвячених морфології пагона листкорозміщенню та будові квітки мальва слугує ідеальним живим демонстраційним матеріалом. Учні мають можливість наочно вивчати особливості сітчастого жилкування лопатевих листків та радіальну симетрію п'ятичленної квітки. Проте найбільшу дидактичну цінність ця рослина має для розділу присвяченого росту і розвитку рослин. Замість опрацювання сухих текстів підручника школярі можуть у режимі реального часу відстежувати

процеси проростання насіння формування вегетативної маси та перехід до генеративної фази. Це сприяє подоланню психологічних бар'єрів абстрактності та формує у свідомості підлітків правильне розуміння розтягнутих у часі просторово-часових процесів онтогенезу [5].

Окремої уваги заслуговує формат реалізації таких досліджень у навчальному процесі. Спостереження за мальвою лісовою не обмежуються виключно класними заняттями. Вони можуть бути органічно інтегровані в структуру обов'язкових лабораторних досліджень практичних робіт та літніх навчальних практик. Найбільш ефективною формою роботи є організація довготривалих навчальних проєктів де учні отримують індивідуальні або групові завдання з вирощування рослин та фіксації їхніх біометричних показників. Такий діяльнісний підхід забезпечує не лише міцне засвоєння суто біологічних понять а й активно формує навички наукової комунікації та самостійного пошуку інформації [1].

Важливим дидактичним наслідком такої інтеграції є реалізація міжпредметних зв'язків. Використання зібраних емпіричних даних для розрахунку швидкості росту площі листкової поверхні чи побудови лінійних графіків динаміки цвітіння вимагає від учнів застосування математичного апарату. Це матеріалізує абстрактні біологічні закономірності та перетворює урок біології на інтегрований майданчик для розвитку комплексної природничо-математичної компетентності [31]. Завдяки такій багатовимірній інтеграції вивчення онтогенезу перестає бути пасивним процесом запам'ятовування термінів і перетворюється на захопливу наукову подорож.

3.2. Розробка довготривалого навчального проєкту «Щоденник дослідника»

Організація ефективної навчально-дослідницької діяльності вимагає від вчителя наявності чітко структурованого методичного інструментарію. Зважаючи на те що онтогенез рослини є тривалим у часі процесом найбільш оптимальною формою роботи є метод довготривалих проєктів. Розроблений

нами навчальний проєкт під назвою «Щоденник дослідника» пропонує комплексний алгоритм залучення учнів сьомих класів до вивчення росту і розвитку мальви лісової з детальною регламентацією діяльності як здобувачів освіти так і педагога.

Паспорт навчального проєкту

Тематичний напрямок проєкту: вивчення онтогенезу та фенологічних фаз розвитку покритонасінних рослин.

Цільова аудиторія: учні сьомих класів закладів загальної середньої освіти.

Тип проєкту за тривалістю: довготривалий весняно-осінній період з квітня по вересень.

Тип проєкту за характером діяльності: дослідницько-практичний з елементами математичного моделювання.

Провідна мета проєкту: формування природничо-наукової та екологічної компетентностей шляхом безпосереднього спостереження за повним життєвим циклом мальви лісової від насінини до формування плодів.

Основними дидактичними завданнями проєкту є наступні:

1. Перше завдання полягає у засвоєнні методики проведення біологічного експерименту та фенологічних спостережень.
2. Друге завдання спрямоване на розвиток навичок фіксації кількісних параметрів росту рослини.
3. Третє завдання передбачає формування вмінь аналізувати отримані емпіричні дані та графічно візуалізувати їх.
4. Четверте завдання має виховний характер і фокусується на вихованні відповідальності екологічної свідомості та дбайливого ставлення до природи.

Реалізація проєкту передбачає проходження п'яти послідовних етапів.

Перший етап проєкту є фундаментом для всієї подальшої дослідницької діяльності учнів сьомого класу і триває протягом квітня. Цей період присвячений теоретичному, планувальному та матеріально-технічному забезпеченню майбутнього біологічного експерименту з вивчення онтогенезу мальви лісової (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Структурна схема організації першого етапу проєкту з розподілом ключових завдань

Діяльність викладача на організаційно-підготовчому етапі

Педагог на цьому етапі виступає як головний архітектор, координатор та ментор наукового пошуку. Його робота складається з кількох послідовних кроків.

Насамперед учитель розробляє розгорнуту методичну концепцію проєкту та готує вступну мультимедійну презентацію. У цій презентації він наочно демонструє біологічні особливості родини Мальвові, історію використання мальви лісової в медичній практиці та кулінарії, а також візуалізує кінцевий результат, якого мають досягти учні.

Наступним кроком є розробка та тиражування макета «Щоденника

дослідника». Викладач формує чітку структуру цього робочого документа, створює табличні форми для майбутніх вимірювань і прописує орієнтири для безпомилкової ідентифікації фенологічних фаз (табл. 3.1; 3.2).

Таблиця 3.1

Шаблон фіксації показників лабораторного етапу дослідження посівних якостей насіння мальви лісової

День спостереження	**Дата проведення**	**Кількість проростих насінин, штуки**	**Енергія проростання, відсотки**	**Лабораторна схожість, відсотки**	**Особливості розвитку проростків**
День 1					
День 2					
День 3					
День 4					
День 5					
День 6					
День 7					

Примітка: Енергію проростання учні вираховують на третю або четверту добу експерименту, а остаточну лабораторну схожість фіксують на сьомий день після закладання насіння у чашки Петрі.

Окрему увагу вчитель приділяє безпеці життєдіяльності. Він проводить обов'язковий інструктаж щодо безпечного поводження з лабораторним склом під час пророщування насіння в чашках Петрі, а також щодо правил гігієнічної та безпечної праці з ґрунтом і садовим інвентарем у відкритому ґрунті. Усі ці вимоги фіксуються у спеціальному журналі під розпис учнів.

Завершальним кроком педагога на цьому етапі є підготовка та порційне калібрування якісного насіннєвого матеріалу мальви лісової для кожного учня або дослідницької групи.

Таблиця 3.2

Шаблон щоденника польових біометричних вимірювань вегетуючих рослин мальви лісової

Номер обліку	**Дата спосте-реження**	**Період від фази п'яти листків, діб**	**Висота пагона, см**	**Кількість листків на рослині, шт.**	**Кількість закладених бутонів, шт.**	**Кількість розкритих квіток, шт.**	**Кількість сформованих плодів, шт.**
Облік 0		0 діб (фаза 5 листків)					
Облік 1		20 діб					
Облік 2		40 діб					
Облік 3		60 діб					
Облік 4		80 діб					

Примітка: Запропонована сітка вимірювань із кроком у двадцять діб дозволяє учням чітко простежити вихід ростових показників на плато та зафіксувати період максимальної декоративності й насіннєвої продуктивності модельного об'єкта.

Діяльність учнів на організаційно-підготовчому етапі

Здобувачі освіти на першому етапі трансформуються з пасивних слухачів у активних суб'єктів наукового дослідження.

Учні уважно опрацьовують вступну інформацію, яку надає вчитель, та беруть участь у колективному обговоренні. Вони самостійно або в мікрогрупах формулюють наукову гіпотезу проєкту, яка може стосуватися того, як саме умови передпосівного зберігання насіння вплинуть на швидкість формування перших листків чи загальну висоту рослини.

Школярі отримують свої індивідуальні пакети з насінням мальви лісової та макети щоденників. Вони підписують свої «Щоденники дослідника», детально ознайомлюються з їхньою структурою та вимогами до регулярності заповнення.

Учні ретельно вивчають правила техніки безпеки та ставлять свої підписи про ознайомлення. Після цього вони приступають до первинного аналізу насіннєвого матеріалу, проводять його візуальний огляд,

відсортовують деформовані насінини та готують робоче місце для наступного лабораторного етапу.

Другий етап Другий етап навчального проєкту має яскраво виражений лабораторно-експериментальний характер. Він реалізується наприкінці квітня і передбачає перехід учнів до безпосередньої практичної роботи з біологічним матеріалом. Основна мета цього періоду полягає у дослідженні посівних якостей насіння мальви лісової в контрольованих умовах шкільного кабінету біології або вдома.

Діяльність викладача на лабораторно-експериментальному етапі

Педагог на цьому етапі виконує роль фасилітатора практичної діяльності та наукового консультанта. Його робота складається з наступних кроків.

Спочатку вчитель забезпечує або допомагає організувати матеріально-технічну базу експерименту. Він готує необхідну кількість чашок Петрі або прозорих пластикових контейнерів, фільтрувальний папір чи паперові серветки, пінцети та воду кімнатної температури.

Наступним кроком є проведення практичного майстер-класу з методики закладання насіння на пророщування. Викладач покроково демонструє алгоритм дій, акцентуючи увагу на важливості підтримання оптимального рівня вологості. Він пояснює фізіологічну потребу насіння в кисні та воді, наголошуючи на недопущенні пересихання або повного затоплення матеріалу (рис. 3.2).

Окрему увагу педагог приділяє математичному блоку проєкту. Він пояснює учням різницю між показниками енергії проростання та лабораторної схожості. Вчитель наводить формули для розрахунку цих відсоткових показників та нагадує методику ведення щоденних записів у відповідній таблиці «Щоденника дослідника».

Протягом усього тижня тривалості експерименту вчитель здійснює системний моніторинг. Він консультує учнів щодо ідентифікації пророслих насінин із зародковим корінцем та контролює своєчасність і правильність заповнення робочих таблиць.



Рис. 3.2. Алгоритм закладання насіння в чашку Петріна вологий фільтрувальний папір

Діяльність учнів на лабораторно-експериментальному етапі

Здобувачі освіти на цьому етапі працюють як дослідники-лаборанти, розвиваючи навички точності, відповідальності та системного підходу до збору даних.

Школярі самостійно закладають власні досліди. Вони розміщують фільтрувальний матеріал у посудинах, рівномірно зволожують його та акуратно розкладають насіння мальви лісової на однаковій відстані одне від одного.

Кожного дня в один і той самий час учні проводять візуальний огляд своїх експериментальних зразків. Вони підраховують кількість насінин, які проклюнулися, і за необхідності обережно вилучають їх за допомогою пінцета для уникнення подвійного підрахунку в наступні дні. Усі отримані щоденні числові дані ретельно заносяться до «Щоденника дослідника».

На третю або четверту добу експерименту школярі проводять проміжні математичні розрахунки та визначають енергію проростання свого зразка. На сьомий день вони завершують лабораторну фазу, підраховують фінальну

кількість проростків та обчислюють загальний відсоток лабораторної схожості.

Для систематизації розподілу обов'язків на цьому етапі розроблено відповідну матрицю взаємодії (табл. 3.3).

Таблиця 3.3.

Матриця взаємодії учасників проєкту
на лабораторно-експериментальному етапі

Компонент етапу	Діяльність викладача	Діяльність учнів
Практично-інструктивний	Демонстрація правильного закладання досліду та забезпечення матеріалами	Самостійне закладання насіння на пророщування у зволожене середовище
Дослідницький	Моніторинг процесу та консультативна підтримка щодо ідентифікації проростків	Щоденний підрахунок насіння, яке проклюнулося, та контроль рівня вологості
Аналітико-математичний	Пояснення формул розрахунку схожості та перевірка правильності ведення записів	Фіксація даних у щоденнику та самостійний розрахунок енергії проростання і лабораторної схожості

Третій етап є польовим експериментальним і розтягується на найдовший період з травня по серпень. Цей етап передбачає висів пророщеного насіння у відкритий ґрунт на пришкільній ділянці або на домашніх клумбах учнів. Вчитель виступає у ролі консультанта періодично контролюючи правильність виконання агротехнічних прийомів. Учні здійснюють систематичний догляд за рослинами та проводять біометричні вимірювання кожні двадцять діб починаючи від фази п'яти справжніх листків. Школярі вимірюють висоту головного пагона лінійкою або мірною стрічкою підраховують загальну кількість розгорнутих листків фіксують дату появи перших бутонів та початок масового цвітіння. Окремим завданням є підрахунок кількості розкритих квіток та згодом сформованих плодів-калачиків. Усі числові значення сумлінно переносяться до відповідних колонок «Щоденника дослідника».

Четвертий етап є аналітичним і проводиться на початку вересня після

завершення літніх канікул. Учні приносять на уроки свої заповнені щоденники. Завданням вчителя на цьому етапі є допомога в систематизації масиву зібраних даних. На уроках біології інтегрованих з елементами математики школярі будують лінійні графіки динаміки росту стебла у висоту та гістограми зміни кількості квіток чи плодів. Здобувачі освіти самостійно аналізують створені графіки знаходять періоди найбільш інтенсивного росту та роблять висновки щодо впливу літніх погодних умов на розвиток їхніх рослин.

П'ятий етап є підсумково-презентаційним. Він присвячений публічному захисту результатів досліджень. Учні презентують свої «Щоденники дослідника» демонструють побудовані графіки та діляться враженнями від процесу вирощування мальви лісової. Вчитель оцінює не лише правильність математичних розрахунків і повноту зібраних фенологічних даних а й рівень самостійності охайність ведення записів та вміння аргументовано доводити власну думку.

Така структура довготривалого проєкту забезпечує перехід від пасивного споглядання природи до глибокого наукового аналізу. Використання мальви лісової як об'єкта дослідження гарантує успішність експерименту завдяки високій життєздатності рослини а методично правильно організована робота вчителя перетворює рутинні вимірювання на захопливий процес пізнання фундаментальних законів індивідуального розвитку живих організмів.

3.3. Методичні рекомендації щодо використання мальви лісової на шкільній навчально-дослідній ділянці

Шкільна навчально-дослідна ділянка традиційно виступає ключовим елементом просторового середовища для реалізації практичної складової природничої освіти. Використання цієї території дозволяє винести процес пізнання за межі класної кімнати та організувати повноцінне спілкування учнів із природою. Враховуючи високу екологічну пластичність та швидкі

темпи нарощування біомаси мальва лісова є надзвичайно перспективною культурою для вирощування в умовах шкільного подвір'я.

Організація роботи з цією рослиною потребує дотримання певних методичних та агротехнічних рекомендацій. Насамперед вчителю необхідно правильно визначити місце для посіву насіння або висадки розсади. Оскільки мальва лісова здатна досягати висоти близько дев'яноста сантиметрів її доцільно розміщувати на задньому плані квітників або у спеціалізованому відділі лікарських та декоративних рослин. Таке просторове рішення запобігатиме затіненню нижчих культур. Водночас приналежність рослини до групи сціогеліофітів дозволяє успішно вирощувати її навіть на тих ділянках які періодично затінюються стінами навчальних корпусів або кронами високих паркових дерев.

Найбільший дидактичний потенціал шкільної ділянки розкривається під час проведення літньої навчальної практики або роботи профільних екологічних таборів. Саме на період літніх канікул припадає найактивніша фаза росту мальви бутонізація та масове цвітіння. Залучення учнів до догляду за рослинами в цей час дозволяє не переривати процес фенологічних спостережень. Школярі можуть проводити регулярні біометричні вимірювання фіксувати кількість розкритих квіток та оцінювати вплив літніх температур і кількості атмосферних опадів на загальний стан рослинного організму.

Важливим аспектом роботи на ділянці є формування в учнів базових агротехнічних навичок. Вирощуючи мальву лісову підлітки на практиці опановують методи механічного розпушування ґрунту видалення бур'янів та організації нормованого поливу. Вчитель має акцентувати увагу на екологічних та фізіологічних наслідках таких дій пояснюючи значення збереження ґрунтової вологи та аерації кореневої системи для нормального розвитку рослини. Такий підхід сприяє трансформації сухих теоретичних знань у стійкі життєві практичні вміння [28].

Окрім суто ботанічних завдань присутність мальви лісової на шкільній

ділянці створює унікальні можливості для розширення екологічного світогляду школярів. Будучи яскраво вираженою ентомофільною рослиною мальва у період цвітіння приваблює значну кількість комах-запилювачів [15]. Це дозволяє вчителю біології організувати супутні спостереження за міжвидовими взаємодіями в біоценозі демонструючи учням яскраві приклади мутуалізму та трофічних зв'язків безпосередньо в природному середовищі без використання віртуальних симуляцій чи відеоматеріалів.

Завершальним етапом роботи на навчально-дослідній ділянці є осінній збір насіння та заготівля гербарного матеріалу. Цей процес має глибоке виховне значення оскільки він формує в учнів розуміння циклічності природних процесів та концепції раціонального природокористування. Зібраний відсортований і правильно збережений насіннєвий матеріал стане надійною базою для проведення аналогічних лабораторних та польових досліджень наступними поколіннями школярів. Таким чином мальва лісова перетворюється на невичерпний самовідновлюваний та економічно вигідний дидактичний ресурс для закладу загальної середньої освіти який повністю забезпечує потреби експериментальної частини навчальної програми.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено актуальне науково-методичне завдання щодо теоретичного обґрунтування та практичної розробки методики використання мальви лісової як модельного об'єкта під час вивчення онтогенезу рослин у закладах загальної середньої освіти. Відповідно до визначеної мети та поставлених завдань отримано такі результати.

1. Аналіз психолого-педагогічної та навчально-методичної літератури засвідчив що сучасна природнича освіта в умовах реалізації концепції Нової української школи потребує переходу від пасивного засвоєння теорії до активної дослідницької діяльності. Встановлено що абстрактність та тривалість у часі процесів росту і розвитку рослин створюють психологічні бар'єри для їх сприйняття учнями. Доведено що ефективним способом подолання цих труднощів є залучення школярів до проведення довготривалих фенологічних спостережень за живими біологічними об'єктами що повністю відповідає фундаментальному принципу наочності та формує базові дослідницькі компетентності.
2. У результаті дидактичної адаптації емпіричних ботанічних даних підтверджено високий потенціал мальви лісової як навчального модельного об'єкта. Дослідження посівних якостей насіння та динаміки росту рослин в умовах Правобережного Лісостепу продемонструвало швидкі темпи виходу насіння зі стану спокою з максимальною енергією проростання на другу чи третю добу. Виявлено що вегетативний розвиток рослини характеризується стрімким лінійним приростом стебла та швидким розгортанням фотосинтетичного апарату у перші шістдесят діб після настання фази п'яти справжніх листків. Ранній перехід до генеративної фази з масовим утворенням бутонів квіток та плодів-калачиків дозволяє учням зафіксувати ключові етапи онтогенезу в межах одного навчального сезону. Крім того абсолютна безпечність рослини для здоров'я школярів та її висока екологічна пластичність роблять мальву лісову ідеальною для вирощування на присадибних або пришкільних ділянках.

3. На основі отриманих результатів розроблено комплекс методичних матеріалів для інтеграції фенологічних спостережень за мальвою в освітній процес адаптаційного та базового предметного циклів середньої школи. Запропоновано розгорнуту структуру довготривалого навчального проєкту Щоденник дослідника який охоплює п'ять логічних етапів від підготовчого до підсумково-презентаційного. Створено адаптовані шаблони робочих таблиць для фіксації результатів пророщування насіння та польових біометричних вимірювань. Доведено що така діяльність не лише поглиблює біологічні знання а й забезпечує потужну міжпредметну інтеграцію дозволяючи учням застосовувати математичний апарат для розрахунку енергії проростання лабораторної схожості та побудови графіків динаміки росту.
4. Розроблено методичні рекомендації щодо використання мальви лісової на навчально-дослідній ділянці під час літньої практики що сприяє формуванню в учнів практичних агротехнічних навичок розуміння циклічності природних процесів та екологічних взаємозв'язків у біоценозах. Впровадження запропонованої методики перетворює вивчення онтогенезу на захопливу наукову діяльність забезпечуючи органічне поєднання якісної натуральної наочності з активним дослідницьким підходом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пометун О. І., Пироженко Л. В. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання : наук.-метод. посіб. Київ : А.С.К., 2004. 192 с.
2. Мороз І. В., Степанюк А. В., Гончар О. Д. Загальна методика навчання біології : навч. посіб. Київ : Либідь, 2006. 592 с.
3. Біда О. А. Структура і методика інтерактивного уроку. *Психолого-педагогічні проблеми сучасної школи*. Умань, 2007. Вип. 1. С. 136–140.
4. Коршевнюк Т. В. Організація дослідницької діяльності учнів з біології. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2017. № 3. С. 15–19.
5. Максименко С. Д. Загальна психологія : навч. посіб. Київ : Центр навч. л-ри, 2004. 272 с.
6. Про затвердження Державного стандарту базової середньої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 30 верес. 2020 р. № 898. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-п (дата звернення: 03.03.2026 р.)
7. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи / Л. Гриневич та ін. Київ, 2016. 36 с.
8. Сухомлинський В. О. Серце віддаю дітям. Вибрані твори : в 5 т. Київ : Рад. школа, 1977. Т. 3. С. 7–279.
9. Про повну загальну середню освіту : Закон України від 16 січ. 2020 р. № 463-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20 (дата звернення: 04.03.2026 р.)
10. Соболь В. І. Біологія і екологія (рівень стандарту) : підруч. для 10 кл. закл. заг. серед. освіти. Кам’янець-Подільський : Абетка, 2018. 272 с.
11. Люленко С. Формування екологічної компетентності учнів на уроках біології і екології. *Природничі науки та природокористування*. 2024. № 1. С. 68–74. URL: https://pnp.udpu.edu.ua/article/view/322210/11.pdf (дата звернення: 03.04.2026 р.)
12. Коршевнюк Т. В., Абрамчук О. М., Добростан О. В. Стратегії інтеграції міждисциплінарних підходів у викладанні біології для підвищення критичного мислення здобувачів освіти. *Педагогічна академія: наукові*

записки. 2024. Вип. 8. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.12820105 (дата звернення: 15.02.2026).

13. Скрипченко О. В., Долинська Л. В., Огороднійчук З. В. та ін. Вікова та педагогічна психологія : навч. посіб. Київ : Просвіта, 2001. 416 с.
14. Піаже Ж. Психологія інтелекту / пер. з фр. Київ : Голов. спеціаліз. ред. літ. мовами нац. меншин України, 1994. 71 с.
15. Тарасенко М. П. Формування наукового мислення на уроках біології через використання різноманітних прийомів та методів мнемотехніки. *Perspectives of contemporary science: theory and practice* : Proceedings of XII International Scientific and Practical Conference, 13–15 January 2025. Львів, 2025. С. 751–755. URL: https://sci-conf.com.ua/xii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-perspectives-of-contemporary-science-theory-and-practice-13-15-01-2025-lviv-ukrayina-arhiv/ (дата звернення: 15.02.2026).
16. Перетятько В. В. Формування прийомів комплексного використання засобів наочності в підготовці вчителів біології та основ здоров'я. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2023. Вип. 208. С. 202–206. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Nz_p_2023_208_37.pdf (дата звернення: 16.02.2026).
17. Волкова Н. П. Педагогіка : навч. посіб. Київ : Академвидав, 2012. 616 с.
18. Божович Л. І. Проблема развитку мотиваційної сфери дитини. Вивчення мотивації поведінки дітей та підлітків. Київ : Наукова Думка, 1972. С. 7–44.
19. Степанюк А. В. Методологічні та теоретичні основи формування цілісності знань учнів про живу природу : монографія. Тернопіль : ТДПУ, 1999. 224 с..
20. Шапран Ю., Довгопола Л., Супрунова М. Уплив методу проєктів на формування предметної компетентності з біології в учнів закладу загальної середньої освіти. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2021. Вип. 39, Т. 3. С. 274–281. DOI: https://doi.org/10.24919/2308-4863/39-3-44
21. Опаренко Т. І., Генкал С. Е. Принципи формування екологічної

компетентності учнів в умовах дослідницько-орієнтованого навчання біології. *Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії* : VI Всеукр. наук. конф. студ. та молодих учених (24 квітня 2026 р.). Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка. С. 87–91. URL: https://sspu.edu.ua/images/2026/docs/nauka/konf/Zbirnyk_2026_compressed_9708e.pdf#page=87 (дата звернення: 13.05.2026).

22. Біологічні дослідження на уроках біології та екології : навчально-методичний посібник / М. В. Кісільова та ін. Суми : НВВ КЗ СОІППО, 2024. 168 с.
23. Коменський Я. А. Вибрані педагогічні твори. Київ : Освіта, 1993. 223 с.
24. Горальський Л. П., Павлюченко О. В., Дмитрук В. С. Використання живих організмів у викладанні біологічних дисциплін у закладах вищої освіти. *Proceedings of the scientific and pedagogical internship*. Рига, 2024. URL: https://eprints.zu.edu.ua/42063/1/1.pdf (дата звернення: 12.03.2026).
25. Навчання біології учнів основної школи : метод. посіб. / Матяш Н. Ю., Коршевнюк Т. В., Рибалко Л. М., Козленко О. Г. Київ : КОНВІ ПРІНТ, 2019. 208 с.
26. Грановська Т., Олефіренко Н. Практико-орієнтоване навчання предметів природничого циклу як шлях формування пізнавальної самостійності підлітків. *Молодь і ринок*. 2019. № 5(172). С. 171–175. DOI: https://doi.org/10.24919/2308-4634.2019.171181
27. Сисоєва С. О. Основи педагогічної творчості : підручник. Київ : Міленіум, 2006. 344 с.
28. Rogers C., Freiberg J. Freedom to learn. Merrill : Macmillan College Publishing Co, 1994. 406 p.
29. Верзилін М. М., Корсунська В. М. Загальна методика викладання біології. Київ : Вища школа, 1980. 352 с.

30. Грицай Н. Б. Методика позакласної роботи з біології. Дистанційний курс : навч. посіб. Рівне : Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, 2010. 164 с.
31. Філіпов В. В. Застосування міжпредметних зв'язків на уроках біології. *Актуальні проблеми дослідження довкілля* : Мат. XI Міжнар. наук. конф. (Суми, 22–23 травня 2025 р.). Суми: Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2025. С. 191–196. URL: https://sspu.edu.ua/images/2025/docs/nauka/konf/Conference_book_2025_de3ef.pdf#page=193 (дата звернення: 13.03.2026).
32. Вербицький В. В. Позаурочна та позакласна освітня (неформальна) діяльність в умовах розвитку стратегії виховання України. URL: https://nenc.gov.ua/wp-content/uploads/2018/02/PPOD.pdf (дата звернення: 15.03.2026).
33. Einarsson R, Persson UM. Analyzing key constraints to biogas production from crop residues and manure in the EU–A spatially explicit model. *PLoS One.* 2017. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171001.
34. Meyer AKP, Ehimen EA, Holm-Nielsen JB. Future European biogas: Animal manure, straw and grass potentials for a sustainable European biogas production. *Biomass and Bioenergy.* 2018. Vol. 111. P. 154–64. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.05.013.
35. Kintl A, Elbl J, Vítěz T, Brtnický M, Skládanka J, Hammerschmiedt T, et al. Possibilities of using white sweetclover grown in mixture with maize for biomethane production. *Agronomy.* 2020. Vol. 10 DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy10091407.
36. Kintl A, Huňady I, Holátko J, Vítěz T, Hammerschmiedt T, Brtnický M, et al. Using the mixed culture of fodder mallow (Malva verticillata L.) and white sweet clover (Melilotus albus Medik.) for methane production. *Fermentation.* 2022. Vol. 8(94). DOI: https://doi.org/10.3390/fermentation8030094.

37. Elith J, Phillips SJ, Hastie T, Dudík M, Chee YE, Yates CJ. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Divers Distrib*. 2011. Vol. 17. P. 43–57. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x.
38. Phillips SJ. Transferability, sample selection bias and background data in presence-only modelling: a response to Peterson et al. (2007). *Ecography (Cop)*. 2008. Vol. 31. DOI: https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5378.x.
39. Fielding AH, Bell JF. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environ Conserv*. 1997. Vol. 24. P. 38–49. DOI: https://doi.org/10.1017/S0376892997000088.
40. ter Braak CJF, Looman CWN. Weighted averaging, logistic regression and the Gaussian response model. *Vegetatio*. 1986. Vol. 65. P. 3–11. DOI: https://doi.org/10.1007/BF00032121.
41. Šmilauer P, Lepš J. Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO 5. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. DOI: https://doi.org/doi:10.1017/CBO9781139627061.
42. Sharifi-Rad J, Melgar-Lalanne G, Hernández-Álvarez AJ, Taheri Y, Shaheen S, Kregiel D, et al. Malva species: Insights on its chemical composition towards pharmacological applications. *Phyther Res*. 2020. Vol. 34. P. 546–567. DOI: https://doi.org/10.1002/ptr.6550.
43. Ray MF. Systematics of Lavatera and Malva (Malvaceae, Malveae)? A new perspective. *Plant Syst Evol*. 1995. Vol. 198. P. 29–53. DOI: https://doi.org/10.1007/BF00985106.
44. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Видання друге. Доповнене та виправлене. Т. 19. Дніпро: «Ліра», 2012. 296 с.
45. Landolt E. Flora indicative: Ecological indicator values and biological attributes of the flora of Switzerland and the Alps. 2nd ed. Bern: Haupt Verlag; 2010.
46. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / Відп. ред. А. М. Гродзінський. Київ: Голов. ред. УРЕ, 1991.

47. Панченко К. С. Агробіологічні особливості представниківа роду Мальва (Malva L.). *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій*: матеріали восьмої міжнародної науково-практичної конференції., 29–30 червня 2020 р. Полтава: РВВ ПДАА, 2020. С.77–78. DOI: http://doi.org/10.5281/zenodo.4054586