

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка
Хіміко-біологічний факультет
Кафедра ботаніки та зоології

Кваліфікаційна робота
на тему:
ГЕРБАРІЙ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ
ПОНЯТЬ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ
ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ

Спеціальність 014.05 Середня освіта
Предметна спеціальність: 014.05 Середня освіта
(Біологія та здоров'я людини)

Здобувач другого (магістерського
рівня) вищої освіти, ОПП «Середня
освіта Біологія та здоров'я людини,
хімія»

Теодозів Віталій Михайлович

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
кандидат педагогічних наук, доцент
Москалюк Наталія Володимирівна
асистент кафедри ботаніки та зоології
Яворівський Руслан Любомирович

РЕЦЕНЗЕНТ:
кандидат педагогічних наук, доцент
Назарко Ірина Степанівна
Тернопільський національний
технічний університет імені Івана Пулюя

Робота захищена з оцінкою:
Національна шкала _____
Кількість балів: ____ Оцінка: ECTS ____

Тернопіль – 2025

АНОТАЦІЯ

Теодозів В.М. Гербарій як засіб формування біологічних понять в освітньому процесі загальноосвітньої школи / Теодозів Віталій Михайлович; ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, хіміко-біологічний факультет, кафедра ботаніки та зоології; наук. керівники Москалюк Н.В., Яворівський Р.Л. – Тернопіль, 2025. 99 с.

Кваліфікаційна робота спрямована на формування біологічних понять та екологічної свідомості учнів за допомогою наочності, зокрема гербарію. Дослідження актуалізує необхідність модернізації традиційних методів викладання біології шляхом інтеграції класичної роботи з натуральним гербарієм та інноваційних підходів (цифрові технології, мобільні додатки, STEM–проекти). В роботі теоретично обґрунтовано ефективність використання гербарію як засобу формування біологічних понять в учнів.

Також розглянуто процес формування біологічних понять і розроблено методику використання гербарію. Визначено дидактичний потенціал гербарію для формування систематичних, морфологічних та екологічних понять. Розроблено гібридну методику інтеграції гербарію (фізичні зразки і цифрові інструменти).

Ключові слова: гербарій, біологічні поняття, наочність, гібридна методика, цифровізація.

ABSTRACT

Theodoziv V. M. Herbarium as a means of forming biological concepts in the educational process of a general secondary school/ Teodoziv Vitaliy Mykhailovych; Ternopil V. Hnatiuk National Pedagogical University, Faculty of Chemistry and Biology, Department of Botany and Zoology; supervisor of scientific work: N.V. Moskaliuk, R. L. Yavorivskyi– Ternopil, 2025. – 99 p.

The master's thesis is aimed at forming biological concepts and environmental awareness of students through visualization, in particular, a herbarium.

The study highlights the need to modernize traditional biology teaching methods by integrating classical work with a natural herbarium and innovative approaches (digital technologies, mobile applications, STEM projects). The paper theoretically substantiates the effectiveness of using a herbarium as a means of forming biological concepts in students.

The process of forming biological concepts is also considered and a methodology for using a herbarium is developed. The didactic potential of a herbarium for forming systematic, morphological and ecological concepts is determined. A hybrid methodology for integrating a herbarium (physical specimens and digital tools) is developed.

Key words: herbarium, biological concepts, visualization, hybrid methodology, digitalization.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ НАОЧНОСТІ У ФОРМУВАННІ БІОЛОГІЧНИХ ПОНЯТЬ	8
1.1. Психолого–педагогічні основи формування біологічних понять через діяльнісний підхід та роботу з натуральними об’єктами (гербарієм)	8
1.2. Гербарій як традиційний та інноваційний засіб навчання ботаніки: історичний аспект та сучасний потенціал	17
1.3. Класифікація біологічних понять, які можуть бути ефективно сформовані за допомогою гербарію	22
1.4. Аналіз існуючої практики використання гербарію вчителями біології: сучасний стан та проблеми	34
РОЗДІЛ 2. ГЕРБАРІЙ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ (ТНПУ) ЯК РЕСУРСНА БАЗА ДЛЯ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ	40
2.1. Історія створення та сучасна структура гербарію ТНПУ	40
2.2. Основні колекції: фонди, обсяги, найцінніші екземпляри	43
2.3. Методичні вимоги до створення та систематизації шкільного навчального гербарію (вимоги до збору, сушіння, монтажу, етикетування)	46
2.3.1. Обладнання для комплектування гербарію	46
2.3.2. Особливості збору рослин у фітоценозах	50
2.3.3. Техніка засушування рослин у гербарній сітці	52
2.3.4. Монтування гербарію	54
2.3.5. Особливості зберігання гербарію	58
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ГЕРБАРІЮ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ	62
3.1. Розробка моделі та етапів впровадження гербарію в освітній процес .62	
3.2. Система завдань для формування біологічних понять з використанням гербарію	67
3.3. Приклади проектів і мобільних додатків для формування комплексних біологічних понять з використанням гербарію	76
3.4.Методичні рекомендації щодо побудови уроків біології з використанням гербарію	77
ВИСНОВКИ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83
ДОДАТКИ	90

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасна система загальної середньої освіти орієнтується на формування в учнів ключових і предметних компетентностей, зокрема природничої грамотності, уміння здійснювати дослідження, аналізувати об'єкти живої природи та робити науково обґрунтовані висновки. У контексті таких завдань особливого значення набувають дидактичні засоби, що забезпечують поєднання теоретичних знань із практичною діяльністю учнів. Одним із найбільш ефективних засобів вивчення рослин є гербарій, який дозволяє візуально і практично засвоювати поняття, формувати навички аналізу й класифікації біологічних об'єктів.

В умовах переходу освіти до компетентнісної моделі навчання, передбаченої Державним стандартом базової середньої освіти [18], зростає потреба у використанні навчальних ресурсів, що сприяють розвитку дослідницької активності та критичного мислення учнів. Робота з гербарієм відповідає цим вимогам, оскільки забезпечує діяльнісний підхід, формує вміння працювати з реальними об'єктами природи, розвиває уміння порівнювати, узагальнювати, класифікувати, визначати систематичне положення рослин тощо.

Попри очевидний дидактичний потенціал, у практиці шкільного навчання гербарій часто використовується фрагментарно або суто демонстраційно, що значно знижує його навчальну цінність. Водночас учителі не завжди мають достатньо методичних рекомендацій щодо створення, добору та застосування гербарію у процесі формування біологічних понять. Існує потреба у науково-методичному обґрунтуванні умов, підходів та технологій, які забезпечують ефективне використання гербарію в освітньому процесі.

В епоху цифровізації освіти важливо знаходити способи поєднання традиційних методів навчання із сучасними технологіями. Створення цифрових гербаріїв, використання мобільних додатків (Flora Incognita, PlantNet, PlantSnap, PictureThis, LeafSnap, Seek, PlantNet) для ідентифікації рослин, а також

інтерактивних платформ (iNaturalist, KeyToNature, GBIF (Global Biodiversity Information Facility)) відкриває нові можливості для навчання. Робота з гербаріями сприяє розвитку критичного мислення, дослідницьких навичок, здатності до аналізу й синтезу інформації, що відповідає сучасним освітнім стандартам, які орієнтовані на формування ключових компетентностей [2].

Інтеграція природничих наук із технологіями, інженерією та математикою (STEM) дає змогу зробити освітній процес більш міждисциплінарним, цікавим і практично орієнтованим. Гербарії можуть стати важливим інструментом у реалізації STEM-проектів (наприклад, «Цифровий гербарій із використанням штучного інтелекту», «Екологічний моніторинг за допомогою гербарію», «Рослинний паспорт: QR-код на етикетці», «3D-сканування та моделювання гербарних зразків»).

Зважаючи на ці аспекти, дослідження використання гербаріїв у шкільній ботаніці в контексті поєднання традиційних та інноваційних підходів є актуальним, перспективним для розвитку сучасної природничої освіти. Саме тому актуальність і важливість даної проблеми зумовили вибір теми магістерського дослідження: *«Гербарій як засіб формування біологічних понять в освітньому процесі загальноосвітньої школи»*.

Об'єкт дослідження: процес навчання біології в загальноосвітній школи.

Предмет дослідження: методика використання гербарію як дидактичного засобу формування та розвитку біологічних понять в учнів загальноосвітньої школи.

Мета дослідження: теоретично обґрунтувати педагогічні умови та методичні підходи до використання гербарію як ефективного засобу формування біологічних понять в учнів в загальноосвітній школи.

Для реалізації мети виділено такі **завдання**:

➤ проаналізувати психолого-педагогічну та методичну літературу з проблеми використання гербарію у шкільному курсі біології;

- визначити дидактичні можливості гербарію для формування морфологічних, систематичних, екологічних та інших біологічних понять;
- проаналізувати особливості гербарію ТНПУ імені Володимира Гнатюка (TERN*) як потенційної навчальної бази для освітнього процесу;
- розробити методику інтеграції роботи з гербарієм в освітній процес, зокрема з використанням сучасних цифрових технологій та STEM-підходів.

Для досягнення поставленої мети та розв'язання завдань нами було використано такі **методи дослідження**:

- *теоретичні* – аналіз державних документів про освіту, філософської, психолого-педагогічної, науково-методичної літератури; порівняння, узагальнення та систематизація теоретичних положень у педагогіці з метою з'ясування стану та розроблення досліджуваної проблеми; моделювання й систематизація процесу навчання школярів;
- *емпіричні*: узагальнення педагогічного досвіду, спостереження; бесіди та анкетування з учителями для з'ясування стану реалізації проблеми у практиці роботи школи;
- *статистичні*: кількісний та якісний аналіз; методи математичної обробки для кількісного та якісного аналізу і встановлення результатів дослідження.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання результатів дослідження для модернізації освітнього процесу з біології. Розроблені методичні рекомендації щодо інтеграції гербарію у навчально-виховний процес, включають алгоритми створення власних гербаріїв, використання QR-кодів на гербарних етикетках та застосування мобільних додатків для ідентифікації рослин.

Матеріали дослідження можуть бути використані для підготовки студентів майбутніх вчителів біології, при читанні лекційних курсів з методики викладання біології та засобів формування мотивації учнів в умовах НУШ, а також у майбутній професійній діяльності і при написанні наукових публікацій.

Апробація та впровадження результатів дослідження. Результати дослідження було апробовано у вигляді таких публікацій:

1. Яворівський Р. Л., Москалюк Н. В., Теодозів В. М. Гербарій ТНПУ: від заснування до сьогодення (до 85-річчя університету і хіміко-біологічного факультету. Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2025 : матер. міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 85-річчю хіміко-біологічного факультету ТНПУ (Тернопіль, 1–2 травня 2025). Тернопіль : Вектор, 2025. С. 321–326.

2. Теодозів В., Москалюк Н., Яворівський Р. Гербарій як ефективний інструмент формування екологічної свідомості та особистісних якостей учнів. Litteris et Artibus: Нові горизонти : збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції. Випуск IX / за заг. ред. О. В. Тригуби. Кременець : ВЦ КОГПА ім. Тараса Шевченка, 2025. С. 178–181.

Обсяг та структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаної літератури (64 позицій), таблиць (4) і рисунків (16). Повний обсяг роботи – 99 сторінок, з яких 80 сторінок основного тексту.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ НАОЧНОСТІ У ФОРМУВАННІ БІОЛОГІЧНИХ ПОНЯТЬ

1.1. Психолого-педагогічні основи формування біологічних понять через діяльнісний підхід та роботу з натуральними об'єктами (гербарієм)

Сучасний освітній процес характеризується динамічними інноваційними змінами. Водночас, аналіз державної освітньої статистики фіксує низку системних проблем у сфері освіти. Державна політика у сфері освіти на сучасному етапі регулюється низкою ключових законів України, включно із законами «Про освіту», «Про позашкільну освіту», «Про охорону дитинства», «Про музеї та музейну справу» [25] та іншими. З огляду на пошкодження чи руйнування частини освітніх закладів внаслідок воєнних дій, а також виключне значення позашкільної освіти для патріотичного виховання, Міністерство освіти і науки України (МОН) запровадило мораторій. Керуючись відповідними статтями законів «Про позашкільну освіту» та «Про місцеве самоврядування в Україні», МОН своїм розпорядженням №1/4142–22 від 14.04.2022 заборонило закриття, реформування, злиття чи об'єднання закладів позашкільної освіти, чим забезпечило збереження їхньої мережі в регіонах. Важливо відзначити, що з початку повномасштабного вторгнення (24 лютого 2022 року) значна частина закладів освіти оперативно адаптувалася, надавши прихисток і підтримку тисячам внутрішньо переміщених осіб.

Аналіз наукової літератури підтверджує [17; 35; 57] діяльнісний підхід з досліджень Л. Виготського, О. Леонтьєва і П. Гальперіна. Формування наукових понять, зокрема біологічних, неможливе без активної діяльності суб'єкта. За Л. Виготським, наукове поняття формується «зверху вниз» через засвоєння наукової системи, проте цей процес має бути опосередкований предметно–практичною діяльністю. Згідно теорії поетапного формування розумових дій П. Гальперін [17] стверджує, що для формування поняття необхідно пройти етапи від матеріальної (натуральної) дії (робота з гербарієм) до зовнішньої мовленнєвої та, зрештою, до внутрішньої розумової (формування

абстрактного поняття). За О. Леонтьєвим навчання стає ефективним, коли діяльність, пов'язана з об'єктом (гербарієм), набуває особистісного сенсу та стає мотивованою, що забезпечується, наприклад, проєктною роботою [39].

Класична дидактика наголошує на тому, що «золоте правило» дидактики вимагає переходити від чуттєвого сприйняття до абстрактного мислення. К. Ушинський підкреслював, що лише живий, натуральний об'єкт здатний забезпечити правильне формування образу, тоді як штучні ілюстрації можуть створювати спотворені уявлення [57].

Безпосередня робота з натуральним об'єктом (гербарієм) активує сенсорну пам'ять, що є необхідною умовою для формування точних морфологічних та систематичних понять. Методисти Л. Міллер, І. Зверев наголошували на тому, що натуральна наочність, зокрема, гербарій є найціннішою, оскільки вона є автентичною, тобто відображає реальні природні об'єкти з усіма їхніми індивідуальними варіаціями та пристосуваннями (адаптаціями). Робота з гербарієм розглядається не просто як ілюстрація, а як інструмент дослідження (ідентифікація, порівняння, класифікація), що відповідає сучасному компетентнісному підходу.

В 60-х роках ХХ століття колективом учених під керівництвом М. Верзіліна [41], була розроблена теорія формування та розвитку біологічних понять, яка ґрунтується на наступних ключових положеннях:

1. Біологія як навчальний предмет є динамічною системою понять, що розвиваються та взаємопов'язані в чіткій логічній послідовності. Цей принцип успішно реалізовано в сучасних шкільних програмах.
2. Склад цієї системи понять визначається основами наукових галузей, які входять до шкільного курсу біології.
3. Основу шкільної біології становлять численні поняття: морфологічні, фізіологічні, систематичні, екологічні, генетичні та інші (анатомічні, цитологічні, ембріологічні, медичні, гігієнічні, агрономічні тощо).
4. Поняття класифікуються як прості чи складні та спеціальні чи загальнобіологічні.

5. Кожне поняття зазнає поступового розвитку й ускладнення, рухаючись від простого, спеціального змісту до широкого, загальнобіологічного рівня.

Процес формування понять є нескінченним і може бути візуалізований як перевернутий конус, що відображає рівень його розвитку. На основі загальнобіологічних понять відбувається формування світоглядних переконань. Ці переконання відображають не лише систему засвоєних знань, але й ставлення людини до об'єктивної дійсності. Процес формування понять є обов'язково поетапним, відповідно до встановлених психологічних засад. Пізнання учня починається з чуттєвого сприйняття, яке є етапом утворення уявлення про предмет чи явище.

Для ефективної реалізації цього початкового етапу необхідно дотримуватися таких методичних правил:

- практична робота з об'єктами: кожен учень повинен працювати безпосередньо з роздатковим матеріалом для забезпечення якісного чуттєвого сприйняття;
- «золоте правило» Я. Коменського: чуттєве сприйняття має бути максимально задіяне, використовуючи якомога більше аналізаторів (зорові, слухові, дотикові, смакові);
- спостереження за планом: учень повинен спостерігати за явищем або предметом, дотримуючись чіткого плану, запропонованого вчителем;
- логічне правило «синтез–аналіз–синтез»: спочатку учень сприймає об'єкт загалом, потім розглядає деталі, і лише після цього робить загальні висновки [40].
- Дотримання правил чуттєвого сприйняття дозволяє сформувати в учнів уявлення та конкретні знання, які слугують базою для переходу до другого етапу пізнання – формування узагальнених знань (понять).

На цьому етапі необхідно дотримуватися таких методичних правил [42]:

1. Базування на конкретиці: узагальнені знання (поняття) повинні формуватися виключно на основі попередньо здобутих конкретних знань.

2. Керування мисленням: учитель має скеровувати мисленнєві процеси учнів, пропонуючи завдання, що розвивають аналітичні здібності. До таких завдань належать: порівняння об'єктів чи явищ, встановлення подібностей та відмінностей, визначення головних і другорядних ознак, формулювання висновків, суджень та аналіз інформації.

3. Поєднання логіки: при формуванні узагальнених знань необхідно поєднувати діалектичне пізнання з елементами формальної логіки, тобто пов'язувати сформовані поняття з відповідними судженнями [42, С. 48–49].

Для забезпечення того, щоб учні могли вільно оперувати засвоєними поняттями та на цій основі набувати умінь і навичок, вчитель має активно використовувати методи та методичні прийоми, які ефективно організовують пізнавальну діяльність. Сюди належать: методи активного навчання, словесно–логічний метод та діалогові форми роботи.

Зміст шкільного курсу біології формується на основі системи взаємопов'язаних понять, структура яких визначається базовими науковими галузями. Актуальною методичною проблемою є встановлення логічних зв'язків між цими компонентами. Традиційно, за змістом, біологічні поняття поділяються на: морфологічні, анатомічні, фізіологічні, систематичні, екологічні, філогенетичні, цитологічні, генетичні та інші (ембріологічні, агрономічні, медичні).

За рівнем узагальнення поняття класифікуються:

1. Прості (первинні): містять один елемент знання (наприклад, *колір листка*).
2. Складні (узагальнені): включають низку простих понять та знання з різних наук (наприклад, «*листок – вегетативний орган рослини*» об'єднує анатомічні, фізіологічні та морфологічні знання).
3. Спеціальні: «*формується в межах одного розділу* (наприклад, *мінеральне живлення у розділі «Царство Рослини»*).
4. Загальнобіологічні: охоплюють універсальні закономірності живої природи (наприклад, *генотип, фенотип*).

Розуміння цієї ієрархії є ключовим для забезпечення логічної послідовності у викладанні матеріалу та розвитку в учнів аналітичних здібностей.

Функціональна роль гербарію у формуванні понять полягає у наступному:

- Систематичні поняття. Наприклад, гербарій є еталоном для формування понять «вид» та «родина». Порівняння різних зразків дозволяє учням самостійно виділяти спільні (для родини) та відмінні (для виду) ознаки.
- Екологічні та географічні поняття. Наприклад, етикетка гербарію, що містить дані про місце та дату збору, є незамінним джерелом для формування понять «ареал», «місцезростання» та «фенологія».
- Практична діяльність. Наприклад, сучасні дослідження (наприклад, роботи, присвячені STEM–освіті) підтверджують, що проєктна діяльність зі створення власного гербарію («Бур'яни мого двору») забезпечує найглибше засвоєння біологічних понять через особистісний досвід.

Цифровізація гербаріїв (світова практика): актуальні наукові публікації (наприклад, статті про GBIF та оцифрування колекцій) свідчать про загальносвітовий тренд переведення гербарних фондів у цифрові бази даних [52]. Це розширює доступ, але не замінює автентичного досвіду. Гібридні методики: новітні методичні розробки наголошують на необхідності створення гібридних навчальних середовищ. Проте паперовий гербарій залишається ключовим для чуттєвого сприйняття, а цифрові інструменти (QR–коди, мобільні додатки) слугують для актуалізації, розширення та систематизації отриманих понять. Це поєднання є оптимальним шляхом для формування інформаційно-цифрової компетентності поряд з біологічними поняттями.

Діяльнісний підхід та робота з натуральними об'єктами (гербарієм) є психолого-педагогічно обґрунтованою основою для ефективного формування біологічних понять, а інтеграція цифрових технологій дозволяє модернізувати цю класичну методику відповідно до вимог сучасної школи. Розвиток понять – це безперервний процес, який охоплює не лише початкове засвоєння, але й

встановлення логічних зв'язків з іншими концепціями, осмислення діалектики (взаємозв'язку та змін) та застосування знань у нових контекстах. Формування біологічних понять відбувається протягом усього курсу вивчення біології, у процесі їхнього постійного розвитку.

Сутність цього процесу полягає в тому, що кожне поняття проходить три послідовні етапи засвоєння [34]:

1. Підготовчий етап: етап спостереження та аналізу, що включає спостереження за конкретними біологічними фактами, їх групування, та виділення загальних, суттєвих ознак.

2. Основний етап: етап узагальнення та визначення, на цьому етапі відбувається побудова логічного означення нового поняття.

3. Етап подальшого поглиблення та збагачення: етап розширення знань, на цьому етапі поняття збагачується новими деталями та відмінними ознаками. Якщо тема вивчається концентрично (на різних рівнях складності), це може призвести до формулювання нового, більш повного означення поняття.

Розвиток понять нерозривно пов'язаний з розумовою діяльністю учнів, оскільки мислення починається з постановки проблеми або запитання. Тому вчителю необхідно завжди ініціювати початок теми чи уроку з формулювання такого завдання.

Оскільки зміст шкільної біології складається з різноманітних і постійно розвиваних понять, перед учителем постає низка обов'язкових методичних завдань [11]:

1. Визначення та використання основних понять. У кожному розділі біології слід чітко виділити основні поняття та постійно застосовувати їх, розкриваючи на різноманітному фактичному матеріалі та в різних контекстуальних зв'язках.

2. Забезпечення логічного розвитку. Вчитель має організувати послідовний розвиток понять (від простих до складних), керувати осмисленням наукових фактів на основі провідних загальнобіологічних концепцій та навчати

учнів логічним операціям (узагальнювати, зв'язувати, конкретизувати та переосмислювати поняття).

3. Встановлення міждисциплінарних зв'язків. Під час розвитку біологічних понять критично важливо встановлювати внутрішньо- та міжпредметні зв'язки. Це дає змогу логічно визначити точки переходу спеціальних біологічних понять у загальнобіологічні, які, своєю чергою, розкривають універсальні закономірності функціонування живої матерії.

Відомий педагог А. Усова [35] пропонує деталізований цикл, що складається з чотирнадцяти етапів, який охоплює весь шлях від первинного сприйняття до творчого застосування та поглиблення:

- початкове засвоєння: включає чуттєво—конкретне сприйняття (1), виділення істотних властивостей (2), абстрагування (відокремлення істотного від неістотного) (3), та формування означення поняття (4).

- закріплення та зв'язок: уточнення та закріплення істотних ознак (5), встановлення зв'язків з іншими поняттями (6), та застосування у розв'язанні елементарних навчальних завдань (7).

- узагальнення та творчість: класифікація понять (8) та їх застосування при розв'язуванні завдань творчого характеру (9).

- подальший розвиток: багаторазове збагачення понять (10, 13) шляхом виявлення нових істотних ознак, формування повторного, повнішого означення (11), використання даного поняття як опори для засвоєння нового матеріалу (12), та встановлення нових зв'язків і відношень (14).

Методисти [23; 24] виділяють стисліші, сфокусовані етапи, що безпосередньо стосуються біологічного навчання:

1. Актуалізація знань: виявлення вже наявних уявлень і понять, які учні здобули у попередніх класах та з життєвого досвіду.

2. Організація спостережень: організація спостереження за окремими об'єктами або явищами живої природи. Важливо, що об'єкти добираються за принципом контрасту: вони повинні відрізнятися за всіма ознаками, крім істотних, або бути схожими за всіма ознаками, крім істотних.

3. Виділення спільних властивостей: організація спостереження за кількома подібними об'єктами для виявлення та фіксації їхніх спільних, істотних властивостей.

4. Уточнення: повторне порівняння об'єктів з метою уточнення ознак поняття.

5. Термінологічне закріплення: фіксація означення поняття в терміні, що охоплює виділені істотні та загальні ознаки.

6. Вправи на зв'язки: виконання спеціальних вправ, спрямованих на уточнення ознак поняття та встановлення його зв'язків з іншими концепціями.

7. Контроль та застосування: перевірка засвоєння нового поняття та його застосування учнями на практиці.

Перш ніж розпочинати формування будь-якого поняття в учнів, вчителю необхідно провести ретельну підготовчу роботу: чітко виділити ознаки, які становлять зміст даного поняття; визначити об'єкти або явища, які цим поняттям охоплюються; усвідомити місце цього поняття у загальній системі біологічних концепцій.

Міцне засвоєння понять учнями можливе лише за умови своєчасного та систематичного оволодіння ними необхідним словниковим запасом – тобто опанування мови науки через засвоєння спеціальних термінів.

Термін – це слово або словосполучення загальнонавчальної мови, яке використовується для позначення певного об'єкта (як реального, так і абстрактного). Науковий термін – це слово або словосполучення, яке спеціально використовується для означення предметів (об'єктів, явищ, процесів) у межах конкретної науки або наукової теорії [27].

Особливістю терміна, що відрізняє його від звичайного слова, є його нерозривний зв'язок із конкретним поняттям. Термін виконує дві основні функції: називає предмет (об'єкт, явище чи процес) і відображає істотні ознаки змісту цього поняття.

Педагогічний досвід свідчить, що глибоке запам'ятовування термінів можливе лише за умови цілеспрямованої роботи над змістом понять, які вони

позначають. Учитель має комплексно вводити нові біологічні терміни, поєднуючи їх з розкриттям понять через різноманітні навчальні форми: Викладання матеріалу (бесіда, пояснення); демонстрування об'єктів природи або їх зображень; практична діяльність (лабораторні роботи, практичні заняття, екскурсії).

Критично важливо забезпечити багаторазове використання одних і тих самих термінів у різних навчальних ситуаціях: терміни повинні промовлятися вчителем та учнями, записуватися під час виконання лабораторних робіт, а також активно використовуватися при безпосередньому спостереженні натуральних об'єктів.

Ефективне засвоєння біологічних понять учнями досягається завдяки комплексному застосуванню методичних прийомів, які можна згрупувати за основними напрямками:

1. Робота з термінологією та підручником. Цей прийом є фундаментальним і включає: мистематичну термінологічну роботу: запис, пошук пояснень, з'ясування етимологічного значення та відпрацювання правильної вимови біологічних термінів. Це забезпечує оволодіння мовою біологічної науки та збагачення словникового запасу учнів.

2. Інтеграція та системність знань. Реалізація міжпредметних зв'язків: сприяє засвоєнню провідних ідей курсу, формуванню діалектичного мислення та розвитку вмінь аналізу, синтезу та узагальнення. Забезпечення внутрішньопредметних зв'язків: дозволяє розширювати знання як «по горизонталі», так і «по вертикалі», формуючи цілісну систему понять. Використання опорних конспектів: слугує для швидкої актуалізації та систематизації раніше здобутих знань.

3. Практична та дослідницька діяльність. Проведення експерименту: розвиває спостережливість та знайомить учнів із науковими методами дослідження (постановка цілей, опис технології, отримання та інтерпретація результатів, формулювання висновків). Виконання пізнавальних завдань

(включно з логічними): стимулює розвиток мислення та формує вміння застосовувати здобуті знання для пояснення природних явищ і процесів.

4. Інтерактивні та ігрові методи. Ігрове моделювання (імітаційні та рольові ігри): сприяє глибинному розумінню фундаментальних біологічних принципів, розвиває логічне мислення, вміння здійснювати розрахунки та аналізувати дані. Рольові ігри також формують відповідальне ставлення до природи та комунікативні навички.

5. Теоретичне узагальнення та технологізація. Застосування теоретичних узагальнень: допомагає засвоювати інтелектуальні вміння творчої діяльності, освоювати діалектику як метод пізнання та підтримувати інтерес до навчання. Використання комп'ютерів: забезпечує підвищення ефективності та самостійності навчального процесу, дозволяє розширити сферу практичного застосування знань, організувати індивідуальну роботу та оперативно коригувати помилки.

Отже, педагогічними умовами, необхідними для ефективного формування біологічних понять, є: проблемний підхід (застосування проблемного навчання для стимулювання розумової діяльності учнів), логічна послідовність (дотримання чіткої логічної послідовності при викладанні нового матеріалу), систематична робота (організація регулярного повторення та цілеспрямованої термінологічної роботи), інтеграція (активна реалізація міжпредметних зв'язків), практична спрямованість (використання різноманітних завдань, спрямованих на вироблення конкретних умінь і навичок).

1.2. Гербарій як традиційний та інноваційний засіб навчання ботаніки: історичний аспект та сучасний потенціал

Аналіз літературних джерел підтверджує зростаючий інтерес до використання гербаріїв як засобу інтеграції класичних методів навчання з інноваційними технологіями. Українські та зарубіжні науковці, зокрема В.

Шмідт, А. Карпова та М. Кравченко, акцентують увагу на таких аспектах [28, С. 36] В. Шмідт відзначає, що створення електронних баз даних рослин значно підвищує доступність навчальних матеріалів для учнів і викладачів. Цифрові гербарії також допомагають запобігти пошкодженню фізичних зразків і спрощують їхнє використання, особливо в умовах дистанційного навчання.

В свою чергу А. Карпова [30] досліджувала ефективність використання мобільних додатків (наприклад, Plant Snap та Naturalist) для ідентифікації рослин. Інтеграція таких технологій робить освітній процес інтерактивним, сприяє формуванню практичних навичок польових досліджень та підвищує зацікавленість учнів до предмета. А М. Кравченко [28, С. 23] підкреслює критичну важливість використання гербаріїв у міждисциплінарних STEM-проєктах. Він наводить приклади застосування гербарного матеріалу для: дослідження екологічних факторів, аналізу біорізноманіття, впровадження статистичних методів у вивчення рослинного світу. Таким чином, гербарії трансформуються з колекційного матеріалу в динамічний інструмент для сучасного, технологічно насиченого біологічного навчання.

Дослідження С. Лисенко [29, С. 12] висвітлюють значну роль гербаріїв у формуванні екологічної свідомості учнів. Вона підкреслює необхідність використання гербарного матеріалу для: дослідження локальної флори (залучення учнів до вивчення рослинного світу їхньої місцевості) і розвитку екологічної відповідальності (формування свідомого та відповідального ставлення до навколишнього середовища серед школярів).

Аналіз сучасних наукових джерел [13; 15] загалом підтверджує високий потенціал гербаріїв в освітньому процесі та доводить актуальність подальшого дослідження шляхів їх ефективного використання. Гербарії протягом десятиліть залишаються ключовим засобом ілюстрації та вивчення рослинного світу, виконуючи важливі функції як у науці, так і в освіті. Гербарії дають змогу вивчати морфологічну будову рослин, знайомитися з регіональною флорою та засвоювати основи систематики й класифікації. Виготовлення гербаріїв є

цінним практичним завданням для учнів, що сприяє розвитку спостережливості, уважності та відповідальності.

Гербарні колекції є потужним науковим інструментом, що містить критично важливу інформацію [26]. Учені використовують гербарії для опису нових видів і вивчення філогенетичних зв'язків між ними; колекції надають багату інформацію про ареал поширення видів, типи середовищ існування, а також фенологічні дані (періоди цвітіння та плодоношення); гербарії допомагають зрозуміти, як на рослини впливають зовнішні фактори, такі як руйнування природних ареалів і зміна клімату. Завдяки всім цим функціям, гербарії дозволяють нам краще розуміти та захищати види рослин у всьому світі. Для збереження цієї користі необхідно продовжувати збір рослин і для того, щоб отримувати максимальну користь від гербаріїв, необхідно продовжувати збір рослин та забезпечувати глобальну доступність цих колекцій.

В освітньому процесі гербарій є потужним інструментом наочної освіти [7]. Це особливо важливо, оскільки природничі науки, і зокрема ботаніка, вимагають візуальних засобів для демонстрації складних явищ, процесів та багатого різноманіття рослинного світу. Наочність в освіті – це використання реальних або спеціально створених навчальних матеріалів для демонстрації об'єктів, явищ чи процесів. У ботаніці наочні засоби дозволяють учням безпосередньо працювати з природними об'єктами, що значно сприяє кращому розумінню та запам'ятовуванню матеріалу.

Гербарій є одним із найбільш ефективних наочних засобів, оскільки він дає змогу учням вивчати рослини в їх натуральному (засушеному) вигляді, дозволяє порівнювати різні частини рослини (листя, стебло, квітки, корені) і надає можливість визначати види, родини, будову та інші характеристики рослин. Вивчення ботаніки передбачає глибоке освоєння різноманіття рослин, їхньої будови, життєвих циклів, екології та значення для екосистем. Гербарій є незамінною основою для реалізації цих навчальних цілей.

Гербарій є важливим інструментом у біологічній освіті, який забезпечує виконання наступних навчальних завдань:

- ідентифікація рослин: учні розвивають навички розпізнавання конкретних видів рослин, ґрунтуючись на їхніх морфологічних ознаках;
- порівняльний аналіз: гербарний матеріал слугує наочною основою для зіставлення різних видів, що дозволяє учням аналізувати відмінності та схожість між родами, родинами та видами у межах систематики;
- дослідження морфології: гербарій надає можливість наочно вивчати будову рослини – корінь, стебло, листя, квітки та плід. Це знання є фундаментом для подальшого розуміння фізіології рослин.
- поглиблене вивчення екології: за допомогою гербарних зразків учні можуть досліджувати, як рослини адаптуються до різноманітних умов середовища (таких як ґрунт, клімат та освітленість).

Згідно з теорією наочної освіти (Й. Песталоцці, Я. Ріхард), наочність у навчанні забезпечує більш глибоке й точне засвоєння матеріалу. Це досягається завдяки тому, що учні не лише пасивно сприймають інформацію (слухають чи читають), а й безпосередньо взаємодіють із навчальними об'єктами.

Гербарій слугує ефективним методом стимулювання активної пізнавальної діяльності, підвищуючи загальну ефективність навчання. Крім того, робота з гербарієм розвиває спостережливість і увагу, оскільки учні змушені помічати найдрібніші деталі будови рослин.

Під час уроків біології гербарії можна застосовувати у таких формах:

1. Індивідуальні та групові дослідження. Учні можуть створювати власні гербарії або працювати з уже зібраними колекціями. Ця діяльність розвиває дослідницькі навички.
2. Порівняння зразків. Гербарії дають змогу учням порівнювати рослини за різними ознаками, такими як форма листя, тип квітки, спосіб розмноження та умови зростання.

3. Презентації та обговорення. Гербарій може бути використаний як наочна база для колективних обговорень. Учні презентують свої спостереження та висновки, що сприяє розвитку комунікативних та аналітичних навичок.

Через вивчення флори, гербарій допомагає учням усвідомити важливість збереження біорізноманіття та екологічної рівноваги. Розуміння взаємозв'язку між рослинами, іншими організмами та їхньої ролі в природних екосистемах та житті людини формує екологічну свідомість. Під час роботи з гербарієм учні можуть досліджувати рідкісні й охоронювані види, що сприяє формуванню екологічної свідомості та відповідальності [5].

Гербарій залишається ключовим інструментом натуральної наочності у шкільному курсі біології. Проте, сучасна освітня практика вимагає його інтеграції з інноваційними підходами для підвищення ефективності та відповідності вимогам ХХІ століття.

Ключові напрями інтеграції:

1. Цифровізація (Електронний гербарій): створення електронних версій гербарних зразків, доповнених інтерактивним контентом (3D–зображення, відео), що розширює доступність матеріалу та підтримує дистанційне навчання.

2. Мобільні технології: використання III–орієнтованих мобільних додатків (для ідентифікації за фото) дозволяє учням швидко верифікувати інформацію про рослини та якісно збагачувати власні колекції.

3. STEM–інтеграція: залучення гербаріїв до STEM–проєктів відкриває можливості для дослідницької діяльності: від аналізу біорізноманіття статистичними методами до вивчення впливу екологічних факторів [8].

Для забезпечення ефективності необхідний комплексний (гібридний) підхід, що поєднує фізичні та цифрові екземпляри. Така інтеграція традиційних методів із цифровими технологіями та STEM–підходами робить освітній процес захопливим, сприяючи формуванню в школярів критичного мислення, цифрової грамотності та дослідницьких навичок.

Отже, гербарій є незамінним інструментом наочної освіти, що забезпечує багатогранний та активний підхід до навчання. Практична робота з реальними зразками рослин значно підвищує інтерес учнів до ботаніки та природничих наук. Вона забезпечує перехід від абстрактних теоретичних знань до реальності, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу та розвитку навичок самостійної роботи. Використання гербарію активно розвиває в учнів комплекс важливих академічних навичок: спостережливість та порівняння морфологічних ознак, аналіз та класифікація видів, формування логічного та критичного мислення, необхідного для подальшого навчання в природничих дисциплінах. Робота з гербарієм є ефективним засобом для: міжпредметної інтеграції: учні бачать зв'язок ботаніки з екологією, географією та історією, формуючи цілісне уявлення про природні екосистеми; екологічної грамотності: набуття глибших знань про роль рослин у підтримці біорізноманіття та важливості їх збереження. Крім академічних знань, робота з природними зразками виховує важливі особистісні якості: уважність, терплячість, самодисципліну, а також естетичні почуття та повагу до навколишнього середовища.

1.3. Класифікація біологічних понять, які можуть бути ефективно сформовані за допомогою гербарію

В усі часи перед практикаками і вченими поставали питання: як засвоюють знання учні, що покладено в основу засвоєння знань, у який спосіб необхідно розвивати поняття. Змінюється життя, змінюються і вимоги до рівня освіти, але незмінними залишаються ті самі питання. Питання про засвоєння знань та методи розвитку понять завжди були ключовими для педагогічної практики. Протягом існування вітчизняної школи вчені–методисти (К. Ягодовський, В. Корсунська, Б. Райков та ін.) постійно зверталися до проблеми формування біологічних понять [23, С. 102].

Значний внесок у дослідження зробили В. Шалаєв, Б. Всесвятський та М. Верзилін, які зосередилися на систематизації фактичного навчального матеріалу навколо чітко визначених понять [50]. Колектив під керівництвом М. Верзиліна [23, С.56] (за участю І. Зверєва, О. Козакової та ін.) створив та обґрунтував теорію розвитку біологічних понять у 5–9 класах [56]. Ця теорія стала вирішальною умовою для підвищення якості знань, підкреслюючи необхідність методично правильної організації планомірного формування понять, що ґрунтується на активній пізнавальній та розумовій діяльності учнів.

В контексті сучасних методичних досліджень (зокрема, Є. Неведомської, О. Цуруль) [58], поняття визначається як: форма мислення, що відображає узагальнені ознаки, властивості, зв'язки та відношення предметів і явищ у їхньому розвитку, виділяючи об'єкти певного класу за загальними і специфічними для них характеристиками [36]. На думку Е. Войшвилло: у логіці, поняття традиційно визначається як форма мислення, що відображає істотні ознаки [27, С. 26].

Діалектична філософія включення аспектів «суперечностей і розвитку» явно вказує на вплив діалектики, видатним представником якої був Георг Гегель [19]. У психології формування понять (особливо наукових понять) у дітей, Л. С. Виготський розкривав їхній системний та узагальнюючий характер [19]. Знання формуються через поняття, які є формою мислення, що відображає істотні ознаки явищ. Ці поняття словесно виражаються через терміни – слова або словосполучення, які слугують назвою поняття певної наукової галузі. Термін і поняття нерозривні: термін одночасно є назвою і відображає зміст поняття. Правильно сформовані поняття забезпечують чіткість мислення [12].

Проблема існування прогалин у формуванні біологічних понять у шкільній практиці часто зумовлене недостатнім володінням вчителів теорією їхнього розвитку. Теорія, що лягла в основу вітчизняної методики викладання біології, базується на двох основних положеннях [27].

У *першому положенні* теорії йдеться про системність змісту. Біологія як навчальний предмет є системою понять, що розвиваються в логічній

послідовності та взаємозв'язку. Шкільні програми [49] побудовані відповідно до цієї системи, охоплюючи основні розділи (рослини, тварини, людина, загальна біологія), які послідовно розкривають закономірності будови та розвитку живої матерії. Вчителю важливо виділяти основні поняття в кожному розділі та забезпечувати їх постійне розширення.

У другому положенні ієрархія розвитку понять. Поняття необхідно розвивати ієрархічно: від простих до складних, від спеціальних до загальнобіологічних, і, зрештою, від загальнобіологічних до світоглядних. Цей підхід дозволив класифікувати поняття на взаємозалежні групи, забезпечуючи планомірний розвиток мислення учнів (табл. 1) [10].

Таблиця 1.

Групи біологічних понять

Групи понять	Визначення групи	Приклади
Прості	Первинні поняття, що відповідають окремим елементам основ наук.	«листок», «черешок», «пластинка», «фотосинтез», «випаровування», «дихання».
Складні	Більш узагальнені поняття, що включають у себе низку простих.	«листок – орган квіткової рослини».
Спеціальні	Поняття, які розвиваються в межах одного шкільного розділу програми.	поняття про рослинний організм, поняття про тваринний організм, поняття про організм людини.
Загальнобіологічні	Наскрізні поняття, що включають знання про біологічні закономірності будови, життєдіяльності і розвитку живої природи.	«живий організм», «клітина як одиниця життя», єдність будови і функцій організмів; взаємозв'язки організму і середовища; організм як саморегулююча система; обмін речовин і перетворення енергії; еволюційний розвиток світу.

Біологічні поняття розвиваються та ускладнюються поступово, зростаючи в обсязі та змісті зі збільшенням навчальної інформації. Наприклад: первинне, просте поняття про *зовнішню будову листка* (пластинка, жилки, черешок) при подальшому вивченні тем (наприклад, «Пагін») збагачується знаннями з

анатомії, фізіології та екології, перетворюючись на складне поняття «листок» з багатограним змістом.

Поняття класифікуються за рівнем узагальнення, і їх розвиток відбувається послідовно: локальні (місцеві) (розвиваються в межах однієї теми або уроку), спеціальні (розвиваються в межах одного розділу курсу біології), загальнобіологічні (відбивають біологічні закономірності, що стосуються всієї живої природи, узагальнюючи спеціальні поняття), світоглядні (формуються на основі загальнобіологічних понять і відображають не лише систему знань, але й систему переконань та ставлення людини до дійсності) (табл. 2).

Вчитель має усвідомлювати, що пізнавальна активність учня передбачає не лише відображення знань, а й їхню оцінку. Знання-оцінка сприяє формуванню в учня особистісної позиції, життєвих переконань та збагачує його духовний світ, що є кінцевою метою гуманістичного навчання.

Таблиця 2.

Категорії спеціальних понять

Категорії спеціальних понять	Приклади рослини	Бактерії, гриби, лишайники	Тварини	Людина
Анатомоморфологічні	зовнішня, внутрішня будова насіння	зовнішня, внутрішня будова лишайників, грибів, бактерій	зовнішня, внутрішня будова жука плавунця	зовнішня, внутрішня будова системи травлення
Фізіологічні	дихання насіння, харчування паростка	харчування бактерій, лишайників, грибів	розмноження жука плавунця	травлення їжі в шлунку
Екологічні	умови проростання насіння, розповсюдження плодів і насіння	умови проростання грибів, лишайників	птахи лісу, боліт, водоймищ і т. ін.	розповсюдження заразних хвороб через повітря
Систематичні	вид, рід, родини хрестоцвіті, пасльонові і т.д.,		тип, клас, родина, рід, вид тварин	

	клас, відділ рослин			
Еволюційні	розвиток рослинного світу, походження культурних рослин		походження земноводних, плазунів, птахів і т.д. розвиток тваринного світу на землі	подібність людини з ссавцями

Шкільний курс біології має винятковий потенціал для формування цілісного світогляду учнів та їхнього ціннісного розвитку. Курс сприяє виробленню загальнолюдських духовних цінностей, гуманного ставлення до природи й суспільства, а також формуванню естетичного смаку, правових та моральних переконань. Засвоєні біологічні знання підносяться до рівня широких філософських та світоглядних узагальнень (табл. 3). Фінальною метою комплексної роботи є формування в учнів власної, свідомої позиції та відповідального ставлення до реального світу.

Зокрема, розділ «Біологія людини» цілеспрямовано формує валеологічний світогляд, орієнтований на здоров'я, його збереження та активний здоровий спосіб життя.

Таблиця 3.

Групи загальнобіологічних понять

Групи понять	Приклади
Організмові	Поняття про клітинну будову організмів, обмін речовин і перетворення енергії в клітині, індивідуальний розвиток організмів, еволюцію клітинного рівня організації; поняття про розмноження, спадковість і мінливість організмів, про саморегуляцію.
Популяційно–видові	Поняття про вид, його критерії і структуру Поняття про видоутворення.
Біосфернобіоценотичні	Поняття про біогеоценоз, обмін речовин і потік енергії в біогеоценозі, саморегуляцію біосфері.
Еволюційні	Поняття про мутації і комбінації, про еволюційні фактори (боротьба за існування, хвилі життя, генний потік, ізоляція, природний добір); поняття

	про результати еволюції різноманітності видів і їхньої пристосованості до середовища; поняття про напрямки еволюції і її регуляції.
--	---

Керуючись принципом розвитку понять, вчителю необхідно чітко визначати, які поняття і в який час потрібно розвивати, оскільки для різних категорій понять потрібні різні методичні підходи. Важливо пам'ятати, що розвиток понять має відбуватися поступово і повільно; розрив у розвитку понять є у край небажаним.

Для ефективного формування загальнобіологічних понять (табл. 3.) необхідно організувати роботу таким чином, щоб раніше сформовані знання слугували опорою для наповнення цих понять новим змістом, додатковою інформацією та новими ознаками. Все це вимагає від учителя правильної організації системи повторення вивченого матеріалу та встановлення постійних зв'язків між уже вивченим і досліджуваним матеріалом.

Теорія розвитку біологічних понять є основою для методично правильної організації навчального процесу та забезпечення міцного засвоєння знань.

В *третьому положенні* розглядається безперервний розвиток. Поняття повинні постійно розвиватися та ускладнюватися протягом усього курсу навчання, що забезпечує міцне і вільне засвоєння системи знань. Цей процес є нескінченним, що філософ Б. Кедров схематично зобразив як перевернутий конус [61].

Кожен рівень розвитку поняття має відповідати віку та рівню підготовки учнів. Приклад ускладнення: Поняття про *ліс* еволюціонує. Молодші класи: Місце, де ростуть дерева та живуть тварини. Середні класи: Рослинне співтовариство. Старші класи: Біогеоценоз (який надалі збагачується новими науковими даними). Для ефективного переходу на новий рівень необхідно відновлювати попередні знання учнів [53].

Четверте положення це зв'язок із практикою. Розвиток понять має бути тісно пов'язаний з набуттям та удосконаленням практичних умінь і навичок

учнів. Шкільна програма орієнтує вчителя на формування конкретних практичних компетентностей [61, С. 34].

П'яте положення говорить про поетапне засвоєння. Розвиток біологічних понять має здійснюватися поетапно, включаючи стадії, встановлені психологами: спостереження одиничних предметів і явищ, збагачення спостережень, виявлення загальних та істотних ознак, уточнення, визначення понять, практична перевірка, розширення і поглиблення понять [61, С. 35].

Шосте положення говорить про вільне оперування поняттями. Кожне поняття має бути засвоєно учнями на такому рівні, щоб вони могли вільно ним оперувати. Це досягається виключно завдяки активній розумовій діяльності учнів. Вчитель повинен володіти бездоганною точністю у визначеннях, оскільки його незначна неточність багаторазово посилюється у знаннях учнів (за К. Ушинським) [61, С. 36]. Думка К. Ушинського [57] про те, що неточність вчителя породжує «безліч помилок» в учнів, знаходить яскраве підтвердження у практиці.

Помилки абітурієнтів, які плутають, наприклад, антибіотик із «тим, хто бореться з біологами», або стверджують, що «маври дегенерували до людини», демонструють критичну нечіткість у засвоєних біологічних поняттях.

В освітньому процесі недостатньо просто завчити терміни; головним завданням є навчити учнів вільно та точно оперувати ними, оскільки будь-яка термінологічна неточність призводить до фундаментальних помилок у розумінні наукової картини світу.

Формування біологічних понять, термінів вимагає від учителя чіткого знання відповідних педагогічних засобів (табл. 4.).

Таблиця 4

Засоби розвитку понять (за М. М. Верзіліним) [52]

Засоби, що забезпечують правильність сприйняття.	• Обов'язковий облік та корекція наявних уявлень учнів
Засоби, що забезпечують правильність уявлень.	• Використання наочності та точного й образного слова вчителя
	• Застосування вправ, що допомагають

Засоби, що забезпечують утворення понять.	уточнити сприйняття нового матеріалу, а також вправ на впізнавання та розрізнення об'єктів • Замальовка біологічних об'єктів по пам'яті для кращої візуалізації та запам'ятовування • Розвиток логічного та критичного мислення • Постановка проблеми на уроці • Забезпечення чіткої логіки викладання навчального матеріалу вчителем • Використання вправ із порівняння, класифікації, визначення та формулювання суджень • Застосування питань, що вимагають узагальнень знань. • Систематизація та практичне застосування • Систематичне повторення • Інтеграційні питання
---	--

Експериментальна перевірка теорії розвитку біологічних понять дозволила сформулювати ключову методичну закономірність міцного та усвідомленого засвоєння знань.

Основна закономірність полягає у планомірному утворенні й розвитку понять в учнів, що забезпечується правильною організацією їхньої пізнавальної та розумової діяльності протягом усього навчального процесу. Ця закономірність чітко простежується на прикладі формування найважливішого загальнобіологічного поняття – «клітина». Його розвиток починається у початковій школі та продовжується до 11-го класу, причому діюча програма вносить суттєві зміни у вивчення цього поняття в розділах, зокрема, у 7-му класі під час вивчення «Рослин».

Таким чином, якість засвоєння біологічних знань прямо залежить від системності розвитку понять. Наприклад, у шостому класі спостерігається скорочення навчального часу, відведеного на ключові аспекти теми «Клітина» [37]. Зокрема: зменшено кількість годин, не передбачено лабораторну роботу про різноманітність клітин, життєві процеси клітин (харчування, дихання, ріст, розвиток, розмноження) розглядаються стисло, на одному уроці. Цей обмежений підхід є проблематичним, оскільки розвиток глибокого поняття клітини в учнів є основою для формування наукового світогляду та розуміння

усіх фізіологічних процесів в організмі. Успіх роботи з розвитку поняття «Клітина» визначається низкою ключових факторів: добір змісту (ретельний відбір необхідного навчального матеріалу), логіка процесу (побудова логічної послідовності навчального процесу), використання наочності (застосування системи засобів наочності, які дозволяють сформувати в учнів правильні уявлення).

Методика поетапного розвитку понять, розроблена Л. Шубкіною [38, С. 22] на прикладі поняття «клітина» (в розділі «Царство рослин»), ґрунтується на тісному взаємозв'язку чуттєвого та логічного пізнання (за Л. Рубінштейном) [17].

1. Етап чуттєвого сприйняття. Учні проводять спостереження клітин м'якоті великих плодів (наприклад, томата, кавуна, фізаліса) неозброєним оком та за допомогою ручної лупи. Виділення та характеристика окремої клітини (величина, форма, забарвлення) за допомогою препарувальної голки. Перевірка якості сформованого уявлення шляхом замальовки клітин у зошитах.

2. Етап логічного пізнання. Після чуттєвого сприйняття організовується розумова робота з метою виявлення загальних та істотних ознак. Учні порівнюють розглянуті клітини (за величиною, формою, забарвленням), знаходять їх спільні ознаки. Сформовані уявлення та малюнки слугують матеріалом для зіставлення. Абстрактне мислення реалізується через взаємозалежні логічні операції: аналіз, синтез, порівняння, систематизацію, класифікацію та узагальнення. Для активізації пізнавальної діяльності важливо формувати вміння зв'язувати поняття у судження, а судження – в умовиводи, чому сприяє розв'язання біологічних задач.

Л. Шубкіна пропонує ефективний підхід до формування поняття «клітина» за допомогою наступних проблемних завдань: проблема світової флори (Плоди кавуна вирощують у різноманітних географічних зонах – від баштанів України та Астрахані до Мексики і навіть Заполяр'я. З чого складається м'якоть усіх цих плодів?), наочний аналіз (Демонструється яблуко. З чого складається м'якоть цього плоду?).

При виконанні другого завдання педагогічно більш ефективно спочатку спонукати учнів висловити припущення щодо клітинної будови плоду. І лише потім, розламавши яблуко, вони можуть переконатися у своїй гіпотезі наочно.

Розвиток поняття «клітина» є поетапним, ускладнюючись від зовнішньої будови до складних фізіологічних процесів, при цьому ключовим джерелом знань є практичні спостереження та експерименти.

На першому етапі акцент робиться на морфологічному змісті (зовнішні ознаки). На наступних уроках формуються анатомічні поняття. Робота учнів ґрунтується на мікроскопічних спостереженнях. Навчання користуванню мікроскопом, виготовлення мікропрепаратів. Використання логічного правила «синтез – аналіз – синтез». Фізіологічний зміст поняття збагачується елементарними відомостями про транспорт речовин, рух цитоплазми та розмноження клітини. Демонстраційний експеримент із моделлю клітини (наприклад, крохмальний клейстер у пергаментному «мішку», опущений у розчин йоду). Посиніння клейстеру демонструє проникнення речовин, а збереження кольору йоду вказує на вибірккову проникність оболонки. Спостереження руху цитоплазми та хлоропластів у клітинах елодеї канадської під мікроскопом.

Для формування поняття про розмноження клітин використовується демонстрація плодів різної величини (наприклад, томатів), що логічно підводить до питання про збільшення кількості клітин. Розповідь вчителя супроводжується кресленням схеми поділу клітини на дошці або використанням динамічної рельєфної таблиці (аплікації), що показує фази поділу (згортання хромосом, їх розходження до полюсів). Учні формують визначення понять «розмноження», «ріст», «розвиток», використовуючи схеми для позначення процесу однією, двома чи хвилястою лінією. Вводяться нові терміни, такі як гаплоїдна та диплоїдна клітина [10].

Систематична перевірка знань критично впливає на засвоєння понять. На узагальнюючому уроці оцінювання має бути комплексним, охоплюючи як теоретичні знання, так і практичні навички: практичні навички (конструювання

моделей клітини, готування та розпізнавання мікропрепаратів), графічні вміння (створення малюнка клітини, маркування частин на «німих» схемах), теоретичні знання (усний виклад будови та фізіологічних процесів, виконання тестових завдань).

На завершальному етапі вивчення теми учні повинні прийти до ключових висновків: усі органи рослин складаються з клітин, клітини різноманітні за формою та функцією, які є взаємозалежними, клітини утворюються лише від клітин (спадковість), клітини пов'язані між собою, утворюючи тканини.

У розділі «Царство рослин» поняття «клітина» постійно розвивається від теми до теми, поглиблюючи розуміння функціональної залежності. Порівняння клітин (наприклад, луски цибулі та кореневого волоска) для встановлення залежності форми від функції. Введення понять про рослинні тканини (покровна, твірна, провідна) та терміна соматичні (диплоїдні) клітини. Вивчення пластид та особливостей клітинної будови різних тканин листка. Порівняння світлових і тіньових листків для розуміння зв'язку будови клітин з умовами життя рослини. Повторення знань про клітинну будову кореня і листка для порівняльного вивчення тканин стебла та встановлення зв'язку між клітинами й органами. Дослідження пилку як генеративної клітини, будови насінневого зачатку та процесу запліднення як злиття двох статевих клітин.

Зміст курсу 7-го класу надає широкі можливості для практичного розвитку поняття «клітина», оскільки всі аспекти життя рослин (будова, живлення, розвиток) вивчаються на клітинному рівні. Важливо завжди підкреслювати практичний вихід знань про клітину та їхній зв'язок із життям.

Як зазначає Д. Трайтак [22], глибоке розуміння клітинної будови організмів, функцій клітини, а також будови та функцій органів і тканин рослин є основою для засвоєння агрономії. Для вирощування рослин на сіно або силос (вегетативна маса) створюються умови, що стимулюють прискорений ріст. Цей ріст прямо залежить від посиленого поділу та росту клітин. Знання про клітинну будову насіння є необхідною базою для розуміння процесів його проростання. Це, своєю чергою, визначає ефективність агротехнічних прийомів

для: визначення якості та схожості насіння; підготовки його до посіву; вибору способів посіву.

Ознайомлення учнів зі збільшувальними приладами (лупа, мікроскоп) дозволяє виробити в них практичні вміння та навички роботи з цим обладнанням. Ці вміння є універсальними та необхідними не лише для подальшого навчання, а й для практичної діяльності в широкому спектрі сфер.

Позитивні результати у засвоєнні загальнобіологічного поняття «клітина» досягаються завдяки методично правильній роботі вчителя, що неухильно дотримується вимог теорії розвитку понять від теми до теми. Розвиток цього поняття є безперервним і продовжується на старших етапах навчання, постійно розширюючись новим змістом. 7 клас: особливості будови тваринної клітини. 8–9 класи: вивчення нервових клітин, їх функцій та форм. 10 клас: клітина під електронним мікроскопом, складність будови, різноманітність і функції органодів, хімічний склад, обмін речовин та енергії. На кожному етапі вчитель повинен враховувати вікові особливості учнів та розкривати внутрішньопредметні та міжпредметні зв'язки, що дозволяє школярам свідомо застосовувати отримані знання.

Знати поняття і вміти вільно оперувати ними – це різні процеси. Для досягнення вільного оперування необхідне формування логічного мислення.

К. Ушинський [57] наголошував, що учнів необхідно привчати до логічних операцій (зіставлення, судження, умовивід, виведення законів) уже в початковій школі, вважаючи предмети природної історії найбільш придатними для цих цілей.

Для того, щоб поняття правильно відображали єдність і різноманіття (сутність) реального світу, вони повинні мати не тільки власну структуру, рух і розвиток, а й загальний взаємозв'язок. Операції з поняттями включають два етапи, що відповідають двом формам людської думки: поняття і судження. Якщо мислення ініціюється потребою думки, то виникають два види питань, які застосовуються на своєму етапі: питання–поняття, питання–судження.

На початковому етапі вивчення нової теми необхідно розкрити структуру поняття, його шлях розвитку та встановити міжпредметні зв'язки. Кожне поняття має зміст (сукупність істотних ознак) та обсяг (коло об'єктів, що охоплюються поняттям).

Між змістом і обсягом існує зворотний зв'язок: чим ширше поняття, тим вужчий його зміст (менше ознак необхідно для його визначення), і навпаки. Розвиток поняття від простого до складного відбувається через збагачення його змісту та збільшення обсягу. У збірнику понять для цього передбачене спеціальне місце. На другому етапі вивчення відбувається виявлення руху понять та зв'язків між ними. Оскільки думки виражаються через абзаци, а абзаци через поняття, розчленованість тексту на зміст та обсяг відповідає розчленованості думок.

1.4. Аналіз існуючої практики використання гербарію вчителями біології: сучасний стан та проблеми

З метою вивчення поточного стану проблеми використання гербарію в освітньому процесі з біології, проводилося опитування в рамках дослідження на тему: «Гербарій як засіб формування біологічних понять в освітньому процесі загальноосвітньої школи». Мета опитування: виявити сучасний стан, частоту, форми, а також основні технічні та методичні проблеми використання навчальних гербаріїв у Вашій практиці викладання біології (Додаток А). В опитуванні взяли участь 19 учителів з різних шкіл міста Тернополя і області. Опитування складалося з 12 запитань, що виявляли особливості роботи з гербарним матеріалом учителів. При цьому анкета містила типи запитань, які передбачають вибір однієї та вибір кількох відповідей; оцінювання за шкалою від 0 до 5; довільна відповідь у вигляді тексту.

Серед опитованих більшу частину становили учителі зі стажем роботи до 5 років (42,1%) 8 респондентів, зі стажем від 5 до 15 років становили 36,8% і більше 15 років – 21,1% (4 респонденти). При цьому учителі міських

загальноосвітніх шкіл становили – 47,3%, сільських загальноосвітніх шкіл – 21,1%, ліцеї (гімназії) з поглибленим вивченням біології – 15,8% опитаних та інші варіанти – 15,3%.

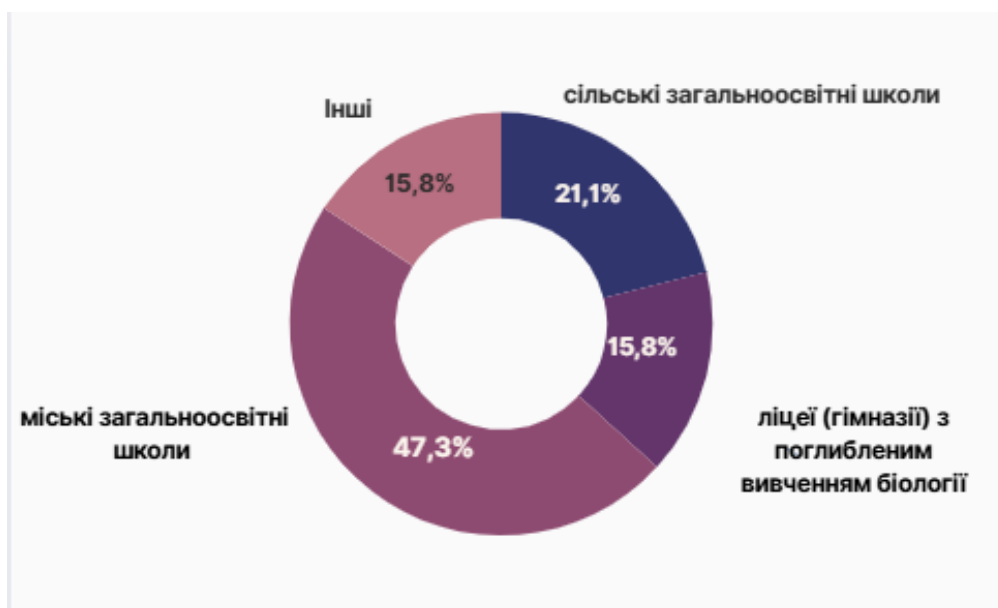


Рис. 1.1. Розподіл респондентів за місцем розташування школи і напрямку.

На запитання «Чи проходили Ви курси підвищення кваліфікації або семінари, присвячені сучасним методикам гербаризації (цифровому гербарію), протягом останніх 5 років?» (рис. 1.2) 94,7% опитаних дали відповідь, що «не проходили», а 5,3% (1 людина), що проходили. Як бачимо, результати відповідей засвідчують, що досить велика кількість учителів не мають уявлення про сучасні методи гербаризації рослин.



Рис. 1.2. Відповіді щодо рівня обізнаності учителів з сучасними методиками гербаризації.

У запитанні «Чи у Вашому закладі є навчальний гербарій?» було отримано такі відповіді (рис. 1.3): «так, активно використовується, – 21%, «так, але рідко використовується» – 26,3%, відповідь «так, але він застарілий (пошкоджений)» – 42,1% і також була відповідь «відсутній гербарій» у 10,5% опитаних.



Рис. 1.3. Відповіді на запитання про наявність гербарію у школі.

Наступні два запитання стосувалися стану гербарію в школах, а саме: «Оцініть, будь ласка, стан навчального гербарію Вашого закладу» (рис. 1.4). Відповіді потрібно було вказати за 5–бальною шкалою від одного до 5, де 5 – ідеальний стан. І запитання «Яка частка гербарних зразків, на Вашу думку, потребує оновлення або заміни?» (рис. 1.5).

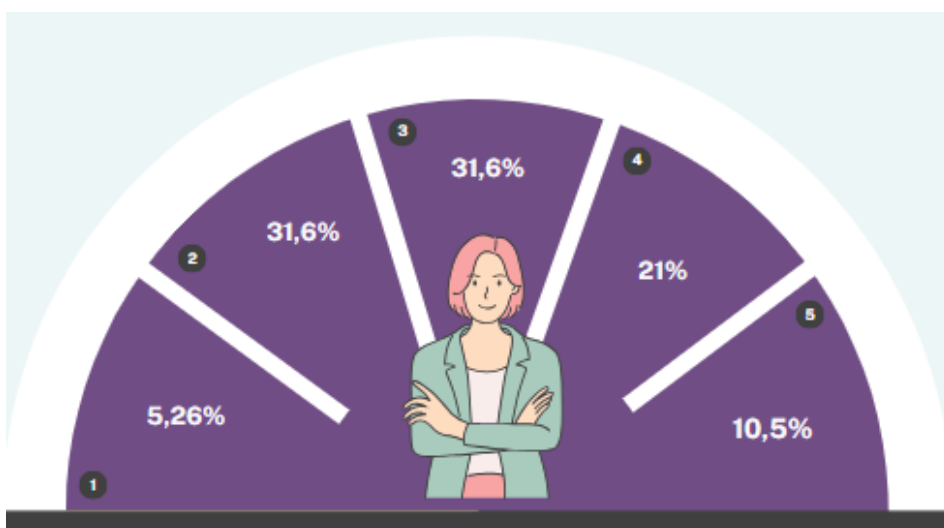


Рис. 1.4. Відповіді на запитання про стан навчального гербарію у закладах.

Результати свідчать, що навчальні гербарії в закладах освіти перебувають переважно у задовільному та незадовільному стані. Результати опитування однозначно демонструють потребу в модернізації методики роботи з гербарієм, оскільки стан колекцій не дозволяє ефективно використовувати їх як повноцінну наочність.

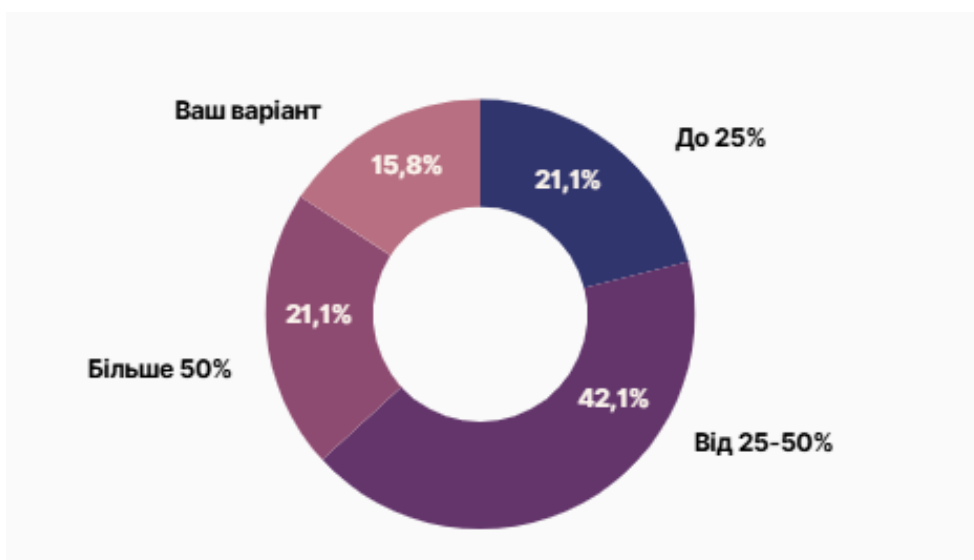


Рис. 1.5. Відповіді на запитання скільки гербарних зразків потребує оновлення або заміни.

На запитання «Як часто Ви використовуєте гербарій (гербарні аркуші) на уроках?» впливає, що на уроках біології фізичний гербарій майже повністю виключено із системного навчального процесу: 52,6% (10 людей) – рідко, лише для окремих тем, 15,7% – періодично (кілька разів на семестр). Це

підтверджує необхідність розробки нових, гнучких методик, які заохочуватимуть вчителів перетворити гербарій з пасивної ілюстрації на активний інструмент пізнання. Результати чітко доводять, що існує велика методична прогалина у використанні натуральної наочності. Саме тому навіть при поганому стані гербарію необхідно впровадити його використання через цифрові технології (QR–коди, додатки) та проєктну діяльність (STEM).

На запитання *«На Вашу думку, чи може використання мобільних додатків повністю замінити роботу учнів з фізичним гербарним зразком?»* переважна більшість опитаних вчителів 14 людей (73,7%) відкидає ідею повної заміни фізичного гербарію цифровим. Вони чітко вказують на необхідність поєднання (інтеграції). Відмова від повної заміни підтверджує теоретичне положення, що робота з натуральним об'єктом (навіть погано збереженим, але реальним) забезпечує чуттєве сприйняття та матеріальну форму дії (по В. Верзіліну та П. Гальперіну), що є незамінним для якісного формування біологічних понять. При цьому, лише 0% вчителів сказали «Ні, не може замінити» (категорична незгода). Це означає, що всі 100% опитаних готові до тієї чи іншої форми впровадження мобільних додатків у роботу з гербарієм.

На запитання *«Які основні проблеми перешкоджають активному використанню гербарію?»* Абсолютно домінуючою проблемою є недостатність часу (78,9%). Це підтверджує, що вчителі цінують гербарій, але традиційний процес його створення та оновлення є надто ресурсомістким в умовах шкільного навантаження. Це прямо вимагає розробки методики, яка мінімізує час на підготовку (наприклад, через використання готових цифрових баз чи простих STEM–завдань).

Більше половини вчителів (57%) вказують на проблеми зі зберіганням (шкідники, брак місця). Це підтверджує висновки попереднього аналізу про поганий стан гербарію (1 та 2 бали). Рішення, запропоноване Вашою роботою (перехід до гібридного гербарію та оцифрування), частково розв'язує цю проблему, оскільки цифрова копія не займає місця і не псується.

Отже, переважна більшість гербаріїв у закладах освіти перебуває у задовільному або незадовільному стані (понад 36,6% оцінок «1» і «2»). Це створює серйозну перешкоду для використання гербарію як ефективного засобу формування якісних біологічних понять. Чуть більше половини опитаних учителів або ніколи не використовують гербарій, або використовують його лише епізодично (для демонстрації). Це свідчить про глибоку методичну прогалину та несистемний підхід до натуральної наочності.

РОЗДІЛ 2. ГЕРБАРІЙ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ (ТНПУ) ЯК РЕСУРСНА БАЗА ДЛЯ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

2.1. Історія створення та сучасна структура гербарію ТНПУ

Людство здавна прагнуло задовольнити свої наукові, історичні та культурні інтереси шляхом створення колекцій предметів матеріальної й духовної культури. Спочатку це були приватні зібрання, багато з яких зникали, а ті, що збереглися, зростали завдяки невтомній праці ентузіастів, колекціонерів та науковців.

Гербарні зібрання не є винятком із цієї історичної тенденції. Протягом останніх майже 400 років вони еволюціонували від приватних колекцій натуралістів, що налічували десятки зразків, до потужних наукових фондів, акумулюючи знання та працю тисяч природознавців і вчених.

Створення та успішне функціонування гербаріїв як установ неможливе без їхніх працівників, і насамперед кураторів. Саме куратори, опікуючись цими зібраннями, впливали на формування фондів, організовували та забезпечували їхнє технічне й наукове ведення.

Створення гербарних колекцій залишається важливою складовою науково-дослідних робіт у природних заповідниках та національних природних парках, не втрачаючи своєї актуальності й сьогодні [58]. Роль цих колекцій постійно зростає завдяки розвитку новітніх технологій, які відкривають сучасні методи досліджень на основі гербарних матеріалів [60, С. 321].

Найбільш типовими завданнями, які сьогодні вирішуються за допомогою гербарних колекцій [64, С. 248], є:

- З'ясування поширення видів (ареалів).
- Складання флористичних списків для конкретних територій.
- Визначення мінливості та екології рослинних організмів і грибів.

У зв'язку з цим, на гербарії покладено функції збереження, поповнення, наукового та технічного опрацювання зразків, а також забезпечення швидкого

доступу користувачів до інформації. Створення наукових фондів у ПЗФ, зокрема й гербаріїв, передбачено відповідним Положенням про наукові дослідження, а відомості про поповнення фондів фіксуються у Літописі природи [1, С. 23].

Станом на 1995 рік гербарії існували в багатьох природно–заповідних установах України, демонструючи різний обсяг фондів (наприклад, «Асканія–Нова» – 10 000 зразків, Кримський та Чорноморський заповідники – по 5 000 зразків) [14].

На сьогодні, роль гербаріїв природно–заповідних установ у структурі гербарної мережі України оцінюється як скромна [59, С. 43]. Їхня значущість співставна з колекціями педагогічних університетів та окремих краєзнавчих музеїв. Гербарії ПЗФ відносять до локальних (малих) гербаріїв. В Україні загалом функціонує не менше 60 таких малих колекцій (зокрема на кафедрах вишів, у краєзнавчих музеях та ботанічних садах).

Огляд сучасного стану малих гербаріїв України, проведений Н. Шиян (2009), виокремив їхні основні риси та проблеми. Аналіз стану малих гербарних колекцій (локальних гербаріїв), проведений Н. Шиян [60, С. 45], дозволяє виокремити їхні ключові особливості та виклики:

1. Обсяг та походження фонду: колекції є невеликими (зазвичай до 10 000 одиниць зберігання) і складаються переважно з матеріалів місцевої флори, маючи лише нечисленні зразки з–за меж регіону. Вони не містять типового матеріалу, а зразки зібрані обмеженим колом колекторів (часто лише однією–двома особами).

2. Історична короткочасність: малі гербарії мають коротку історію функціонування, яка тісно пов'язана з історією установи, при якій вони були створені.

3. Потенціал зростання: за умови наявності наукових відділів, підтримки керівництва та ентузіазму співробітників, деякі локальні гербарії можуть перерости у більші за обсягом і науковою значущістю колекції.

4. Унікальна інформація: у малих гербаріях часто міститься унікальна наукова інформація щодо поширення видів Червоної книги. Деякі колекції володіють цінними історичними (меморіальними) гербаріями різного обсягу.

5. Проблеми ідентифікації: гербарний матеріал локальних колекцій часто містить невизначені або помилково визначені зразки. Крім того, визначення можуть не узгоджуватися із сучасною науковою номенклатурою.

6. Умови зберігання: переважна більшість таких колекцій розміщена у не пристосованих для зберігання приміщеннях. Часто відсутні термо- та кріокамери, і не ведеться належна боротьба зі шкідниками. Існують також проблеми із забезпеченням витратними матеріалами (папером для монтування, гербарними сорочками та папками).

7. Науковий внесок: локальні гербарії України надають важливі відомості для складання локальних флор, видових списків та уточнення хорологічних (ареальних) даних.

8. Основні завдання: до ключових завдань локальних гербаріїв належать забезпечення доступу для камеральної обробки зразків, а також постійне поповнення основного та обмінного фондів.

В роботі таких колекцій важливим є підтримка зв'язків із найближчими регіональними та національними гербаріями, зокрема передача дублетів та обмін матеріалами, що дозволить забезпечити надійне збереження матеріалів та дасть можливість залучити фахівців до опрацювання фондів локальної колекції.

Гербарна справа в Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка (ТНПУ) має глибоку історію, витоки якої сягають початку XIX століття.

Фундамент для неї був закладений у місті Кременці в 1805 році. Завдяки зусиллям інспектора шкіл Волинської, Подільської та Київської губерній, громадського та освітнього діяча Тадеуша Чацького та філософа-просвітителя Гуго Коллонтая, на базі єзуїтського колегіуму було створено унікальний навчальний заклад, що отримав назву – Волинська гімназія вищих наук [5, С.7].

Інтенсивні ботанічні дослідження у Волинській гімназії, яка пізніше стала

Кременецьким ліцеєм, були організовані викладачем природничих дисциплін та директором ботанічного саду Віллібальдом Бессером [9, С. 42]. Його ключовий внесок у методику гербарної справи відбувся у 1826 році, коли він опублікував польською мовою працю «Przepisy do układania zielników» («Правила щодо складання гербаріїв»).

Посібник з гербаризації охоплював усі деталі роботи з рослинними зразками, від збору до архівування: фізичний опис місцевості, визначення об'єктів для збору, критерії вибору рослин для засушування, методи засушування, правила зберігання засушених рослин, вимоги до етикеток (карток), правила пакування для пересилки, організація громадських гербаріїв [44, С.176].

В. Бессер [3] сформулював основні правила для забезпечення якості та збереження гербарних колекцій: здійснювати лише за хорошої погоди і враховувати найбільших ворогів гербаріїв – два види комах *Anobium raniceum*, *Ptinus fur* L. і *Herminia rostralis* F. Також формувати гербарій де всі зібрані рослини, незалежно від розміру квіток чи наявності інших перешкод, за відсутності спеціальної текстури, як альтернативу можна використовувати два куски лубу, обгорнуті папером.

Ботанік В. Бессер зібрав велику колекцію флори Австрії, Галичини та інших територій. У 1834 році він привіз його до Києва, зайнявши посаду директора Ботанічного саду та професора Університету святого Володимира. Після його смерті колекція була викуплена університетом. У 1920 році гербарій передали Академії наук України, і він досі зберігається в Інституті ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України, слугуючи цінним джерелом для дослідження української флори [46, С. 35].

2.2. Основні колекції: фонди, обсяги, найцінніші екземпляри

До 1977 року в Кременецькому державному педагогічному інституті, а згодом у Тернопільському державному педагогічному інституті, на кафедрі

ботаніки не було спеціального приміщення для гербарію. Проте гербарна справа продовжувала розвиватися завдяки зусиллям таких викладачів, як В. Шиманська, Б. Заверуха та С. Зелінка.

Значний крок уперед відбувся 7 листопада 1977 року з введенням в експлуатацію нового головного навчально-адміністративного корпусу університету. У цей час для гербарію була виділена окрема кімната площею 36 м², а до штатного розпису введено одиницю завідувача гербарієм [45, С.13].

Гербарій Тернопільського національного педагогічного університету (ТНПУ) є потужною колекцією, що налічує понад 40 000 гербарних аркушів.

Він структурно поділяється на три основні фонди:

1. Науковий гербарій.
2. Навчальний гербарій.
3. Обмінний фонд.

Науковий гербарій (близько 22000 аркушів) [9, С. 42]. Науковий фонд поділяється на кілька відділів і є найціннішим:

- Фондовий відділ містить близько 22000 аркушів, широко представляючи рослини Заходу України (включно з Карпатами), Криму та Нікітського ботанічного саду, а також зразки з Польщі, Грузії, Японії та інших країн;
- Регіональні флори – це колекції з заповідника «Медобори» (1340 екз.) та Голицького заказника (783 аркуші). Цей відділ містить понад 100 видів, занесених до Червоної книги України;
- Авторські колекції – це фонди В. Шиманської, Б. Заверухи, С. Зелінки (6850 аркушів), які зберігаються;
- Рідкісні види – це окремий відділ для 288 аркушів рослин із Червоної книги. Загалом науковий гербарій охоплює 5 відділів та 182 родини судинних рослин.

Навчальний гербарій (близько 10000 аркушів). Включає морфологічну та систематичну колекції, які активно використовуються для проведення лекційних та лабораторно–практичних занять зі студентами.

Обмінний фонд (близько 700 аркушів) [6]. Слугує для міжгербарного обміну з провідними установами України (НАН України, Київський, Львівський, Ужгородський національні університети).

Для зберігання матеріалу використовуються спеціальні металеві шафи (з 1977 р.). Гербарій оснащений бібліотекою довідкової літератури для визначення рослин. Завдяки зусиллям Н. Москалюк створена комп'ютерна база даних, що містить повну інформацію про всі зразки (5 відділів, 182 родини), забезпечуючи зручний пошук та наукову роботу.

Гербарій ТНПУ забезпечує науковий пошук та виконання навчальних завдань для студентів, магістрантів, аспірантів та викладачів, які займаються систематикою та морфологією рослин [43].

Для забезпечення зручності користування гербарій кафедри ботаніки має чітку систему організації інформації. Складено список рослин в алфавітному порядку українською та латинською мовами. Навпроти кожної назви рослини зазначено номер шафи та папки, що дозволяє швидко визначити місце розташування відповідного гербарного аркуша. У цифровій базі даних види та роди рослин систематизовані в межах родин відповідно до філогенетичної системи А. Тахтаджяна [45].

Гербарій кафедри ботаніки ТНПУ визнаний на національному рівні та включений до переліку *Index Herbariorum Ucrainicum*, який веде Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України. Активну роботу з удосконалення гербарію здійснює його завідувач, асистент кафедри Р. Яворівський, який є глибоким знавцем флори Західного Поділля, Карпат та всієї України [8, С. 269].

З 1 січня 2010 року гербарію надано новий статус: Навчальна лабораторія морфології та систематики рослин – гербарій. Основні завдання для розширення діяльності лабораторії включають: систематичне поповнення фондів новими видами та оновлення наявних колекцій, зміцнення матеріально-технічної бази, розширення комп'ютерної бази даних та створення електронних версій гербарного матеріалу за таксономічними категоріями, розширення

мережі обміну матеріалами з іншими ЗВО та науково–дослідними установами [55, С. 179].

Лабораторія активно використовується в освітньому та науково–дослідному процесі, слугуючи цінною базою для: студентів, магістрантів, аспірантів та докторантів при написанні курсових, дипломних та дисертаційних робіт, наукових співробітників ТНПУ та інших провідних установ України (зокрема, Львівського, Східноєвропейського, Прикарпатського університетів та Інституту екології Карпат НАН України).

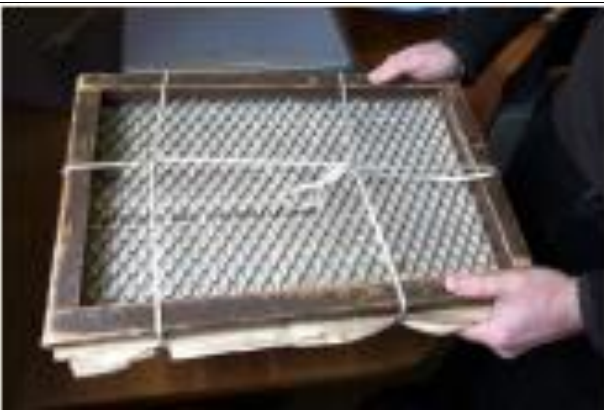
Отже, гербарій як структурний підрозділ кафедри ботаніки був створений та успішно функціонує завдяки значним зусиллям викладачів. Особливий внесок зробили колишня завідувачка кафедри ботаніки, доцентка Валентина Шиманська, відомий знавець систематики рослин України, викладач кафедри ботаніки С. Зелінка і колишній завідувач кафедри ботаніки та декан хіміко–біологічного факультету, доктор біологічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України М. Барна. Цей гербарій сприяє якісній організації освітнього процесу та ефективній науково–дослідній роботі на факультеті.

2.3. Методичні вимоги до створення та систематизації шкільного навчального гербарію (вимоги до збору, сушіння, монтажу, етикетування)

2.3.1. Обладнання для комплектування гербарію

Отримати належним чином оформлений гербарний зразок можливо при наявності спеціального обладнання, тому першим етапом гербаризації рослин вважається підготовчий. Він включає в себе визначення мети збору рослин у природі, складання маршруту виїзду на місце збору і підготовка необхідного обладнання [31]. Гербарна- сітка (рис. 2.2) використовується для попереднього розправлення зібраних рослин, їхнього закладання у газетний папір та безпечного перенесення під час експедицій. Конструкція складається з двох листів фанери (склеєного лущеного шпону), з'єднаних по внутрішньому краю за допомогою кіперної стрічки. Кіперна стрічка – це міцна бавовняна тасьма

(саржевого або діагонального переплетення), яка проходить через отвори для надійного з'єднання листів. Розміри заводської сітки 35 – 50 см.

	
Рис. 2.1. Ботанічна (гербарна) папка.	Рис. 2.2. Гербарна сітка (прес-сітка або прес).

Самостійно виготовлена сітка може бути 48 – 32 см, але не повинна перевищувати заводські розміри. Використовується для плоскісного висушування зібраних рослин, забезпечуючи їхнє збереження у правильній формі. Конструкція складається з двох прямокутних дерев'яних рамок (розміром 30 – 45 см), кожна з яких має перетинки посередині [4].

Для якісного збору, сушіння та архівування гербарних зразків використовуються матеріали з чітко визначеними характеристиками. Для сушіння та пресування використовуються прес рамки: металеві рамки, скріплені кіперною стрічкою для забезпечення необхідного тиску. Натягнута металева сітка має отвори діаметром 1–3 см для ефективної вентиляції. Для збору та сушіння рослин використовується фільтрувальний папір. Допускається також газетний папір або звичайні газети формату 30x42,5 см у необмеженій кількості. Для монтування та архівування паперова підкладка (основа) білий папір розміром 42x29 см. Смужки для кріплення, які виготовляються з пергаменту (щільність 40 г/м²) або напівпергаменту і використовуються для фіксації рослин на підкладці.

Використовується рулонний папір Л4 420 б/п 55 для захисту зразка. Гербарна папка (зберігання колекцій) це картон щільністю 300 г/м² і вище.

Коробки для мохів та лишайників виготовляються з такого ж картону (розмір 16,5x11 см).

Для документації використовується офсетний папір для друку, щільність 80 г/м² для етикеток папір формату А4, щільність 160 г/м², для списків папір формату А4, щільність 80 г/м².

Для забезпечення якісного та ефективного збору гербарного матеріалу використовується спеціалізований набір інструментів та уніфікований польовий блокнот. Інструменти поділяються за функціональним призначенням: ніж (розкладний), секатор, ножівка (вузька або з обушком), сучкоріз (зрізування здерев'янілих частин), шпатель, долото, стамеска, молоток (для твердих поверхонь) (збір мохів та лишайників), копачки різної форми, саперна лопата, лопата з довгим держакм (для викопування з кореневою системою), сантиметрова стрічка або рулетка (обміри та геоботанічні проміри).

Польовий блокнот має вигляд скріплених білих аркушів (розмір – 8x15 см) із цупкою обкладинкою. Він слугує для створення робочих гербарних етикеток (паспортів зразків) безпосередньо в польових умовах.

Під час оформлення зазначається порядковий номер рослини, її видова назва, дата, місце збору та зростання, прізвище колектора (збирача). Аркуш поділений на дублюючі частини, де вказано лише порядковий номер рослини. Ці дублюючі частини додаються до дублетних зразків (додаткових копій), що значно спрощує роботу, оскільки немає потреби щоразу повністю переписувати вихідні дані.

Фотоапарат необхідний для фотографування краєвидів та рослин (зокрема рідкісних, типових для місцевості, чи їхніх угруповань) безпосередньо у фітоценозах. Бінокль використовується для спостереження за рослинами, що знаходяться на відстані. Компас для орієнтування на місцевості та фіксації точного місця збору зразків.

Інструменти, необхідні для детального вивчення та визначення зібраних рослин у лабораторних умовах – це мікроскоп бінокулярний стереоскопічний, який використовується для об'ємного, детального вивчення морфологічних

ознак рослин. Також лупа 7–10–кратна для швидкого огляду та визначення дрібних деталей зразків.

Для закріплення, оформлення та підготовки гербарних аркушів використовується ніж канцелярський, ножиці, препарувальна голка, пінцет препарувальний, лінійка металева 50 см, голка з широким вушком та льняні нитки (кручені, не білені, не лощені) – для пришивання рослин до аркуша, клей ПВА (рекомендовано фірми KiП) – для приклеювання окремих частин або додаткового кріплення, скріпки канцелярські (пластмасові), гумка канцелярська – для тимчасової фіксації. Також потрібний простий олівець для підписів та маркування і лист фанери 50 – 50 см – використовується як основа для нарізання паперових смужок та «сорочок» для дрібних елементів.



Рис. 2.3. Гербарна шафа.

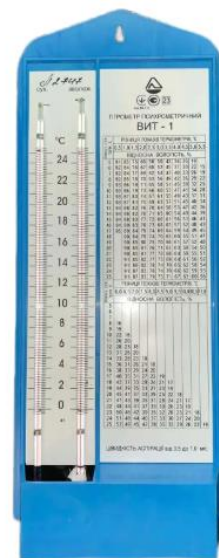


Рис. 2.4. Гігрометр психрометричний ВІТ–1.

Обладнання для зберігання гербарію у фондосховищі [59]:

1. Гербарна шафа (рис. 2.3) для зберігання гербарію у фондосховищі. Вона може бути або металева (конструктивні елементи повністю сталеві, алюмінієві на сталевому каркасі) або дерев'яна. На рисунку зображена шафа, яка має 6 секцій, кожна секція поділена на 10 комірок. Дверцята шафи можуть мати гумові накладки для запобігання потрапляння в середину шкідливих комах.

2. Морозильна камера. Використовують для боротьби з шкідниками

шляхом проморожування гербарних аркушів.

3. Гігрометр психрометричний ВІТ–1 (рис. 2.4). Використовують для вимірювання відносної вологості повітря і температури у фондосховищах.

2.3.2. Особливості збору рослин у фітоценозах

Другий етап гербаризації охоплює збирання рослин у природі, їхнє закладання у гербарну папку та попереднє розправлення. Збір рослин повинен проводитися з урахуванням музейного значення гербарію. Це означає, що процес має бути спрямований на виявлення наукової та експозиційної цінності зразків, що в подальшому дозволить отримати нові знання на підставі вивчення зібрання. Рослини для гербарію можна збирати майже в усі пори року. Найкраще збирати у сонячну суху погоду, вранці (після висихання роси). Збір слід проводити з урахуванням високої вологості повітря, оскільки вона може спричинити появу плісняви та зміну забарвлення рослин. Якщо необхідно гербаризувати в дощову погоду, викопані рослини краще помістити у поліетиленовий пакет і закласти у прес вже у приміщенні після екскурсії.

Під час експедицій обов'язковим обладнанням є гербарна папка із достатньою кількістю газетного паперу.

Для гербаризації слід вибирати непошкоджені, здорові, добре розвинуті рослини, які є типовими для даного місцезростання. Збір необхідно проводити з метою забезпечення максимальної інформативності зразка.

Важливо, щоб зразки містили усі органи, необхідні для точного визначення виду або його повторного визначення іншими дослідниками. Тому потрібно намагатися зібрати рослину, що містить: усі типи підземних і надземних вегетативних органів, органи у стані цвітіння (або спороношення) і плодоношення. Оскільки зібрати всі ці стадії за один раз не завжди можливо, це може вимагати повторних зборів. Рослини викопують цілком – з корінням, частиною кореневища, бульбами, цибулинами чи бульбоцибулинами. З підземних органів обережно струшують або змивають ґрунт. За потреби

підземні органи перерізаються вздовж навпіл для кращого висушування. З них зрізують лише пагін із листками, квітками чи плодам.

У разі необхідності документування факту існування рідкісної рослини, слід обмежити збір лише надземною частиною (не пошкоджуючи підземні органи та бруньки відновлення) або взагалі обмежитися лише письмовою фіксацією та фотографією. Для виготовлення одного гербарного аркуша необхідна така кількість матеріалу, яка після розправлення всіх органів рослини зайняла б усю площу аркуша (або не менше ніж на 50 %), залишаючи з країв близько 1 см [4]. Бажано брати екземпляри рослин по висоті папки, якщо це неможливо (для більшості злакових) – рослини згинають під гострим кутом, додатково надівають на згини шматочки паперу з прорізами. Згинають стебло під гострим кутом, а не дугою, щоб не скласти хибного уявлення про спосіб його росту. Дугою або кільцем можна розміщувати лише слабкі стебла, які у природі можуть бути згорнутими таким чином (наприклад, стебла занурених у воді рдестів), а також тонкі та довгі листки деяких осок та злаків (наприклад, ковили). Дуже великі рослини за потреби ділять на фрагменти за довжиною і послідовно закладають у декілька газетних сорочок. Іноді доводиться деякі частини рослин відкидати і послідовно закладати тільки по одному чи по два сегменти кожного типу органів, наприклад, у борщівників (деякі види цієї рослини можуть сягати 2–3 м заввишки) – частину зрізу кореня, прикореневий листок або його частину, частину стебла і стебловий листок, частину зонтика. При цьому важливо зберегти загальне уявлення про рослину. Розкладають її так, щоб усі частини були ретельно розправлені, не стикалися одна з одною і не налягали одна на одну. У рослин, які мають багато листків на пагонах, або у тих, що мають дуже багато пагонів можна, видалити частину цих пагонів чи листків. Однак, це потрібно виконати так, щоб сліди штучного видалення було добре помітно. Листки розміщують вільно, у їх природному вигляді, так, щоб хоч одна їх частина лягла нижньою стороною вгору, бо вона може бути важливою для визначення. Великі листки можна зігнути навпіл. Якщо уникнути контакту частин рослини не вдається, то між ними прокладають шматочки

паперу. Якщо рослини мають маленькі розміри, наприклад, представники родів крупка, веснянка, їх засушують по 20–40 екземплярів. Дозрілі плоди та насіння, якщо вони потрібні для визначення виду (представники родин Злакових, Осокових, Лободових, Хрестоцвітих, Бобових, Зонтичних, Айстрових), збирають у паперові пакети або мішечки.

Розправляти квітки чи листки, прибирати зайві або пошкоджені пагони чи розрізати товсті частини рослини навпіл треба одразу при закладанні у гербарну папку, під час виходу в природу, оскільки при подальшому висиханні рослини стають крихкими і будь-яке механічне навантаження може зіпсувати зразок. Під квітки та інші соковиті або м'ясисті частини підкладають фільтрувальний папір чи вату, загорнуту у фільтрувальний папір. Великі квітки, суцвіття додатково перекладають у невеликі паперові мішечки. Фіксують зазвичай декілька квіток: одну – з боку оцвітини, так щоб було видно маточку з приймочкою чи тичинки, другу – з боку чашолистиків. Зрослопелюстковий трубчастий віночок розрізають вздовж і закладають у розгорнутому вигляді. Для характеристики того чи іншого виду має значення не тільки форма, але й забарвлення листків, стебел, квіток і плодів. Це важливо під час визначення рослини, яка вперше зустрічається.

Під час збору гербарію користуються польовим блокнотом, де записують вихідні дані про зібрану рослину або пишуть чорнову етикетку на білому папері, розміри якого не більше 8×12 см. Таку етикетку вкладають разом із рослиною в газету. Бажано дублювати дані про збір гербарію у щоденнику.

Збирання рослин для гербарію має свої особливості залежно від систематичного положення, екологічної групи чи морфо-фізіологічних особливостей окремої рослини.

2.3.3. Техніка засушування рослин у гербарній сітці

Після закінчення експедиційного дня рослини з гербарної папки обов'язково перекладаються у гербарну сітку. Успішне пресування

обумовлюється: правильно викладеною рослиною; наявністю достатньої кількості газет-прокладок; рівномірним стягування сітки.

Закладати гербарій у прес потрібно наступним чином. На нижню половину преса кладуть дві порожні газети – прокладки, на них – газету – «сорочку» з рослинами, далі – три газети-прокладки, тоді газету – «сорочку» з рослинами і т. д. Зверху кладуть знову дві газети-прокладки. Для зручності порожні газети повертають згином у протилежний бік від газет із гербарієм. В один прес можна закласти 15–30 гербарних аркушів, однак, не слід робити його надто товстим, бо це зменшить швидкість висихання рослин. Оптимальна товщина затягнутої сітки становить 3–10 см. Прес міцно стягується кіперною стрічкою у певній послідовності. Існує декілька способів зав'язування стрічки, але бажано обрати один – найзручніший для кількох осіб, котрі по черзі будуть замінювати вологі газети. Під час заміни газет-прокладок чорнові робочі етикетки необхідно перекладати разом із рослинами, щоб не втратити первинні експедиційні дані.

Сушіння зразків відбувається шляхом заміни вологих газет-прокладок на сухі [59]. Функція прокладок подвійна – вирівнювання тиску під пресом і поглинання води, яку випаровує рослина під час сушіння. Формат газет-прокладок, газет – «сорочок» та основи, на яку монтують рослину, повинен бути однаковий. Вологі прокладки можна прасувати або підсушувати на повітрі, як сушать білизну, і знову використовувати. В перші кілька днів сушіння гербарію, двічі на добу, остаточно розправляють органи рослин, одночасно міняють маленькі газетні прокладки між листками, стеблами і великі газети – «сорочки», в яких лежать рослини. Після зав'язування преса його виносять у тепле, добре провітрюване місце на вулиці або розміщують поблизу джерела тепла. Наступний тиждень процедуру повторюють один раз на добу, а потім – до висихання рослин, один раз на дві доби. Тривалість сушіння залежить від температури і вологості повітря під час збору та сушіння, кількості води в рослині.

2.3.4. Монтування гербарію

Наступний важливий етап гербаризації рослини – їх монтування. Метою цього процесу є надання гербарному зразку вигляду, найзручнішого для тривалого зберігання та використання за потребою. Монтування гербарію полягає у прикріпленні повністю висушеної рослини разом із етикеткою до одинарного аркушу паперу – підкладки, яку розміщують у паперову «сорочку». Для виготовлення паперової «сорочки» беруть рулонний папір і відміряють по довжині 69 см. Із правого краю отриманого паперового прямокутника відміряють 10 см і загинають. Від згину відміряють 30 см і вільний край загинають всередину. Довжина вільного краю повинна складати 29 см, це на 1 см менше ніж основа. В готову паперову «сорочку» вкладають паперову основу.

Формат підкладок має бути однаковим для всього гербарію. Перед тим, як починати прикріплювати рослину до паперової підкладки, треба визначити місце розташування чистової етикетки, яка є невід’ємним компонентом гербарного аркуша. Традиційно її кріплять у нижньому правому куті паперової основи. Допускається розміщення етикеток ліворуч, якщо рослина випадково була засушена з орієнтуванням на правий бік.

Гербарій Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка	
Родина	ЖОВТЕЦЕВІ (<i>RANUNCULACEAE</i>)
Вид	ЖОВТЕЦЬ ІДКИЙ <i>RANUNCULUS ACRIS</i> L.
Місцезнаходження: <u>с. Гутисько Бережанського району</u> <u>Тернопільської області</u>	
Місцезростання: <u>на луках, у лісах, на лісових галявинах і узліссях, по</u> <u>трав'яних схилах</u>	
Дата <u>12 червня 2025 р.</u>	Зібрав <u>Теодозів В. М.</u>
	Визначив <u>Теодозів В. М.</u>

Рис. 2.5. Гербарна етикетка.

Етикетка (рис. 2.5) комп'ютерного набору, формату 10,7 см або 14,9 см, містить:

- наукову назву рослини, яку записують латинською та українською

мовами;

- географічне місце збору: адміністративний регіон, найближчий населений пункт чи географічний об'єкт (річка, озеро, гора і т. д.), який є на карті регіону, напрямок та відстань до нього (бажано вказати точні географічні координати та висоту над рівнем моря);

- тип місцезростання (наприклад: буковий ліс, луки, болото, берег водойми, узбіччя дороги та ін.), рельєф місцевості (рівнина, схил, вершина гори), субстрат (тип ґрунту, пісок, скелі, вода, інші рослини);

- дату збору;

- прізвище того, хто зібрав та визначив рослину. Якщо зібрану рослину не визначено, останній пункт не заповнюють, його заповнить той, хто визначить цю рослину згодом. Не бажано на етикетці розміщувати зайві написи та рисунки.

Рослини на гербарному аркуші прикріплюють так, щоб вони не ковзали одна по одній і по паперу, не виступали за краї аркуша. Для цього по периметру паперової основи від краю відступають 1 см. На рисунку 6 представлено змонтований гербарний аркуш з фондів наукового гербарію Інституту екології Карпат Національної Академії Наук України (м. Львів), на якому добре видно умовні відступи від краю паперової основи. На одному гербарному аркуші може бути розміщена як одна рослина (рис. 2.6), так і декілька (до 30 екземплярів) (рис. 2.7). Якщо рослини маленькі, їх розкладають за допомогою лінійки. Трапляються випадки, коли серед таких рослин, вже висушених і змонтованих, виявляються представники двох або декількох інших видів. Їх не прибирають із загального зібрання, а біля рослин роблять відповідні позначки або вміщують у паперові пакети, якщо такий вид один, а в етикетці зазначають видову назву рослини.

Не можна фіксувати рослину на аркуші «намертво» – тоді вона легко зламається від найменшого його згину. Під час монтування найбільш товсті частини рослин зсувають до країв аркуша та по його кутах. Це дозволить в

майбутньому сформувати рівномірні за товщиною стоси гербарію, які зручніше зберігати.

Способів прикріплення рослин до паперової підкладки існує декілька, ми використовуємо комбінований, який передбачає пришивання здерев'янілих частин льняними нитками (кручені, не білені, не лощені) і приклеювання листків, квітконосів, стебел за допомогою тонких смужок (1– 1,5 мм шириною) напівпергаменту.

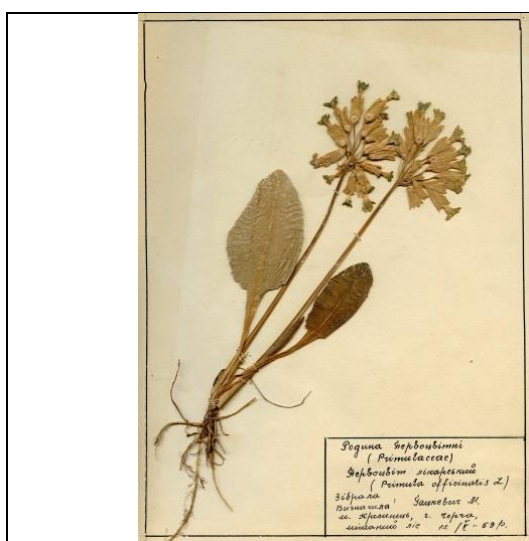


Рис. 2.6. Гербарний аркуш.

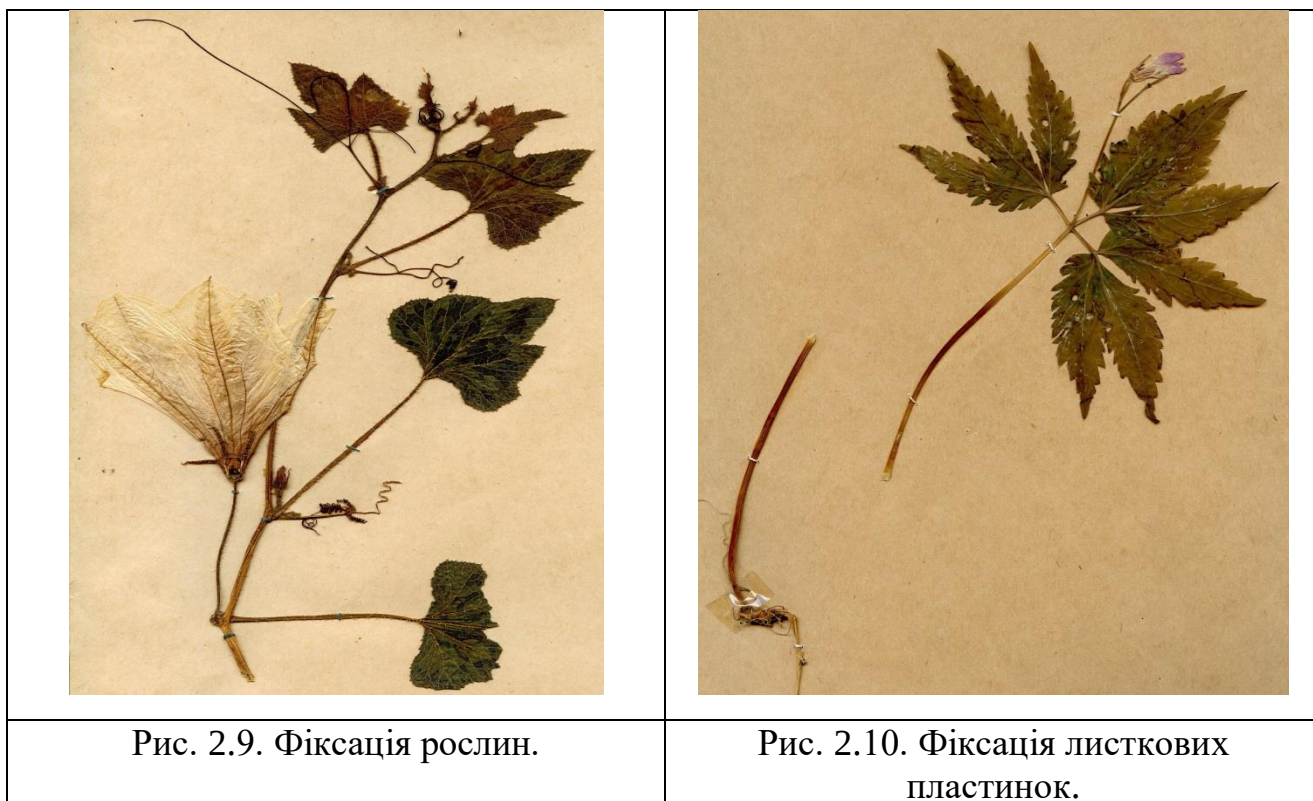


Рис. 2.7. Гербарний аркуш.

Останній найкраще відповідає вимогам, тоді як звичайний пергамент швидко зношується і старіє, калька слизька і погано приклеюється. Здерев'янілий пагін пришивається нитками як показано на рисунку 9. Голкою роблять отвір № 1 біля стебла, протягують нитку з низу паперової підкладки і проколюють з іншого боку стебла (отвір № 2). Потім знову протягують нитку через отвір №1 і через низ паперової підкладки в отвір № 2. Вільні кінці зав'язують подвійним вузлом на рослині, зверху гербарного аркуша.

Прикріплення квітконосних пагонів до основи має свої особливості. Не можна декілька квітконосів фіксувати однією паперовою смужкою, до того ж розміщувати її прямо на квітках. Кожен пагін закріплюється безпосередньо під квіткою. Частини рослини, насіння чи дрібні сухі плоди вміщують у чистові пакетики з напівпрозорого паперу, які приклеюють до гербарного аркуша. Пакетики повинні бути якомога простіше виготовлені і вільно відкриватися

після підклеювання. Іноді, щоб пакетик не розкривався, його краї скріплюють канцелярською пластмасовою стрічкою.



Фіксація листкових пластинок широколистяних деревних рослин має свої особливості (рис. 2.10). Під час засушування у пагонів з великою кількістю листків, останні накладаються один на один. Закріпити такі листкові полотна без порушення їх цілісності неможливо. У такому випадку за допомогою препарувальної голки у декількох місцях робляться маленькі дірочки – «віконечка», куди приклеюються паперові смужки напівпергаменту. Якщо листкові пластинки виступають за паперову основу їх можна обрізати, зберігаючи уявний відступ від краю паперової основи в 1 см.

Лишайники і мохи зберігаються в конвертах розміром 11x16,5 см виготовлених з крафтового паперу як зображено. Етикетка визначеного зразка прикріплюється на пакеті, так щоб один його край був вільний і за потреби конверт можна було відкрити без перешкод. Деякі види мохів, наприклад, сфагнові, можуть бути засушені як звичайні рослини – окремими особинами, тоді під них підкладають паперову основу по розміру конверта. Мохи у пакетиках часто залишають з частинами субстрату, на якому вони ростуть,

оскільки там може бути сформоване ціле угруповання. У такому випадку в етикетці зазначають усі наявні на такому субстраті види. Для зберігання гербарію мохів і лишайників використовують коробки з кришками, куди поміщають пакети із гербарними зразками.

Гербарний аркуш вважається змонтованим тоді, коли висушена рослина і чистова етикетка прикріплена до паперової основи згідно з вимогами і ця основа вкладена у паперову «сорочку». Для зручності на верхньому полотні «сорочки» латинською мовою пишуть: у верхньому лівому куті назву родини, в нижньому лівому куті – видову назву рослини.

2.3.5. Особливості зберігання гербарію

Система зберігання ботанічних фондів повинна гарантувати фізичне збереження всіх матеріалів і забезпечувати можливість використання кожного зразка для наукової роботи. Одиницею зберігання є гербарний зразок.

З 1988 року гербарні зразки (види та роди рослин у межах родин) систематизуються відповідно до філогенетичної системи А. Л. Тахтаджяна.

Провідні гербарії України керуються низкою основних вимог до зберігання колекцій: відокремлення сховища від робочих місць працівників, окреме зберігання типового матеріалу, забезпечення сховища припливно-витяжною вентиляцією, наявність дезінфекційної установки (бажано термічної дії) та окремого карантинного приміщення, наявність необхідного наукового обладнання (лупи, бінокляри, мікроскопи, прилади для малювання) та довідкової літератури. Критично важливими є показники температури та вологості для запобігання пошкодженням. Для всіх сухих гербарних матеріалів (крім мохів і лишайників) безпечні межі ВВ у приміщеннях без кондиціонерів становлять 50–65%. Оптимальним показником вважається 55%. Температуру у сховищі слід підтримувати близько 20 С.

Для зберігання гербарних колекцій використовують різноманітні шафи. У відкритих шафах на полицях комірок гербарні аркуші розміщуються в стосах

на листі картону (розмір співпадає із розміром «сорочки» аркуша), до якого прикріплена тасьма шириною 2,5–3 см, складена вдвоє, для зручного витягування з полички стосу гербарію. Спочатку тасьма пришивається посередині листка, а потім заклеюється прямокутним папірцем, щоб краї не коштались.

Допускається зберігання гербарію в папках, виготовлених з цупкого картону так, щоб гербарні аркуші лежали в них вільно і не стягувалися кіперними стрічками.

Інсерація – це процес розміщення нових гербарних зразків у певному порядку в основну колекцію. Зібрані зразки необхідно відразу ж розкласти по місцях. Розкладання видів рослин за їхніми родами і, відповідно, родинами. Кожного разу нові види повинні додаватися до вже існуючих стосів у межах відповідної родини. Кількість внесених гербарних аркушів і нових видів обов’язково позначається у відповідних списках.

У науковій практиці нові надходження часто оформлюються як окрема колекція. Це може бути зроблено за різними критеріями:

- систематичний критерій. Рослини однієї родини чи роду;
- географічний критерій. Рослини, зібрані з певної заповідної території;
- практичний критерій. Група рослин за їхнім використанням (лікарські, декоративні, барвні, лучні тощо);
- авторський критерій. Авторський або меморіальний гербарій.

Такі тематичні колекційні збори часто зберігають окремо, у картонних коробках визначеної форми.

Гербарні збори мають різний ступінь стійкості до ураження шкідниками. Найбільше зазнають пошкодження рослини родини *Айстрові*, особливо родів *скорзонера*, *волошка*, *скереда*, *кульбаба*, *хондрила*, *будяк*, *осот*, *айстра*. Також шкідники з’являються у гербарії представників родин *Зонтичних*, *Бобових* та *Капустяних*. Значну кількість пошкоджень фіксують у *Лілійних*, *Ірисових*, *Зозулинцевих* та *Жовтецевих*. Найменше шкідники уражають представників

родин *Злакові* та *Осокові*, з яких пошкоджують лише окремі види зі значними запасами крохмалю і цукру. Деякі сліди руйнувань трапляються у зразках родин *Лободові* та *Гвоздичні*. Практично неушкоджуваними є мохи, лишайники, хвощі, плауни, папороті, голонасінні, злаки, осоки та ситники, а також незначною мірою рослини родин *Вербові*, *Букові*, *Березові*.

Суть профілактичних заходів полягає у правильній організації системи зберігання гербарних фондів, що виключає або значно зменшує вірогідність їх ураження і руйнації шкідниками. Для профілактики ураження гербарних колекцій і боротьби з їх шкідниками в літературі пропонується використовувати різноманітні хімічні, механічні й фізичні засоби, проте слід мати на увазі, що багато з них на сьогодні є застарілими і не рекомендовані або заборонені до використання (ДДТ, сірковуглець (CS_2), ціангаз (HCN), сулема, пари формальдегіду тощо), а деякі сполуки, як наприклад, перманганат калію (KMnO_4), який в Україні включений до переліку прекурсорів, стали практично недоступними. Простим і безпечним методом боротьби зі шкідниками і хворобами гербарних колекцій є застосування методу проморожування у морозильних камерах. Головною умовою процесу кріообробки є стала від'ємна температура, яка не піднімається вище -18^0 C . Цей процес безперервний: на полицях камери розміщують стоси гербарних аркушів замотані у поліетиленову плівку, утримують 24 години, потім зразки виймають і закладають інші знову на 24 год. У спеціальному журналі ведеться облік оброблених зразків, кількість і час обробки [59].

Головною умовою запобігання появи цвілевих грибів є суворе дотримання режиму вологості та температури. Основною причиною розвитку цвілі є підвищена вологість. Підтримка відносної вологості повітря нижче критичної гарантовано убезпечує гербарні зразки від пошкодження пліснявою. Навіть за оптимальної для росту грибів температури вони не зможуть розвиватися за низької вологості. У сухому приміщенні, яке добре вентильовується, цвіль не розвивається.

Для запобігання контакту предметів із зовнішніми стінами застосовують ізоляційні прокладки. Колекційні шафи не ставлять впритул до стін. У разі появи цвілі боротьбу проводять у стислі строки з використанням дезінфекційної камери, оскільки гриби можуть спричинити значні пошкодження за короткий час. Гербарні колекції захищають від забруднень і пилу, які можуть бути джерелом цвілевих грибів. До профілактичних заходів, окрім дотримання правильного режиму зберігання, належить також забезпечення герметичності шаф, ящиків тощо. Не допускаються роботи з гербарними зразками без спеціальних рукавичок для запобігання забрудненню та пошкодженню.

Правильна організація роботи з гербарієм дозволяє зберігати рослини протягом тривалого часу, що має виняткове значення для ботанічної науки.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ГЕРБАРІЮ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

3.1. Розробка методики та етапів впровадження гербарію в освітній процес

На основі отриманих даних опитування, бесіди з учителями та учнями, спостереження ми розробили методику, яка запропонує у навчанні використовувати заміни старих гербарних зразків на цифрове збагачення (QR-кодування, посилання на 3D-моделі та бази даних) для компенсації фізичних дефектів зразка. Також запропонувати STEM-проекти та інструкції, які використовують додатки для швидкої польової ідентифікації та автоматичного запису метаданих, мінімізуючи час на рутинну підготовку і мобільні додатки (PlantNet чи iNaturalist), щоб перетворити гербарій з пасивної ілюстрації на активний інструмент дослідницької діяльності.

В межах дослідження нами розроблені педагогічні умови, гібридна методика, етапи впровадження гербарію та завдання.

На нашу думку для успішної реалізації методики необхідно реалізовувати педагогічні умови ефективного використання гербарію у формуванні біологічних понять:

Першою педагогічною умовою є систематизація гербарних зразків відповідно до навчальної програми та вікових можливостей учнів. Гербарій як природний об'єкт є формою натуральної наочності, що дозволяє учням безпосередньо взаємодіяти з рослинними зразками. Це сприяє переходу від емпіричних спостережень до формування узагальнених біологічних понять (наприклад: «листок», «тип жилкування», «життєва форма рослин»).

Другою педагогічною умовою є створення пошуково-дослідницьких ситуацій, у яких учні застосовують знання на практиці. Це забезпечує глибше розуміння сутності біологічних понять через власну діяльність (діяльнісний підхід у навчанні). Залучення школярів до самостійного збирання, сушіння,

визначення та оформлення рослин сприяє розвитку дослідницьких умінь.

Третьою умовою є дотриманням послідовного включення гербарію у лабораторні, практичні, інтерактивні форми занять. Інтеграція гербарію в цілісний процес вивчення біології. Гербарій повинен застосовуватися не епізодично, а як системний елемент навчання, що інтегрується у всі етапи формування поняття: первинне ознайомлення, уточнення та диференціація, узагальнення й систематизація.

Четвертою педагогічною умовою є організація середовища, де учні можуть здійснювати аналіз, синтез, класифікацію, узагальнення на основі роботи з гербарієм. Створення навчального середовища, орієнтованого на розвиток критичного та логічного мислення. Гербарні зразки дозволяють учням порівнювати, аналізувати, виділяти істотні ознаки – тобто застосовувати ключові пізнавальні операції, важливі для формування понять.

П'ятою педагогічною умовою є міжпредметне узгодження змісту, що дозволяє формувати комплексні біологічні поняття на ширшому фундаменті (міжпредметні зразки). Гербарій інтегрується з природознавством, екологією, географією, хімією (пігменти, тканини, біополімери).

Ефективність використання гербарію як засобу формування біологічних понять забезпечується поєднанням сприятливих педагогічних умов (системність, діяльнісний підхід, наочність, дослідницьке середовище) та продуманих методичних підходів (компетентнісний, дослідницький, інтерактивний, структурно-компонентний, цифровий). Таке цілісне поєднання робить гербарій потужним інструментом формування глибоких, науково коректних і стійких біологічних понять у школярів.

Нами виділено *методичні підходи* до використання гербарію у формуванні біологічних понять:

1. Дослідницько-орієнтований підхід. Учитель застосовує гербарій як основу для міні-досліджень: визначення видів за морфологічними ознаками; встановлення екологічних зв'язків; порівняння структур рослин різних таксонів. Цей підхід формує поняття через активне пізнання й самостійні

висновки, що відповідає сучасним принципам STEM-освіти.

2. Компонентно-структурний підхід до формування понять. Під час роботи з гербарієм учитель цілеспрямовано виділяє: істотні ознаки (форма листка, тип суцвіття, жилкування), другорядні ознаки, зв'язки між ознаками. Це сприяє побудові чіткої структурної моделі поняття й узагальненню на науковому рівні.

3. Компетентнісний підхід. Гербарій використовується не лише для передачі знань, а й для: розвитку спостережливості; формування навичок визначення видів; опанування методів польової та лабораторної роботи; виховання екологічної культури. Застосування гербарію забезпечує формування предметних, міжпредметних та ключових компетентностей.

4. Інтерактивний підхід. Гербарні зразки можна включати у групові форми роботи: «мозаїка» (порівняння рослин різних родин); «дерево рішень» (класифікація); «біологічний конструктор» (складання систематичної схеми). Підхід сприяє розвитку комунікативних умінь і поглибленню розуміння понять.

5. Візуалізаційно-цифровий підхід. Поєднання традиційного гербарію з цифровими ресурсами (фотоаналіз, створення онлайн-гербарію, застосування QR-кодів) підсилює наочність і розширює можливості вивчення рослин. Методично це дозволяє формувати поняття у цифровому освітньому середовищі, відповідно до сучасних вимог НУШ.

Метою моделі (рис. 3.1) є підвищення дидактичної ефективності використання гербарію та його актуальності для формування дослідницької та цифрової компетентностей учнів в умовах НУШ.

Ефективне впровадження гібридної моделі потребує системного підходу, тому воно поділяється на три послідовні та взаємопов'язані етапи. Ця трифазна структура гарантує плавний перехід від ревізії існуючого фонду до повної цифрової інтеграції та моніторингу результатів, забезпечуючи практичну реалізованість моделі в умовах загальноосвітньої школи.

Елементи моделі: Фізичний гербарій: автентичні, якісно оформлені зразки місцевої флори. Роль якого сенсорне сприйняття та формування навичок

ідентифікації (відмінність від фото).

✓ Цифровий каталог: база даних (Google Sheets, Access, або спеціалізована платформа) з інформацією про кожен зразок: фото, систематика, дата, місце збору, екологічна роль. Роль якого систематизація, довготривале зберігання інформації, швидкий доступ.

✓ Гібридна етикетка (QR-код): фізична етикетка доповнена QR-кодом, що веде до цифрового каталогу або додаткових матеріалів (відео про рослину, 3D-моделі). Роль: подолання проблеми застарілості даних та підвищення інтерактивності.

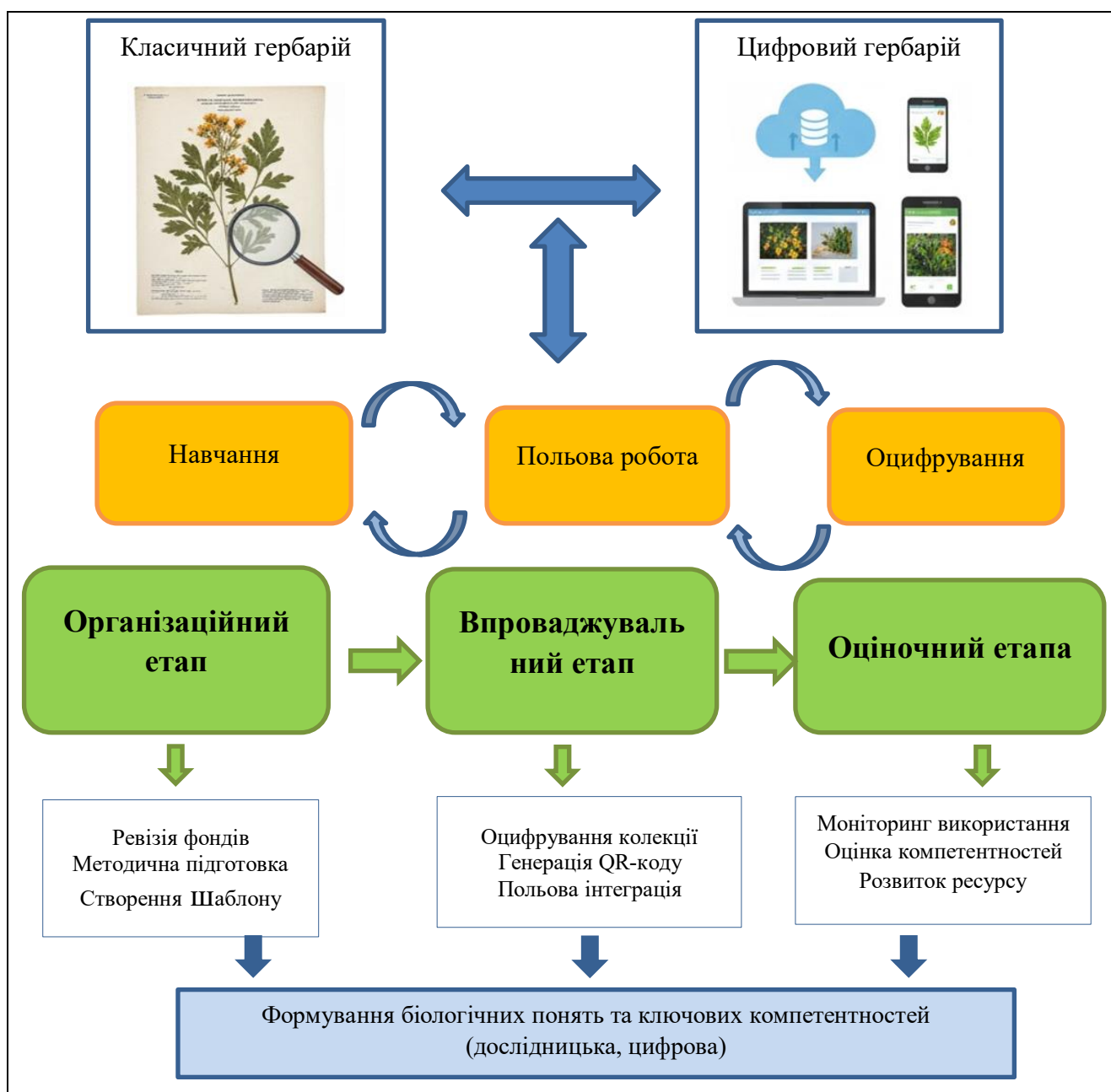


Рис. 3.1. Модель формування біологічних понять та ключових компетентностей з використання гербарію.

✓ Мобільна платформа: використання додатків (PlantNet, iNaturalist) на етапі польових досліджень та збору матеріалу. Роль: формування навичок Citizen Science (громадянської науки) та сучасної польової ідентифікації.

Розроблена модель гібридного шкільного гербарію ґрунтується на ключових педагогічних принципах: діяльнісний підхід (перехід від пасивного споглядання до активного дослідження), регіоналізація (пріоритет місцевої флори) та мультимедійність (поєднання автентичного зразка з цифровими даними), що забезпечує комплексне формування біологічних понять та компетентностей учнів.

Принципи моделі: Принцип активності: перенесення акценту з пасивного споглядання гербарію на активну проєктну діяльність учнів (збір, оцифрування, каталогізація).

✓ Принцип регіональності: надання пріоритету зразкам місцевої флори, що підвищує зв'язок матеріалу з реальним життям учнів.

✓ Принцип мультимедійності: поєднання текстової, візуальної та інтерактивної інформації.

Впровадження моделі доцільно розділити на три етапи, що відповідають різним рівням готовності школи та вчителя.

Етап 1. Ревізія та підготовка (організаційний етап):

1. Ревізія фондів: інвентаризація та оцінка стану існуючого гербарію (за результатами проведеної анкети). Визначення зразків для відновлення та зразків для списання.

2. Методична підготовка: проведення семінару для вчителів біології з основ цифрового каталогізування та використання мобільних додатків. Усунення методичного бар'єру та підвищення цифрової компетентності вчителів.

3. Створення шаблону: створення єдиного стандарту (шаблону) для цифрової етикетки та структури бази даних. Стандартизація оформлення нових та оцифрованих зразків.

Етап 2. Практичне оцифрування та створення гібриду (впроваджувальний етап):

1. Оцифрування колекції: учні (в рамках проектної роботи) фотографують або сканують найкращі зразки та вводять дані з етикеток у цифровий каталог. Сформовано первинну цифрову базу даних гербарію.

2. Генерація QR-кодів: створення унікальних QR-кодів для кожного зразка в каталозі, що містять пряме посилання на його цифровий опис. Створено гібридні зразки (фізичний зразок + інтерактивний QR-код).

3. Польова інтеграція: проведення шкільних експедицій, де учні використовують додатки (PlantNet) для ідентифікації рослин, а потім збирають та оформлюють їх як новий зразок (під контролем вчителя). Забезпечено поповнення гербарію актуальними, якісно оформленими зразками.

Етап 3. Моніторинг та розвиток (оціночний етап):

1. Моніторинг використання: відстеження активності використання цифрового каталогу (наприклад, кількість переходів за QR-кодами, запитів у базі). Кількісне підтвердження підвищення інтересу учнів.

2. Оцінка компетентностей: проведення контрольних робіт на ідентифікацію рослин з використанням гібридного гербарію та порівняння результатів. Якісне підтвердження ефективності моделі.

3. Розвиток ресурсу: інтеграція гібридного гербарію з іншими шкільними ресурсами (наприклад, шкільним веб-сайтом або освітніми платформами). Перетворення гербарію на постійний динамічний ресурс.

3.2. Система завдань для формування біологічних понять з використанням гербарію

Ефективне використання навчального гербарію як автентичного засобу наочності вимагає не просто демонстрації зразків, а розробки цілісної системи

завдань, заснованої на діяльнісному підході. Класична практика часто обмежується репродуктивними завданнями на ілюстрацію, що гальмує формування глибоких біологічних понять (таких як «вид», «ареал», «морфологічна адаптація»).

Пропонована система завдань структурована відповідно до різних рівнів пізнавальної діяльності (від запам'ятовування до аналізу та синтезу) і максимально інтегрує можливості гібридного гербарію. Це дозволяє учням перейти від пасивного споглядання до активного дослідження, використовуючи як фізичні зразки для розвитку сенсорно-перцептивних навичок, так і цифрові інструменти для систематизації та узагальнення наукової інформації.

Ця система завдань забезпечує комплексний підхід до формування біологічних понять, використовуючи гербарій не лише як об'єкт демонстрації, а як інструмент для дослідження та аналізу.

Завдання на репродуктивний рівень (Формування базових понять про морфологію та систематику):

1. Визначте та підпишіть органи рослини, представлені на гербарному зразку. Робота зі гербарним зразком, вивчення будови рослини (поняття «орган рослини (листок, корінь, квітка)»).



2. Знайдіть на етикетці: наукову назву виду, місце збору та дату гербаризації. Аналіз текстової інформації на етикетці (поняття «етикетка гербарію»).



3. Вкажіть, яке слово в бінарній назві *Tilia cordata* L. позначає рід, а яке – вид. Використання QR-коду на систематичну базу даних (поняття «наукова назва (бінарна номенклатура)»).

4. Як називається рослина зображена на гербарному аркушу? Якими речовинами збагачується ґрунт після збирання врожаю цієї рослини? Які рослини Ви б посіяли на полі, де вирощували цю рослину?



5. Розгляньте гербарний аркуш, опишіть рослину за заданим планом: Як називається дана рослина. Які листки по способу прикріплення до стебла:

черешкові чи сидячі? Чи мають листки прилистки? Прості листки чи складні (які?)? Яке жилкування у листків? Яка форма листкових пластинок?

Завдання на формування операційних дослідницьких умінь
(Формування понять про класифікацію, адаптацію та функціональні групи):

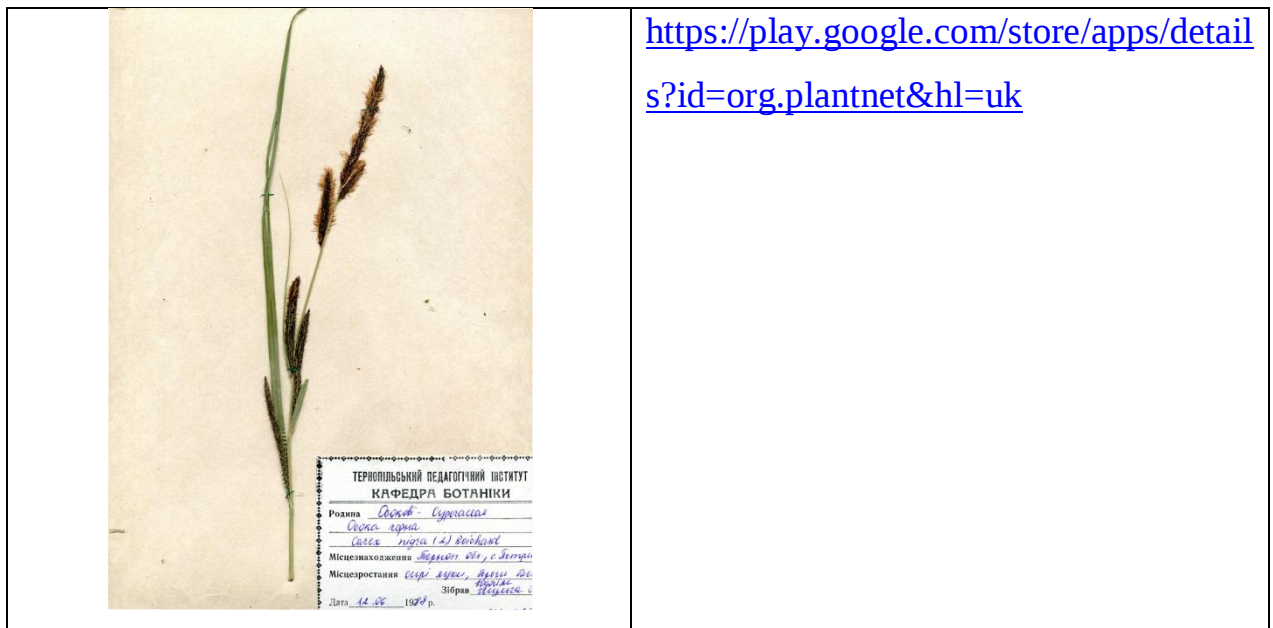
1. Родина Бобові окрім сільськогосподарських культур представлена і декоративними рослинами: жовта акація, пахучий горошок; на півдні – біла акація і гліцинія. Багато рослин цієї родини росте на луках, у чагарниках і гаях (види конюшини, буркуну, чини тощо). І майже всі вони зовні мало схожі або не схожі між собою. За якими ж ознаками такі різноманітні рослини об'єднують в одну родину?

2. Порівняйте листки двох різних гербарних зразків. Зробіть висновок про пристосування до світлового режиму. Зіставлення реальних структур (поняття «морфологічна адаптація (життєва форма)»).



3. Проаналізуйте зразок рослини, зібраної біля водойми (з позначки на етикетці). Обґрунтуйте її належність до певної екологічної групи на основі будови листків і стебла. Зіставлення ознак з умовами зростання (поняття «екологічна група» (Гідрофіт, Мезофіт, Ксерофіт)).

4. Використовуючи мобільний додаток (PlantNet) та гербарний зразок, визначте родину рослини. Назвіть 3 спільні ознаки для рослин цієї родини.



Ідентифікація, розширення поняття «Родина» (поняття «систематична категорія (Родина)).

Завдання на формування тактичного рівня дослідницьких умінь (Формування дослідницької компетентності та складних екосистемних понять).

1. Порівняйте гербарні зразки одного виду, зібрані у різні роки (за даними етикетки). Зробіть висновок про зміщення термінів цвітіння та його можливий зв'язок зі зміною клімату. Аналіз дат збору (фенологічні дані) (поняття «фенологічний моніторинг»).

2. Створіть цифровий звіт про 10 видів рослин, представлених у шкільному гербарії, які були зібрані у межах Вашого району. Оцініть їхню рідкість (за додатковими джерелами). Синтез: учні використовують гербарій для формування власного міні-атласу (проектна робота) (поняття «біорізноманіття локації»).

3. Оцініть якість оформлення та повноту інформації на 5 випадкових зразках гербарію. Запропонуйте шляхи їхнього вдосконалення з використанням гібридних технологій (QR-кодів). Критичний аналіз існуючої колекції та застосування знань про стандарти гербаризації і вимоги до якості.

4. Загербаризуйте корені рослин: люпин, горох, суниця, ряска. Поясніть особливості кореневої системи.

Завдання на міжпредметну інтеграцію та проєктування (Формування навичок моделювання, цифрової грамотності та критичного мислення при роботі з біологічним матеріалом).

1. На основі даних про місце збору (з етикетки) 10 зразків одного виду, створіть карту поширення цього виду в межах області (міста), використовуючи Google Maps або спеціалізовані GIS-сервіси. Використання географічних метаданих для формування просторового поняття (поняття «географічне поширення» (ареал)).

2. Використовуючи наукову назву гербарного зразка, перевірте його статус у Червоній книзі (через офіційний веб-сайт). Створіть презентацію про необхідність охорони цієї рослини. Швидкий перехід до актуальних баз даних для формування поняття «охорона природи» «Охоронний статус та Червона книга».

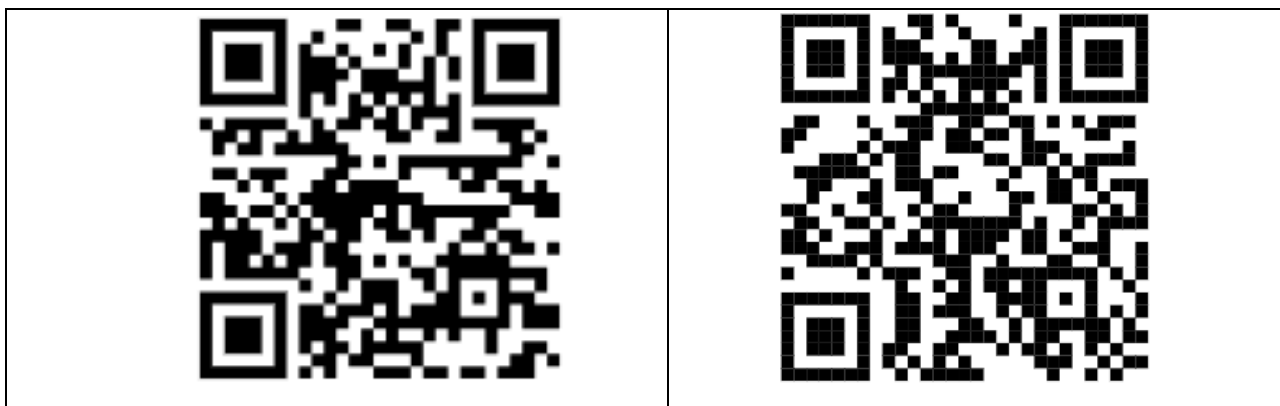
3. Оберіть гербарний зразок лікарської рослини. Знайдіть у додаткових джерелах інформацію про її активні речовини та механізм їхньої дії. Сформулюйте рекомендації щодо збору та використання, зв'язок між морфологічними ознаками (фізичний зразок) та хімічними (практичними) властивостями (поняття «лікарські рослини» та «фітотерапія»).

4. Порівняйте морфологічні ознаки (будову квітки, плоду) рослин, які належать до одного порядку, але різних родин (наприклад, Розові та Бобові). Складіть схему спорідненості, обґрунтувавши еволюційні зміни. Використання гербарію як основи для філогенетичних досліджень та формування складного поняття «еволюційний зв'язок».

5. Змонтуйте гербарні аркуші, які ілюструють наступні теми: Будова листка. Типи листорозміщення. Форми простих листків з нерозчленованою листовою пластинкою. Форми простих листків з розчленованою листовою пластинкою. Форми краю листової пластинки. Форми складних листків. Типи жилкування листків.

6. Використовуючи цифровий каталог (через QR-код) та онлайн-карти (наприклад, Google Maps), нанесіть на контурну карту місця збору 10 зразків

одного виду. Зробіть висновок про основний ареал його поширення. Формування біолого–географічних понять «ареал», «екологічна ніша», «природна зона», «фенологія».



7. Проаналізуйте дати цвітіння (або плодоношення) одного виду за 20 років (за даними етикеток). Порівняйте ці дані з архівними метеоданими регіону. Зробіть припущення про вплив зміни клімату на терміни вегетації. Формування біолого–географічних понять «фенологія», «зміна клімату», «ареал виду», «географічне поширення».

8. Проаналізуйте зовнішні ознаки дефіциту на гербарному зразку. Використовуючи довідники з фізіології рослин, визначте, якого саме хімічного елемента, ймовірно, не вистачало рослині. Обґрунтуйте свою відповідь. Формування біолого-хімічного поняття «мінеральне живлення», «фотосинтез», «активні речовини (алкалоїди, глікозиди)».

9. За допомогою QR–коду перейдіть до додаткового джерела інформації про рослину. Дізнайтеся, які органічні сполуки (алкалоїди, ефірні олії) вона містить та яка їхня хімічна формула (за можливості). Поясніть їхнє біологічне значення для самої рослини. Біолого-хімічне поняття, що формується «мінеральне живлення», «хімічний елемент (азот, калій)».

10. Дослідіть ім'я вченого, який зібрав цей зразок. Знайдіть інформацію про його діяльність. Порівняйте стару назву рослини (якщо вона змінилася) із сучасною (за IPNI або GBIF) і поясніть, чому відбулася зміна класифікації. Поняття, що формується біолого–історичне «історія науки», «класифікація».

11. З'ясуйте за історичними довідниками або цифровими ресурсами,

коли і як цей вид був завезений на територію України. Опишіть його біологічні переваги, які дозволили йому витіснити місцеві види (екологічний та історичний аспект). Зразок інвазійного виду (наприклад, амброзія чи борщівник). Поняття, що формується біолого-історичне «антропогенний вплив», «інвазія».

12. З'ясуйте за історичними довідниками або цифровими ресурсами, коли і як цей вид був завезений на територію України. Опишіть його біологічні переваги, які дозволили йому витіснити місцеві види (екологічний та історичний аспект). Зразок рослини, яка тепер вважається рідкісною або регіонально зниклою. Поняття, що формується біолого-історичне «охорона природи», «вразливий вид».

13. На основі етикетки (дати збору) та сучасних даних, доведіть, що раніше цей вид був поширений. Обговоріть, які історичні або господарські чинники (наприклад, меліорація, інтенсивне сільське господарство) призвели до його зникнення.

Рефлексія є ключовим завершальним етапом будь-якого уроку, семінару чи етапу проєкту, особливо в контексті Нової української школи (НУШ) та формування критичного мислення. Для нашої магістерської роботи, де акцент зроблено на формуванні біологічних понять за допомогою гербарію та цифрових технологій, завдання для рефлексії мають оцінювати не лише знання, а й процес діяльності та застосування нових навичок.

Завдання на рефлексію:

1. Сформулюйте власне визначення поняття «життєва форма» (або «морфологічна адаптація») на основі порівняння двох гербарних зразків.
2. Вкажіть, яке одне поняття (наприклад, «рід» чи «вид») Ви не змогли сформулювати чи ідентифікувати, працюючи з етикеткою, і чому.
3. Опишіть, якій екологічній групі (наприклад, гідрофіти чи ксерофіти) належить рослина з Вашого гербарного зразка, і назвіть дві ознаки її пристосування, що Ви бачите на зразку.

4. Назвіть дві речі, які вийшли у Вас найкраще під час роботи з гібридним гербарієм (наприклад, швидка ідентифікація через PlantNet або якісне оформлення зразка).

5. Сформулюйте одне побажання щодо покращення процесу (наприклад, «потрібно краще освітлення для фотографування зразків для каталогу»).

6. Що було найкориснішим для формування Ваших понять: фізичний зразок, цифровий каталог (QR-код) чи мобільний додаток-ідентифікатор? Обґрунтуйте.

7. Порівняйте: що вимагало більше часу – оформлення гербарної етикетки чи введення даних у цифровий каталог? Як можна оптимізувати цей процес?

8. Завершіть речення трьома думками про те, як Ваша робота з гербарієм змінила Ваше уявлення про біорізноманіття.

9. Чи відчули Ви себе учасником Citizen Science (громадянської науки) під час роботи з мобільними додатками? Як Ви плануєте використовувати ці навички за межами шкільного кабінету?

10. Назвіть одну професію (окрім вчителя біології), де, на Вашу думку, навички роботи з гербарієм (фізичним чи цифровим) є критично важливими.

Ці завдання дозволяють учням не лише повторити матеріал, а й усвідомити процедурні та ціннісні аспекти роботи з біологічною інформацією, що є необхідним для формування ключових компетентностей.

Вся система завдань (Рівні 1–4) дозволяє використовувати гербарій не як «ілюстрацію», а як інструмент багаторівневого пізнання, що покриває всі етапи від простого визначення до складного проєктного моделювання біологічних процесів та явищ. Нами проаналізовано календарно-тематичне планування з біології і запропоновано перелік тем на яких можна використовувати гербарій (Додаток Г). Також наведено приклад конспекту уроку (Додаток Д).

3.3. Приклади проектів і мобільних додатків для формування комплексних біологічних понять з використанням гербарію

У сучасній біології відбувається перехід від використання гербарію як пасивного ілюстративного матеріалу до його активного застосування як первинного джерела даних для дослідницької діяльності. Ця трансформація неможлива без інтеграції мобільних додатків (Додаток Б), які виступають мостом між традиційним натуральним об'єктом та світом цифрової інформації.

Використання мобільних інструментів дозволяє реалізувати концепцію «Гібридного Гербарію», де фізичний зразок збагачується динамічними, верифікованими даними, отриманими за допомогою штучного інтелекту (ШІ) та геолокаційних сервісів.

Традиційна ідентифікація за допомогою паперових визначників часто є складною і повільною, що може знижувати мотивацію учнів. Мобільні додатки (такі як PlantNet або Flora Incognita) пропонують миттєву, проте аргументовану ідентифікацію, що виконує кілька критичних дидактичних функцій. Завдяки швидкому визначенню виду, учень не витрачає надмірний час на пошук назви, а одразу переходить до аналізу істотних морфологічних ознак, які привели ШІ до такого висновку. Це прискорює та оптимізує формування систематичних понять (рід, родина). Додатки як iNaturalist, дозволяють перевірити правильність визначення не лише вчителю, але й усій спільноті користувачів. Це прищеплює учням навички наукової транспарентності (прозорості даних) та роботи з рецензованими даними. Порівнюючи свій гербарний зразок із сотнями фотографій того ж виду в базі додатку, учні наочно бачать, як рослина може змінювати форму листка чи розмір квітки залежно від умов зростання (фенотипічна пластичність), що є важливим екологічним поняттям.

Сучасна гербарна етикетка вимагає не лише біологічних, а й географічних та екологічних метаданих. Мобільні технології забезпечують цю цифрову трасування зразка:

➤ Точне формування екологічних понять. Додатки автоматично фіксують GPS–координати, висоту над рівнем моря та точний час збору. Ці дані є основою для формування екологічних понять про ареал, пояснюють причини поширення виду та дозволяють інтегрувати біологію з географією.

➤ Створення інтерактивних посилань (QR–коди). На гербарну етикетку наноситься QR–код, який пов’язує фізичний зразок із цифровим контентом: 3D–моделями будови квітки (якщо зразок пошкоджений), відеоматеріалами про життєвий цикл рослини, посиланнями на наукові статті чи реєстри Червоної книги. Це перетворює плоский зразок на портал до знань, забезпечуючи поглиблене вивчення рослини.

Мобільні інструменти є необхідною технологічною ланкою у реалізації STEM–проектів (Додаток В) із гербарієм:

➤ Моніторинг і картографування. Додатки (наприклад, Google Maps або ArcGIS Collector) використовуються для нанесення точок збору на карту. Учні можуть створювати власні цифрові карти поширення певних видів, формуючи навички просторового аналізу (математичний компонент).

➤ Кількісний аналіз. Зібрані через додатки дані (наприклад, щільність спостережень у певному районі) можуть бути експортовані для подальшої статистичної обробки, графічного представлення та розрахунку індексів біорізноманіття, що безпосередньо залучає математичні поняття.

Таким чином, використання мобільних додатків переводить роботу з гербарієм з рівня простої ілюстрації на рівень інструментарію для гібридного дослідницького навчання, де ключові біологічні поняття формуються шляхом інтеграції чуттєвого досвіду, III–аналізу та геопросторових даних.

3.4. Методичні рекомендації щодо побудови уроків біології з використанням гербарію

Рекомендації, подані в цьому розділі, спрямовані на обґрунтування методики побудови уроків ботаніки з використанням гербарію та визначення

найефективніших педагогічних прийомів, здатних забезпечити формування біологічних понять у здобувачів освіти.

Урок з використанням гербарію доцільно будувати за такою структурою:

1. Мотивація навчальної діяльності. Використання гербарного зразка як «вхідного» елементу створює проблемну ситуацію та викликає пізнавальну зацікавленість.
2. Актуалізація опорних знань. Учні згадують попередньо вивчені поняття, необхідні для подальшої роботи з матеріалом.
3. Пояснення нового матеріалу з опорою на гербарій. Теоретичні положення супроводжуються демонстрацією гербарних екземплярів.
4. Практична діяльність. Учні працюють із гербарієм індивідуально або в групах: визначають рослини, описують морфологічні ознаки, класифікують, проводять порівняння.
5. Узагальнення та систематизація знань. Створюються таблиці, схеми, алгоритми визначення видів.
6. Рефлексія та оцінювання. Учні аналізують власні результати, здійснюють самооцінку та взаємооцінювання.

Гербарій доцільно використовувати на різних етапах уроку. Наприклад, використання гербарію на етапі мотивації демонстрація незвичайного або «типового» зразка рослини; постановка проблемного запитання: *«За якими ознаками можна розпізнати рослину? Чи можна визначити її родину за листком?»*. Чи використання гербарію під час формування нових знань: показ морфологічних ознак органів рослини; зіставлення рослин однієї та різних родин; акцентування уваги учнів на істотних ознаках (форма, жилкування, край листка, тип суцвіття, будова плоду).

На практичній частині уроку можна використовувати різні види завдань: опис («Охарактеризуйте морфологічні ознаки листка»), порівняння («Порівняйте листки берези та осики»), класифікація («Розподіліть рослини за типом жилкування»), визначення видів (робота з флористичними ключами), міні-дослідження («Виявлення адаптацій рослин до умов середовища»).

Основні методичні прийоми при роботі з гербарієм: зіставлення рослинних органів за формою, розміром та морфологічними характеристиками сприяє розвитку вміння виділяти суттєві ознаки. Учні групують рослини за певними критеріями: родиною, типом листка, характером габітусу, формою кореневої системи тощо. Створюють морфологічні карти, таблиці ознак, алгоритми визначення видів (ключів). Участь у дослідницькій діяльності: власне збирання гербарію, картування місцезростань, фото фіксація, створення цифрових гербаріїв тощо.

Приклади практичних і лабораторних робіт із використанням гербарію: «Дослідження морфологічної будови листка», «Визначення типів жилкування листків», «Порівняння пагонів рослин різних родин», «Визначення рослин за морфологічними ознаками», «Аналіз типів суцвіть», «Визначення типів плодів за гербарними зразками», «Дослідження екологічних пристосувань рослин».

Важливим етапом є позаурочна діяльність як засіб поглиблення навчання. Тут можна використати проєкт «Гербарій рослин рідного краю», участь у шкільних гуртках природничого спрямування, створення колекції рослинних зразків за темою «Екологічні групи рослин», дослідницькі екскурсії, участь у конкурсах природничо-наукового профілю.

При цьому важливо дотримуватися санітарно-гігієнічних та етичних вимог:

1. Заборонено збирати рідкісні, зникаючі та червонокнижні види.
2. Не рекомендується використовувати рослини, що можуть спричинити алергічні реакції.
3. Усі гербарні зразки мають бути висушені та правильно оформлені.
4. Етикетка повинна містити: назву рослини українською та латинською мовами; дату і місце збору; прізвище того, хто зібрав зразок.

При оцінюванні завдань важливо дотримуватися критеріїв оцінювання діяльності учнів: точність визначення рослин, повнота і коректність морфологічного опису, вміння працювати з визначниками; здатність до

порівняння, аналізу, узагальнення; якість оформлення власних гербарних зразків; участь у проєктній діяльності.

Отже, використання гербарію на уроках ботаніки є ефективним засобом формування біологічних понять, розвитку практичних умінь та дослідницьких компетентностей. Гербарій не лише підсилює наочність і сприяє кращому засвоєнню інформації, але й забезпечує ґрунт для формування логічного, критичного та екологічного мислення учнів.

Методично обґрунтована робота з гербарієм дозволяє реалізувати компетентнісний підхід, забезпечити інтеграцію знань і створює умови для формування в учнів цілісного розуміння рослинного світу як важливої складової біосфери.

ВИСНОВКИ

Проведене магістерське дослідження, присвячене теоретичному обґрунтуванню та розробці методики використання гербарію як засобу формування біологічних понять в освітньому процесі загальноосвітньої школи, дозволило досягти поставленої мети та успішно виконати визначені завдання.

1. Аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури підтвердив, що гербарій є незамінним засобом натуральної наочності, необхідним для реалізації діяльнісного підходу та поетапного формування біологічних понять. Робота з автентичними зразками забезпечує чуттєво-конкретне сприйняття та матеріальну форму дії (початкові етапи формування поняття), що є критично важливим для засвоєння морфологічних, систематичних та екологічних концепцій. Визначено, що дидактичний потенціал гербарію полягає у його здатності виступати не лише як ілюстрація, а як інструмент дослідження, класифікації та встановлення фенологічних і географічних зв'язків.

2. Результати проведеного анкетування вчителів біології засвідчили критичний розрив між теоретичною цінністю гербарію та його практичним використанням. Виявлено, що більшість гербарних фондів у закладах освіти перебуває у незадовільному стані, що обмежує їх використання. Майже 89% вчителів використовують фізичні зразки лише епізодично або не використовують їх зовсім. Основними перешкодами визначено нестачу часу на підготовку (77,8%), складнощі зі зберіганням (55,6%) та відсутність методичної підтримки (33,3%).

3. Емпіричні дані підтвердили необхідність розробки саме гібридного підходу, оскільки 77,8% респондентів вважають, що мобільні додатки повинні доповнювати, а не повністю замінювати фізичний гербарій. Це стало основою для теоретичного обґрунтування методики інтеграції роботи з гербарієм в освітній процес шляхом поєднання традиційного зразка з можливостями цифрових технологій.

4. Розроблена методика інтеграції роботи з гербарієм є інноваційною, оскільки пропонує конкретні рішення для подолання виявлених проблем. Використання мобільних додатків (PlantNet, iNaturalist) та QR-кодів мінімізує час вчителя на підготовку. Цифрові інструменти дозволяють збагатити старі фізичні зразки актуальною, сучасною інформацією (екологічний статус, 3D-моделі).

5. Методика реалізована через розробку STEM-проектів («Цифровий гербарій із використанням штучного інтелекту», «Рослинний паспорт: QR-код на етикетці»), що забезпечує глибоке засвоєння біологічних понять через особистісний дослідницький досвід учнів та сприяє формуванню ключових компетентностей НУШ.

6. Дослідженням доведено, що гербарій, модернізований через інтеграцію цифрових технологій, трансформується з пасивної ілюстрації на ефективний, багатофункціональний інструмент формування біологічних понять та екологічної свідомості учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрієнко Т.Л., Попович С.Ю., Парчук Г.В. та ін. Програма Літопису природи для заповідників та національних природних парків: метод. К.: Академперіодика, 2002. 103 с.
2. Балан П., Козленко О., Остапченко Л., Кулініч О., Юрченко Л. Біологія: підручник за 7–го кл. Київ: Генеза, 2024. 304 с.
3. Барбарич А. І. Бессер (До 175–річчя з дня народження). *Український ботанічний журнал*, №17(4). С. 85–88.
4. Барбарич А.І., Харкевич С.С. Як виготовити гербарій. К.: Радянська школа, 1958. 66 с.
5. Барна М. М., Москалюк Н. В. Гербарій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: становлення, сьогодення та перспективи. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія* / голов. ред. М. М. Барна. 2012. № 1. С. 5–15.
6. Барна Л. С. Кременецький ботанічний сад – наукова та навчальна база освітніх закладів Волино-Поділля. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія*. 2008. № 35(1). С. 3–10.
7. Барна М. М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії. Тернопіль: Тернограф. 2021. 360 с.
8. Барна М. М., Москалюк Н. В. Науковий гербарій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. В кн.: Гербарії України. Index Herbariorum Ucrainicum. Редактор–укладач Н.М. Шиян. Київ: Альтерпрес, 2011. С. 266–269.
9. Барна М., Зелінка С., Шанайда Н. Гербарій кафедри ботаніки Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Освітнянські музеї як осередки національного відродження. Тернопіль, 2000. С. 41–44. Біологія. URL: https://ru.osvita.ua/school/lessons_summary/biology/ (дата

звернення: 10.10.2025).

10. Біологія — конспекти уроків. URL: <https://subject.com.ua/lesson/biology/> (дата звернення: 1.11.2025).

11. Біологія : Підручник для 6 класу загальноосвітніх навчальних закладів / Костіков І. Ю. та ін. Київ : Видавничий дім «Освіта», 2014. 300 с.

12. Бобкова І. А., Варлахова Л. В. Ботаніка : підручник. Київ : ВСВ «Медицина», 2015. 304 с.

13. Бойко М.Ф. Чеклист мохоподібних України. Херсон,: Айлант, 2008. 232 с.

14. Гербарії України. К.: Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 1995. 126 с.

15. Голуб Н. Підходи до навчання української мови в основній школі. URL: http://lib.iitta.gov.ua/9509/1/%D0%93%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%B1%20_3_.pdf (дата звернення: 10.10.2025).

16. Горобець Л. Н., Кокар Н. В., Кравець І. В., Жирська Г. Я. Біологія: Підручник за 7 клас Тернопіль: Астон 2024. 371 с.

17. Діяльність як психологічна проблема. Основні види діяльності. URL: <https://studfile.net/preview/15411255/page:13/> (дата звернення: 17.11.2018).

18. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF> (дата звернення: 10.09.2025).

19. Дослідницька робота школярів у біології: навчально-методичний посібник / [за заг. ред. С. М. Панченка, Л. В. Тихенко]. Суми: ВТД Електронні бази даних та довідковий матеріал з гербарної справи. URL: <http://herba.msu.ru/school/sch-ru.htm> (дата звернення: 10.09.2025).

20. Дячук П. В., Перфільєва Л. П. Ботаніка : підручник. Умань : ФОП Жовтий О. О. 2015. 206 с.

21. Електронний сайт Національного гербарію України (Київ). URL: http://herbarium.org.ua/uk/herb_1show.php?id=46 (дата звернення: 10.10.2025).
22. Забуранна Л. Г. Конспект уроки з теми «Мінеральне та повітряне живлення рослин». URL: <http://bit.do/eAMaa> (дата звернення: 10.10.2018) (дата звернення: 10.10.2025).
23. Загальна методика навчання біології : навч. посібник / [І. В. Мороз, А. В. Степанюк та ін.]; за ред. І. В. Мороза. К. : Либідь, 2006. 592 с.
24. Задорожний К., Ягенська Г., Павленко О., Додь В. Біологія: Підручник за 7 клас / Київ: Видавничий дім «Освіта». 2024. 272 с.
25. Закон України «Про музеї та музейну справу» *Урядовий кур'єр*. 1995. 17 серпня.
26. Кагало О.О. Гербарії України: проблеми сучасного стану, перспектив розвитку і наукового використання. *Вісник Луганського державного педагогічного університету ім. Тараса Шевченка*. 2003. № 11 (67). С. 114–117.
27. Кілючицький П. Я. Методика викладання біології : курс лекцій для студентів біологічного факультету К. : Фітосоціоцентр, 2005. 104 с.
28. Климишин О. С. Основи природничої музеології. LAP Lambert Academic Publishing. 2017. 177 с.
29. Климишин О. С. Система зберігання гербарних фондів. *Наукові записки Держ. природозн. музею НАН України*. Львів. Вип. 28. 2012. С. 11–24.
30. Климишин О. С. Умови збереження природничих музейних колекцій: методичні рекомендації. Львів, 1998. 18 с.
31. Козак І. В., Міхеєва Г. М. Сучасні підходи до виготовлення і використання гербаріїв. *Біологічні слідження – 2014: збірник наукових праць V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів*. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. С. 515–517.
32. Коменський Я. А. Велика дидактика. Київ : Радянська школа, 1955. 428 с.

33. Конвенція про біологічне різноманіття (Ріо-де-Жанейро, 1992). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030#Text (дата звернення: 21.10.2025).
34. Кононенко Л. М. Діяльнісний підхід до формування в учнів школи основних біологічних понять про рівні організації живої природи. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/4650/1/Kononenko.pdf> (дата звернення: 23.09.2025).
35. Конспект уроку з біології для 6-го класу з теми «Фотосинтез». URL: <https://naurok.com.ua/konspekt-uroku-z-biologi-dlya-6-go-klasu-na-temu-fotosintez-15139.html> (дата звернення: 10.10.2025).
36. Концепція «Нова українська школа». Інформаційний збірник МОН України. 2016. URL: <http://mon.gov.ua>. (дата звернення: 10.10.2025).
37. Костюк І. В. Живлення (мінеральне, повітряне) рослин. URL: <https://vseosvita.ua/library/konspekt-uroku-zivlenna-mineralne-povitrane-roslin-6369.html> (дата звернення: 10.07.2025).
38. Криворотова О. В. Покритонасінні (квіткові) рослини. Дводольні та однодольні Покритонасінні. *Науково-методичний журнал «Біологія»*. 2016. № 27 (507) вересень. С. 20–31.
39. Леонтьєв О. М. Діяльність. Свідомість. Особистість. Київ : Знання, 1978. 285 с.
40. Матвєєв М. Д. В. А. Колодій, В. І. Соболев Методика навчання біології: навч. посіб. Кам'янець-Подільський : Медобори-2006, 2011. 287 с.
41. Методика викладання біології : навчально-польовий практикум / за ред. М. В. Гриньової. Полтава : АСМІ, 2003. 188 с.
42. Мороз І. В. Дидактичні основи формування біологічних понять. Київ : Вища школа, 1982. 168 с.
43. Москалюк Н. В. Гербарій кафедри ботаніки та його значення у підготовці магістрів біології. матеріали XIII з'їзду Українського ботанічного товариства. Львів: Інститут екології Карпат, 2011. с. 477.

44. Москалюк Н. В. Гербарій кафедри ботаніки – основа в системі професійного навчання студентів спеціалізації «Ландшафтний дизайн» II Міжнародний конгрес «Етнодизайн: європейський вектор розвитку і національний контекст» Кн.3: зб. наук. праць / . I відп. Ред.– редкол.: гол. Ред.. М.І.Степаненко, упоряд Є.А.Антонович, В.П.Титаренко та ін. Полтава: ПНПУ імені В.Г. Короленка, 2015. С. 176.

45. Москалюк Н. В. Електронна база даних гербарію кафедри ботаніки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. В кн.: *Дослідження флори і фауни Західного Поділля*: матер. регіональної науково-практичної конференції, присвяченої 10-річчю створення Голицького біостаціонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка. Тернопіль: ТНПУ ім. Володимира Гнатюка. 2008. С. 13–16.

46. Москалюк Н. В. Навчальна лабораторія морфології та систематики рослин – гербарій: створення та використання у процесі підготовки фахівців з біології. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія* / голов. ред. М. М. Барна. 2015. № 1. С. 34–39.

47. Накази МОН України. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/normativno-pravove-zabezpechennya/nakazi-monukrayini/> (дата звернення: 21.08.2025).

48. Національний гербарій України KW. URL: [//www.botany.kiev.ua/gerbary.htm](http://www.botany.kiev.ua/gerbary.htm) дата звернення: 21.08.2025).

49. Освітня програма Нової української школи (НУШ). URL: <https://lnk.ua/q462E6D4J> (дата звернення: 21.08.2025).

50. Проектуємо урок разом. *Педагогічна академія Пані Софії*. Харків : Видавнича група «Основа», 2006. 78 с.

51. Прохорова Н. А., Якубенко Н. В. Гербарна справа. Київ : Фітосоціоцентр, 2005. 132 с.

52. Пугач М. І., Ситник К. М. Методика навчання біології в закладах загальної середньої освіти. Київ : Слово, 2017. 320 с.

53. Рослина живий організм. Органи рослин : розробка уроку. URL: <https://naurok.com.ua/urok-roslina-zhiviy-organizm-organi-roslin-27272.html> (дата звернення: 22.10.2025).

54. Сичак Н.М. Організаційні засади створення регіональних і локальних гербаріїв. *Вісник Луганського державного педагогічного університету ім. Тараса Шевченка*. 2003. № 11 (67). С. 118–121.

55. Теодозів В., Москалюк Н., Яворівський Р. Гербарій як ефективний інструмент формування екологічної свідомості та особистісних якостей учнів. *Litteris et Artibus: Нові горизонти* : збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції. Випуск IX / за заг. ред. О. В. Тригуби. Кременець : ВЦ КОГПА ім. Тараса Шевченка, 2025. С. 178–181

56. Усі уроки біології. URL: <https://www.schoollife.org.ua/usi-uroky-biologii/> (дата звернення: 10.10.2025).

57. Ушинський К. Д. Вибрані педагогічні твори : в 2 т. Т. 1. Київ : Радянська школа, 1983. 464 с.

58. Фотосинтез як характерна особливість рослин. Урок біології для 6 класу. URL: http://tatianaborisova.blogspot.com/2015/01/7_20.html (дата звернення: 10.10.2025).

59. Чопик В.І., М'якушко Т.Я., Соломаха Т.Д. Гербарій. Історія, створення та функціонування. К.: Фітосоціоцентр, 1999. 130 с.

60. Шиян Н.М. Локальні гербарії та інвентаризація флори раритетних територій. *Збереження та відтворення біорізноманіття природно-заповідних територій*. Мат. міжнародної наук.-практик. конф., присвяченої 10-річчю Рівненського природного заповідника (м. Сарни, 11–13 червня 2009 р.) / Ред. кол. Будз М.Д. та ін. Рівне, ВАТ «Рівненська друкарня», 2009. С. 320–324.

61. Шулдик В. І. Практикум з теорії та методики біології (за кредитно-трансферною системою навчання) : навч.-метод. посібник (вид. 2-е, змін. й доповн.). Умань : ПП Жовтий, 2011. 190 с.

62. Яворівський Р. Л., Москалюк Н. В., Теодозів В. М. Гербарій ТНПУ: від заснування до сьогодення (до 85-річчя університету і хіміко-біологічного

факультету. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2025* : матер. міжнар. наук.–практ. конф., присвяченої 85-річчю хіміко–біологічного факультету ТНПУ (Тернопіль, 1–2 травня 2025). Тернопіль : Вектор, 2025. С. 321–326.

63. Mosyakin S.L., M.M. Fedoronchuk Vascular plants of Ukraine a nomenclatural checklist *M.G. Kholodny Institute of Botany*. Kiev, 1999. 234 p.

64. Pyke G.H., Ehrlich P.R. Biological collections and ecological /environmental research: a review, some observations and a look to the future. *Biological Reviews*. 2010. № 2 (85). P. 247–266.

ДОДАТКИ

Додаток А

Анкета для вчителів

Шановні колеги, прочитайте уважно запитання і дайте на них відповідь. Це не випробування, а спроба з Вами порадитися, дізнатись Вашу думку щодо проблеми використання гербарію.

Мета: Виявити сучасний стан, частоту, форми та основні проблеми використання гербарію в освітньому процесі.

I. Загальна Інформація

1. Стаж педагогічної діяльності:

- ☐ До 5 років
- ☐ 5–15 років
- ☐ Більше 15 років

2. Тип навчального закладу:

- ☐ Міська загальноосвітня школа
- ☐ Сільська загальноосвітня школа
- ☐ Ліцей/Гімназія (з поглибленим вивченням біології)

3. Чи проходили Ви курси підвищення кваліфікації або семінари, присвячені сучасним методикам гербаризації/цифровому гербарію, протягом останніх 5 років?

- ☐ Так
- ☐ Ні

II. Наявність та Стан Гербарію

4. Чи є у Вашому закладі є навчальний гербарій?

- ☐ Так, активно використовується
- ☐ Так, але рідко використовується
- ☐ Так, але він застарілий/пошкоджений
- ☐ Ні, відсутній

5. Оцініть, будь ласка, стан навчального гербарію Вашого закладу (за 5–бальною шкалою, де 5 – ідеальний стан):

- ☐ 1 (Дуже поганий)
- ☐ 2 (Поганий)
- ☐ 3 (Нормальний)
- ☐ 4 (Хороший)
- ☐ 5 (Відмінний)

6. Яка частка гербарних зразків, на Вашу думку, потребує оновлення або заміни?

- ☐ До 25%
- ☐ 25% – 50%
- ☐ Понад 50%

III. Практика використання та методичні аспекти

7. Як часто Ви використовуєте гербарій (фізичні зразки) на уроках ботаніки (6 клас)?

- ☐ Регулярно (1–2 рази на місяць)
- ☐ Періодично (кілька разів на семестр)
- ☐ Рідко (лише для демонстрації окремих тем)
- ☐ Ніколи не використовую

8. З якою метою Ви найчастіше використовуєте гербарій? (Оберіть не більше трьох)

- ☐ Демонстрація видового різноманіття
- ☐ Навчання навичкам ідентифікації рослин
- ☐ Самостійна робота учнів з вивчення будови органу
- ☐ Контроль знань (наприклад, визначення рослини)
- ☐ Для розвитку навичок оформлення колекцій
- ☐ Інше (вказіть): _____

9. Чи залучаєте Ви учнів до створення нових гербарних зразків?

- ☐ Так, це обов'язкове домашнє завдання
- ☐ Так, як факультативний або проєктний елемент
- ☐ Ні, зразки готує вчитель

IV. Проблеми та цифрова інтеграція

10. Які основні проблеми перешкоджають активному використанню гербарію? (Оберіть не більше трьох)

- ☐ Недостатність часу на підготовку та збирання зразків.
- ☐ Поганий стан існуючого гербарію.
- ☐ Складнощі у зберіганні (шкідники, брак місця).
- ☐ Неактуальність (вважаю, що сучасні засоби кращі).
- ☐ Відсутність методичної підтримки (як ефективно використовувати).

11. Чи використовуєте Ви цифрові аналоги гербарію або мобільні додатки–ідентифікатори на уроках?

- ☐ Так, регулярно (як основний засіб)
- ☐ Періодично (як допоміжний матеріал)
- ☐ Ніколи не використовую

12. На Вашу думку, чи може використання мобільних додатків повністю замінити роботу учнів з фізичним гербарним зразком?

- ☐ Так, може замінити
- ☐ Скоріше так, ніж ні
- ☐ Скоріше ні, ніж так (потрібне поєднання)
- ☐ Ні, не може замінити

Додаток Б

Мобільні додатки для визначення рослин та роботи з гербарієм

Ці додатки є не лише інструментами ідентифікації, але й механізмами верифікації біологічних понять, що підвищує достовірність даних на гербарній етикетці.

№	Додаток	Функція	Значення
1.	PlantNet	Громадянська наука, точне визначення рослин ідентифікатором, що базується на великій науковій базі даних.	Наукова верифікація. Додаток, що має найбільше наукове підґрунтя. Учні можуть перевірити своє ручне визначення. Ідеально підходить для фіксації виду (формування систематичних понять).
2.	PictureThis	Швидке та високоточне визначення рослин і хвороб на основі зображення.	Миттєве сприйняття. Дуже зручний та швидкий для початкового етапу збору та формування первинних понять про вид. Містить багато додаткової інформації (ареал, токсичність).
3.	Google Lens	Універсальний інструмент Google, який може розпізнавати рослини, тварин, об'єкти.	Допоміжний інструмент. Використовується для швидкої, загальної ідентифікації, а також для пошуку додаткової інформації про рослину в Інтернеті за зображенням.
4.	iNaturalist / Seek by iNaturalist	Глобальна мережа спостережень за природою. Дозволяє фіксувати спостереження з GPS-координатами, часом та датою.	Збір точних даних. iNaturalist – це еталон для запису польових даних. Автоматично фіксує всі необхідні метадані для гербарної етикетки. Seek (дочірній додаток) орієнтований на молодших школярів для гейміфікації процесу визначення.
5.	Flora Incognita	Німецький додаток, що спеціалізується на флорі Європи. Швидкий і дуже надійний, надає детальну інформацію про таксономію	Поглиблена систематика. Чудово підходить для старших класів, які вивчають складніші систематичні одиниці та формують поняття про ареал.

Додаток В

Приклади STEM – проєктів з використанням гербарного матеріалу

п/п	Назва проєкту	Мета і хід проєкту
1.	Рослинний паспорт: QR–код на етикетці	Мета: поєднати фізичний гербарний зразок із цифровою інформацією, щоб зробити його інтерактивним. Зібрати та засушити 5–7 рослин. Описати їхні морфологічні ознаки. Занести зібрану інформацію (назва, місце, дата збору, опис) у Google–таблицю. Сгенерувати QR–код, який веде на сторінку Вікіпедії про цей вид.
2.	Математика лісу: Аналіз форми листка	Мета: дослідити, чи всі листки одного виду мають однакову форму, використовуючи точні вимірювання. Зібрати 10–15 листків одного виду рослини (наприклад, липи або клена). Виміряти довжину і ширину кожного листка. Обчислити співвідношення довжина–ширина для кожного зразка. Визначити середнє значення та діапазон відхилень для цього виду
3.	Інженерія економії: Прес для гербарію	Мета: спроектувати та зібрати ефективний, але недорогий пристрій для сушіння та пресування рослин. Визначити необхідні матеріали (картон, дерев'яні дошки, болти, шнурки). Скласти креслення або ескіз преса. Зібрати прес, який забезпечує рівномірний тиск. Використовувати свій прес для сушіння зразків. Порівняти якість сушіння у ньому з якістю сушіння під стосом книжок.
4.	Детектив ареалу: Карта поширення	Мета: з'ясувати, які рослини збирають найчастіше та де саме вони ростуть. Вивчити шкільний гербарій або колекцію рослин (мінімум 50 зразків). Скласти список топ–5 найбільш зібраних видів. Підрахувати, скільки разів у колекції зустрічається кожен з них. Нанести на карту району (в Google Maps або намальовану від руки) точки збору кожного зразка, використовуючи дані з етикеток.
5.	Колірний код: Вивчення пігментів	Мета: дослідити, як гербаризація (сушіння) впливає на колір рослин та визначити їхні основні

		пігменти. Зібрати кілька рослин, що мають яскраво–зелене та червоне чи жовте листя. Провести експеримент з хроматографії: розтерти свіжі та висушені зразки листя, залити спиртом або ацетоном і нанести краплю на фільтрувальний папір. Спостерігати, як розчинник піднімає пігменти (хлорофіл, каротиноїди, антоціани), розділяючи їх на кольорові смуги.
6.	3D–модель рослини: Від площини до об'єму.	Мета: на основі плоского гербарного зразка створити його об'ємну модель, щоб краще зрозуміти будову. Взяти добре збережений гербарний зразок. Використовуючи пластилін, полімерну глину, дріт або папір, відтворити рослину в об'ємі. Наприклад, зобразити, як корінь розгалужується у ґрунті, як квітки розташовані на стеблі. Сфотографувати 3D–модель з різних ракурсів, а потім сфотографувати оригінальний гербарний зразок. Зіставити фотографії в презентації, пояснюючи переваги об'ємної моделі для навчання. Результат: 3D–модель рослини, що демонструє її архітектуру та відмінності між плоским (гербарій) і об'ємним (природа) виглядом.
7.	Гербарій-детектив: Аналіз впливу середовища	Мета: використовуючи гербарні зразки, дослідити, як рослини реагують на стрес (пошкодження, забруднення). Зібрати зразки одного виду з двох різних місць: 1) чисте, 2) поруч із дорогою, заводом або сильно витопане. На кожному листку в гербарії порахувати: а) загальну кількість плям, б) кількість пошкоджень комахами, в) відсоток площі, ураженої хворобою. Обчислити середній індекс пошкодження для обох груп. Результат: Порівняльна таблиця гербарних зразків, що ілюструє, як антропогенний чинник (забруднення) корелює з пошкодженням рослин.
8.	Біометричний аналіз: Математика форми листка.	Мета: використовуючи гербарні зразки одного виду, визначити математичні закономірності у формі листків. Збір гербарних зразків одного виду, але з різних умов освітлення або ґрунту (для порівняння фенотипічної пластичності). Використання

		програм для обробки зображень (наприклад, ImageJ) для точного вимірювання площі листка, його периметра та основних ліній. Розрахунок коефіцієнтів форми (наприклад, співвідношення довжини до ширини), побудова гістограм розподілу площі листка, встановлення кореляційних зв'язків між умовами зростання та формою.
9.	Інженерія збереження: Клімат-контроль для колекції.	Мета: розробити та виготовити бюджетну систему для оптимального зберігання гербарних зразків, що захищає їх від вологи та шкідників. Проектування (креслення, 3D-модель) закритого контейнера (шафи). Вибір матеріалів, стійких до вологи та комах. Встановлення простих датчиків (наприклад, на основі Arduino) для моніторингу температури та вологості всередині контейнера з фіксацією даних у Google Sheets. Дослідження впливу вологості на розвиток мікроорганізмів та деградацію рослинних пігментів.
10.	Екологічний моніторинг: Фенологічні зміни.	Мета: проаналізувати, як зміни клімату вплинули на дати цвітіння (фенологію) місцевих рослин за останні 10–20 років. Вибір 5–10 контрольних видів. Дослідження старих гербарних етикеток (з історичних колекцій) для фіксації дати цвітіння. Обробка даних: побудова графіків (рік проти дати цвітіння), розрахунок середнього зсуву дати цвітіння (у днях) та кореляції з даними про середню температуру за цей період. Розробка стандартизованої системи маркування та збору сучасних фенологічних даних для майбутніх досліджень.
11.	Цифровий гербарій з використанням штучного інтелекту (ШІ).	Мета: створити цифрову базу локальної флори та навчити учнів користуватися інструментами ідентифікації на основі машинного навчання. Збір та класифікація 50–100 видів місцевої флори. Оцифрування зразків (сканування), додавання метаданих, використання мобільних додатків (PlantNet, PictureThis) для ідентифікації. Аналіз точності ідентифікації ШІ порівняно з традиційним визначником (розрахунок похибки), статистичне узагальнення даних біорізноманіття.

Додаток Г

Використання гербарію на уроках з ботаніки

Зміст узгоджено з типовою програмою НУШ «Біологія. 6 клас»
(інтегрований курс «Пізнаємо природу» → «Біологія»).

№	Тема уроку	Можливість використання гербарію	Для чого
Розділ 1. Різноманітність рослин (9–12 годин)			
1.	Вступ. Різноманітність живих організмів.	Опційно	Для первинного ознайомлення з групами рослин.
2.	Царство Рослини: особливості, значення.	Так	Демонстрація різних груп рослин, формування загального поняття «рослина».
3.	Водорості: будова, значення.	Частково	Сухі зразки макроводоростей, якщо є.
4.	Мохи і папороті	Так	Показати морфологічні відмінності мохів/папоротей.
5.	Голонасінні рослини.	Так	Гербарій хвойних: хвоїнки, шишки.
6.	Покритонасінні рослини: загальна характеристика.	Так	Порівняння будови покритонасінних різних таксонів.
7.	Практична робота: визначення рослин за гербарними зразками.	Обов'язково	Формування навичок класифікації та визначення.
Розділ 2. Клітина і тканини рослин (6–8 годин)			
8.	Клітинна будова рослин.	Ні	Теорія (мікроскопія не через гербарій)
9.	Тканини рослин: види, функції.	Опційно	Показати відмінності за структурою: листки/стебла в розрізі
10	Органи рослин: корінь, пагін, листок.	Так	Гербарні зразки для аналізу морфології
11	Будова листка: жилкування, форма, край.	Так	Аналіз істотних ознак, формування понять.
12	Лабораторна робота: визначення типів листків на основі гербарію.	Обов'язково	Практичні навички
Розділ 3. Процеси життєдіяльності рослин (7–9 годин)			

13	Фотосинтез.	Ні	Теоретичний блок.
14	Транспірація листка, будова продохів.	Опційно	Порівняння листків сухих екземплярів.
15	Дихання рослин.	Ні	
16	Рухи рослин та пристосування.	Так	Порівняння модифікацій листків і пагонів.
17	Практична робота: дослідження пристосувань рослин.	Можна	Гербарій як наочність для аналізу морфологічних змін.
Розділ 4. Розмноження та розвиток рослин (5–7 годин)			
18	Насіння та його будова	Частково	Сухі плоди/насіння
19	Суцвіття та квітка: різноманітність і будова.	Так	Гербарні квітки різних типів.
20	Плоди та їх різновиди.	Так	Демонстрація сухих плодів.
21	Життєві цикли рослин.	Так	У гербарії можна показати стадії розвитку багаторічних рослин.
22	Практична робота: Будова квітки.	Можна	Залежить від доступності гербарних зразків.
Розділ 5. Екологія рослин, угруповання, флора рідного краю (6–10 годин)			
23	Екологічні групи рослин за ставленням до світла, вологи, температури.	Так	Гербарій дозволяє порівнювати адаптації.
24	Водні, наземні, болотні рослини.	Так	Порівняння форм листків, будови.
25	Рослинні угруповання.	Так	Гербарій — як приклад представників різних екосистем.
26	Охорона рослин. Червона книга.	Так	Гербарій або фотогербарій (не збирати червонокнижні види!)
27	Рослини рідного краю. Проєкт «Створи гербарій».	Обов'язково	Дослідницька робота.
28	Узагальнення: «Різноманітність і значення рослин».	Так	Систематизація понять.

Додаток Д

КОНСПЕКТ УРОКУ БІОЛОГІЇ (7 КЛАС)

Тема уроку: Родина Розові (*Rosaceae*): Характерні морфологічні ознаки, систематика та представники. Роль гербарію у визначенні та узагальненні понять.

Мета уроку: навчальна: сформувати поняття про основні морфологічні ознаки родини *Rosaceae* та навчити учнів самостійно виділяти ці ознаки, працюючи з натуральними об'єктами (гербарієм). **розвивальна:** розвивати вміння працювати з натуральною наочністю, порівнювати, класифікувати та узагальнювати біологічні поняття, а також використовувати цифрові інструменти для верифікації даних. **виховна:** виховувати екологічну свідомість та відповідальне ставлення до біорізноманіття місцевої флори.

Тип уроку: комбінований. Урок формування нових знань та практичного застосування.

Обладнання: мультимедійний проєктор, екран, шкільний гербарій родини *Rosaceae* (не менше 5–7 різних видів: шипшина, яблуня, суниця, перстач, таволга), лупи, таблиці «Будова квітки», мобільні телефони з додатками для ідентифікації (PlantNet, PictureThis).

Ключові поняття: родина, гербарій, квітколоже, формула квітки, плід, систематика, *Rosaceae*.

ХІД УРОКУ

I. Організаційний момент (1 хв). Привітання, перевірка готовності учнів до уроку.

II. Актуалізація опорних знань (5 хв)

Методичний прийом: Бліц–опитування «Мова ботаніки».

1. Що таке родина у систематиці рослин?
2. Назвіть основні частини квітки, які є найважливішими для визначення родини.
3. Які типи плодів ви знаєте? Наведіть приклади.

Запитання до теми: Яке значення має натуральна наочність (гербарій) для формування біологічних понять? (*Очікувана відповідь: забезпечує чуттєве сприйняття, запобігає спотворенню уявлень, як наголошував К. Ушинський*).

III. Мотивація навчальної діяльності (4 хв)

Проблемне запитання: «Майже всі фрукти, які ми їмо, і більшість декоративних квітів належать до однієї родини. Як одній родині вдалося бути настільки різноманітною (від троянди до яблуні) і при цьому зберегти спільні ознаки?»

Оголошення теми: Сьогодні ми, як справжні вчені–систематики, будемо використовувати гербарій, щоб знайти істотні спільні ознаки, які об'єднують ці, на перший погляд, несхожі рослини.

IV. Вивчення нового матеріалу та практична робота (25 хв)

1. Етап чуттєвого сприйняття (Індивідуальна робота з герб.) (10 хв)

Завдання 1. «Детективи ботаніки». Кожен учень отримує один–два гербарні зразки родини *Rosaceae* (наприклад, суниця, шипшина).

Мета: На основі спостереження за натуральним об'єктом (гербарієм) виділити якомога більше морфологічних ознак. *(Відповідно до діяльнісного підходу: перехід від матеріальної дії).*

Інструкція: Оглянь плід (якщо є). Учні фіксують індивідуальні ознаки свого виду в чернетці.

2. Етап аналізу та узагальнення (Формування поняття «Родина Rosaceae») (10 хв)

Методичний прийом: Порівняльний аналіз. Учні по черзі називають виділені ними ознаки свого зразка. Вчитель фіксує ознаки на дошці, поділяючи їх на: спільні (істотні) та індивідуальні (спеціальні). На основі аналізу спільних ознак, виводиться загальна характеристика родини (узагальнення). Формула квітки: $45P5T_{\infty}M1-\infty$ (або спрощено: 45P5T багато М багато). Квітколоже: часто увігнуте (бокальчасте) або опукле (у суниці). Тичинки: численні (багато).

Закріплення поняття: Запис у зошит визначення родини Rosaceae та її формули квітки. *(Відповідно до теорії П. Гальперіна: перехід до мовленнєвої форми).*

3. Етап інтеграції та цифрової верифікації (STEM–елемент) (5 хв)

Завдання 2. «Цифровий контроль».

Мета: Використати сучасні технології для підтвердження або розширення біологічного поняття.

Інструкція: Використовуючи мобільний додаток (наприклад, PlantNet або Seek), сфотографуйте свій гербарний зразок і перевірте, чи правильно ви визначили рід і вид.

Запитання для обговорення: Чи збігається інформація з додатку з нашим визначенням? Яка інформація про ареал (місцезростання) вказана в цифровому джерелі? *(Це допомагає формувати екологічні та географічні поняття, як згадано у Вашому розділі 1.1).*

V. Узагальнення та систематизація знань (7 хв)

Методичний прийом: «Зворотний зв'язок».

Запитання 1: Як гербарій допоміг нам сформувати поняття «Родина Розові»? (Відповідь: завдяки роботі з натуральним об'єктом ми виділили істотні спільні ознаки).

Запитання 2: Назвіть три ключові ознаки, які об'єднують яблуню і шипшину. (Відповідь: численні тичинки, п'ять пелюсток, наявність прилистків).

Завдання 3 (Творче): Які типи плодів можуть бути у родині Розових? (Учні називають: яблуко, кістянка, багатосім'янка).

VI. Домашнє завдання (3 хв)

1. Творче завдання (STEM–орієнтоване): Створити «Паспорт квітки» для одного з представників родини Розові, оформивши його у вигляді таблиці, що включає: фото, формулу квітки, тип плода та QR–код, що веде на інформацію про екологічний ареал рослини. **Індивідуальне завдання:** Зібрати та засушити два–три представники родини Rosaceae для шкільного гербарію.