

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Природничий факультет
Кафедра зоології та методики навчання біології

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри

_____ (підпис) _____ (прізвище, ініціали)
« ____ » _____ 20__ р.

Реєстраційний № _____

« ____ » _____ 20__ р.

БОТАНІЧНИЙ УЖИТКОВИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ
ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ БІОЛОГІЧНОЇ
КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ

Магістерська робота студентки
групи БП м-13
ступінь вищої освіти: магістр
спеціальності
014.05 Середня освіта (Біологія)
КАБАК ОЛЕНИ МАКСИМІВНИ

Керівник: доктор педагогічних наук,
доцент Комарова О.В.

Оцінка:

Національна шкала _____

Шкала ECTS ____ Кількість балів ____

Голова ЕК _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

Члени ЕК _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ БІОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ	8
1.1 Сутність компетентнісного підходу до навчання в загальноосвітній школі	8
1.2 Поняття ключових та предметних компетентностей, їх взаємозв'язок	14
1.3 Структура біологічної компетентності учнів: знаннєвий, діяльнісний, аксіологічний компоненти	20
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БІОЛОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУВАННЯ	24
2.1 Біологічний експеримент як метод наукового пізнання	24
2.2 Функції та види біологічного експерименту в науці	27
2.3 Вимоги до навчального біологічного експерименту	30
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ БОТАНІЧНОГО УЖИТКОВОГО ЕКСПЕРИМЕНТУВАННЯ	33
3.1 Підходи до розуміння сутності «ужиткового експерименту» в методиках навчання природничих дисциплін	33
3.2 Поняття «ботанічного ужиткового експерименту»	37
3.3 Можливості використання ботанічного ужиткового експерименту згідно вимог чинної навчальної програми з біології в основній школі	38
РОЗДІЛ 4. МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ОКРЕМИХ КОМПОНЕНТІВ БІОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ЗАСОБАМИ БОТАНІЧНОГО УЖИТКОВОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ	41
4.1. Фізіологічні процеси та явища в рослин, доступні для демонстрування засобами ужиткового експерименту	41
4.2 Методика застосування методу ужиткового експерименту при навчанні біології в 6-му та 9-му класах	45

4.3 Використання Інтернет-ресурсів у застосуванні методу ботанічного ужиткового експерименту	77
4.4 Можливі труднощі застосування методу ботанічного ужиткового експерименту	78
ВИСНОВКИ	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	81

ВСТУП

Актуальність теми. Процеси глобалізації, інформатизації ставлять перед суспільством нові виклики, тому для сучасної людини є необхідною сформованість широкого кола компетентностей, щоб гнучко адаптуватися до змінюваного світу.

Компетентнісний підхід займає провідне місце в процесі модернізації системи освіти. Проблеми теорії і практики компетентісної освіти активно розробляються у зарубіжних країнах. В Європейському Союзі узагальненням досліджень з реалізації компетентісного підходу в освіті стало прийняття Європейської довідкової рамкової структури ключових компетентностей для навчання упродовж життя, що носить рекомендаційний характер.

Теорія компетентісного підходу в освіті розроблялася і була представлена в працях учених як далекого зарубіжжя, як-от Р. Бадер, Д. Мертенс, Б. Оскарсон, А. Шелтен, так і близького зарубіжжя, а саме: В. Болотова, А. Вербицького, І. Зимньої, В. Краєвського, О. Лебедева, В. Серікова, А. Хуторського, С. Шишова та ін.).

Інтеграція України в європейський і світовий простір характеризується співставленням з європейськими і світовими освітніми стандартами [49, с. 384].

Проблеми аналізу та впровадження компетентісного підходу в освіті розробляли і вітчизняні вчені, а саме: І. Бех, Н. Бібік, С. Бондар, І. Єрмаков, О. Локшина, О. Овчарук, О. Павленко, Л. Паращенко, О. Пометун, О. Савченко, В. Свистун, С. Трубачева, В. Ягупов та ін.

Наразі в нашій країні відбувається реформування системи освіти. В концепції «Нової української школи» наголошується на тому, що недостатньо дати учням суму знань, важливо навчити користуватися ними. Отже, наголошується на переході від трансляції і відтворення знань до формування компетентностей як комбінації знань, умінь та ціннісних орієнтирів, котрі необхідні для успішної самореалізації у житті, навчанні та праці.

У зв'язку з цим перед учителем постає потреба формування ключових і предметних компетентностей засобами навчального матеріалу з предмета. Відомі напрацювання вітчизняних вчених щодо формування предметної компетентності, зокрема: математичної (М. Головань, Л. Кудрявцев, О. Петрова, С. Раков, І. Сафонова), історичної і суспільствознавчої (О. Пометун, Ю. Малієнко), хімічної (О. Бабенко, Л. Величко, М. Савчин), біологічної (Л. Ващенко, Т. Коршевнік, Н. Матяш) та ін. [36, с. 118]. Формування предметної компетентності в процесі навчання біології тісно пов'язано з використанням методу біологічного експерименту [26, с. 3].

В умовах шкільної практики навчання біології використання навчального експерименту суттєво обмежене в усіх його проявах, що пов'язано з відсутністю належного матеріально-технічного забезпечення та різними труднощами у проведенні. Така ситуація зумовлює необхідність оновлення змісту та удосконалення організації навчального експерименту через посилення його доступності та практичної спрямованості [2; 16; 30]. Питання організації біологічного навчального експерименту висвітлені у методичних посібниках та періодичних виданнях такими методистами, як К. Задорожній, Н. Маркова, Є. Неведомська, С. Шамрай та ін.

В останні роки все більшого поширення набуває використання експерименту ужиткового характеру.

Поняття ужиткового експерименту розглядається в основному в контексті вивчення хімії. Методику ужиткового хімічного експерименту досліджено в працях А. Грабового, Г. Лашевської та ін.

В наукових публікаціях траплялися одиничні згадки поняття ужиткового фізичного експерименту [18, с. 238], проте поняття «ужитковий біологічний експеримент», або «ужитковий ботанічний експеримент» та будь-які інші згадки про можливість використання ужиткового експерименту в процесі вивчення біології відсутні. Відсутність розробки проблеми ужиткового ботанічного експерименту у спеціальній літературі обумовлює необхідність проведення дослідження з обраної теми.

Мета дослідження – обґрунтувати теоретико-методичні засади використання ботанічного ужиткового експерименту як засобу формування біологічної компетентності учнів основної школи.

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

1. На основі аналізу наукової літератури та нормативних документів розкрити концептуальні засади формування біологічної компетентності учнів.
2. Проаналізувати теоретичні основи біологічного експериментування.
3. Запропонувати визначення ботанічного ужиткового експерименту та визначити можливості його використання в процесі вивчення біології в основній школі.
4. Розробити методику формування окремих компонентів біологічної компетентності засобами ботанічного ужиткового експерименту.
5. Виконати експерименти, створити мультимедійний супровід (відеоматеріали) до запропонованих розробок ботанічних ужиткових експериментів.

Об'єкт дослідження – біологічний експеримент як метод реалізації компетентнісного підходу до навчання.

Предмет дослідження – методика використання ботанічного ужиткового експерименту в основній школі.

Для розв'язання поставлених завдань були використані наступні **методи дослідження**:

теоретичні – аналіз, синтез, узагальнення наукової та науково-методичної літератури з проблеми дослідження, чинних державних стандартів загальної середньої освіти, навчальних програм з метою визначення теоретичних і методичних основ роботи, розробки методики формування біологічної компетентності засобами ботанічного ужиткового експерименту; обробки результатів ботанічного експерименту;

експериментальні – біологічний експеримент, педагогічний експеримент.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблена методика формування окремих компонентів біологічної компетентності учнів засобом ботанічного ужиткового експерименту може бути впроваджена в освітній процес закладів загальної середньої освіти та практику підготовки майбутніх вчителів біології.

Розроблені інструкції можуть бути використані для проведення дослідів на уроках біології, в позаурочній, позакласній роботі з біології та в якості самостійної роботи учнів 6-х та 9-х класів згідно вимог чинної навчальної програми.

Розроблена методика може застосовуватися у практиці роботи вищої школи, зокрема при розробці навчально-методичних комплексів із дисциплін «Методика викладання біології у профільній школі», «Дослідна робота з біології» та проведенні практичних занять з них.

Створені відеоролики ботанічних ужиткових експериментів, розміщені на ресурсі YouTube (режим доступу: https://www.youtube.com/channel/UCw_aj7KvCFC33uGXc7VlK1A), можуть також використовуватися у процесі вивчення біології для виконання віртуального експерименту, супроводу реального експерименту та в якості цікавого пізнавального матеріалу для мотивації учнів.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури (68 найменувань). Робота містить 3 таблиці. Загальний обсяг магістерської роботи – 88 сторінок.

РОЗДІЛ 1

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ БІОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ

1.1. Сутність компетентнісного підходу до навчання в загальноосвітній школі

Компетентнісно зорієнтований (компетентнісний) підхід вважається ключовою інноваційною ідеєю сучасної освіти. Цей підхід визнаний базовою ідеєю реформування освіти у країнах Європейського Союзу і розглядається як стрижнева конструктивна ідея неперервної освіти [21, с. 10].

Сьогодні науковці обґрунтовано констатують кризу знанневої моделі освіти. Серед причин такої ситуації виділяють:

1) великий обсяг інформації, що постійно оновлюється, неможливість охопити все в межах освітніх програм;

2) відсутність необхідності її запам'ятовування, так як створені та постійно удосконалюються сховища цієї інформації, і важливіше навчити школярів користуватися ними;

3) рівень висунутих нині вимог до особистості, що обумовлює необхідність розвивати в учнів сучасне мислення, здатність і готовність до вибору, суб'єктність, індивідуальність, комунікабельність, толерантність, адаптивність, здатність працювати в команді і самостійно вирішувати різні проблеми тощо, тобто такі якості і властивості, які повинні характеризувати новий, більш повний, особистісно і соціально інтегрований освітній результат [7; 57].

Одним із шляхів виходу за межі знанневої парадигми, засобом досягнення нової якості освіти став саме компетентнісний підхід. У ньому відображений такий вид зміст освіти, який не зводиться до знаннево-орієнтованого компонента, а передбачає цілісний досвід вирішення життєвих проблем, виконання ключових (тобто таких, що стосуються багатьох

соціальних сфер) функцій, соціальних ролей. Зрозуміло, предметне знання при цьому не зникає зі структури освіченості, а виконує в ній підлеглу, орієнтовну роль [7, с. 10].

Компетентнісний підхід висуває на перше місце не інформування учня, а вміння вирішувати проблеми, що виникають в наступних ситуаціях:

- 1) у пізнанні та поясненні явищ дійсності;
- 2) під час освоєння сучасної техніки, технологій;
- 3) у взаєминах людей, етичних нормах, під час оцінювання власних вчинків;
- 4) у практичному житті при виконанні соціальних ролей громадянина, члена сім'ї, споживача, виборця тощо;
- 5) у правових нормах й адміністративних структурах, у споживчих та естетичних оцінках;
- 6) під час вибору професії та оцінюванні своєї готовності до навчання упродовж життя;
- 7) за необхідності розв'язувати власні проблеми: життєвого самовизначення, вибору стиля і способу життя, способів вирішення конфліктів [7; 10].

На думку О. Є. Лебедєва, компетентнісний підхід – це сукупність загальних принципів визначення цілей освіти, відбору змісту освіти, організації освітнього процесу та оцінювання освітніх результатів, а саме:

- цілей освіти, що полягають у розвитку в учнів здатності самостійно розв'язувати проблеми в різних сферах і видах діяльності на основі використання соціального досвіду, елементом якого є і власний досвід учнів;
- змісту освіти, що являє собою дидактично адаптований соціальний досвід вирішення пізнавальних, світоглядних, моральних, політичних та інших проблем;
- особливостей організації освітнього процесу, що полягають у створенні умов для формування в учнів досвіду самостійного розв'язання

пізнавальних, комунікативних, організаційних, моральних та інших проблем, що становлять зміст освіти;

– оцінюванні освітніх результатів, що ґрунтується на аналізі рівнів освіченості, досягнутої учнями на певному етапі навчання [32, с. 3].

У шкільній освіті перехід до компетентнісного підходу, за одностайною думкою науковців і практиків, означає переорієнтацію з процесу на результат освіти в діяльнісному вимірі, розгляд цього результату з погляду затребуваності в суспільстві, забезпечення спроможності випускника школи відповідати новим запитам ринку, мати відповідний потенціал для практичного розв'язання життєвих проблем, пошуку свого «Я» в професії, в соціальній структурі [29, с. 45].

Компетентнісний підхід в освіті пов'язаний з особистісно орієнтованим і діяльнісним підходами до навчання, оскільки стосується особистості учня й може бути реалізованим і перевіреном тільки в процесі виконання конкретним учнем певного комплексу дій.

Він потребує трансформації змісту освіти, перетворення його з моделі, яка існує об'єктивно, для «всіх» учнів, на суб'єктивні надбання одного учня, що їх можна виміряти. Трансформація змісту освіти відповідно до компетентнісного підходу насамперед визначається принципово іншими принципами його відбору і структурування, спрямованими на кінцевий результат освітнього процесу – набуття учнем компетентностей [29, с. 64].

Чинний Державний стандарт базової і повної середньої освіти ґрунтується на засадах особистісно зорієнтованого, компетентнісного і діяльнісного підходів, що реалізовані в освітніх галузях і відображені в результативних складових змісту базової і повної загальної середньої освіти.

У цьому Державному стандарті компетентнісний підхід визначається як спрямованість навчально-виховного процесу на досягнення результатів, якими є ієрархічно підпорядковані ключова, загальнопредметна і предметна (галузева) компетентності [51, с. 3].

Результатом такого процесу має стати формування загальної компетентності людини, що є сукупністю ключових компетентностей, інтегрованою характеристикою особистості. Така характеристика має сформуватися в процесі навчання і містити знання, вміння, ставлення, досвід діяльності й поведінкові моделі особистості.

На 2019 рік в рамках освітньої реформи заплановано розроблення і затвердження нового Державного стандарту базової середньої освіти. Новий стандарт ґрунтуватиметься на компетентнісному підході й міститиме інструменти для впровадження цього підходу до навчальних програм, а згодом і до навчально-методичної літератури та інших освітніх ресурсів [25; 47].

В основі компетентнісного підходу лежать поняття «компетенція» і «компетентність». В залежності від того, як визначені ці поняття та їх співвідношення, може бути зрозумілим зміст самого компетентнісного підходу.

В Словнику української мови компетентність тлумачиться як властивість і стан за значенням «компетентний». Компетентний визначено як той, «який має достатні знання в якій-небудь галузі; який із чим-небудь добре обізнаний; тямущий»; або у другому значенні – «який має певні повноваження; повноправний, повновладний». Компетенція – це «добра обізнаність із чим-небудь», або відповідно – «коло повноважень якої-небудь організації, установи або особи» [55, с. 250].

І. О. Зимня умовно виокремлює такі етапи у становленні компетентнісно орієнтованого підходу в освіті:

– перший (1960-1970 рр.) – упровадження до наукового апарату категорії «компетенція» та створення передумов для розведення понять «компетенція» та «компетентність»;

– другий (1970-1990 рр.) – використання категорії компетенція / компетентність у теорії та практиці навчання мови (передусім нерідної), професіоналізму в управлінні, керівництві, в навчанні спілкуванню; розроблення сутності поняття «соціальна компетенція / компетентність»;

– третій (з 1990 р.) – розроблення ЮНЕСКО переліку компетентностей, які мають розглядатися усіма у якості бажаного результату освіти [24, с. 16].

Тривалі дискусії науковців дали можливість виокремити чотири базові характеристики поняття «компетентність». Учені дійшли висновку, що:

- для демонстрації компетентності обов’язково потрібен контекст;
- компетентність завжди є результатом, характеристикою того, що може робити індивід, а не описує процес, під час якого індивід набув цю компетентність;
- для вимірювання здатності індивіда щось робити потрібні чітко визначені та затверджені стандарти;
- компетентність є мірою того, що індивід може робити у конкретно визначений час [33, с.133].

Науковці у всьому світі активно дискутують щодо питання розведення понять «компетенція» та «компетентність» в освіті.

А. В. Хуторський пропонує розрізняти поняття «компетенція» і «компетентність» як загальне і індивідуальне. Під компетенцією він розуміє відчужену, наперед задану вимогу до освітньої підготовки учня, що необхідна для його ефективної продуктивної діяльності в певній сфері. Компетентність – володіння учнем відповідною компетенцією, що включає його особисте ставлення до неї та до предмета діяльності. Компетентність – сукупність особистісних якостей учня (ціннісно-сміслових орієнтацій, знань, умінь, навичок, здібностей), що обумовлені досвідом його діяльності в певній соціально і особистісно значущій сфері.

Компетенції А. В. Хуторський відрізняє від освітніх компетенцій, тобто від тих, які моделюють діяльність учня для його повноцінного життя у майбутньому. Освітня компетенція – вимога до освітньої підготовки, виражена сукупністю взаємопов’язаних смислових орієнтацій, знань, умінь, навичок і досвіду діяльності учня відносно певного кола об’єктів реальної дійсності, необхідних для здійснення особистісно і соціально значущої продуктивної діяльності [66, с. 1].

Значного поширення набув підхід, відповідно до якого «компетентність» трактується як здатність особистості, набута в процесі навчання (що включає знання, вміння, навички, цінності і ставлення), яка може бути реалізована на практиці. «Компетенція» розуміється як коло питань, щодо яких індивід має бути обізнаний, або певна сфера, в якій індивід повинен володіти компетентністю [33, с. 130].

Однак, незважаючи на явне розходження, «компетенція» і «компетентність» нероздільні; обидва ці поняття, на думку вчених, відображають цілісність і інтегративну сутність результату освіти на будь-якому рівні і в будь-якому аспекті. Очевидно, з цієї причини навіть в одній і тій самій статті ряду авторів зустрічається синонімічне їх використання (І. О. Зимня, Г. К. Селевко та ін.) [57, с. 84]. Позиція не розводити поняття компетенція / компетентність характерна для більшості зарубіжних дослідників цієї проблеми [24, с. 12].

Поняття «компетенція» і «компетентність» вживаються в державних документах. Згідно з Державним стандартом базової і повної середньої освіти компетенція – суспільно визнаний рівень знань, умінь, навичок, ставлень у певній сфері діяльності людини. Компетентність – набута у процесі навчання інтегрована здатність учня, що складається із знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці [51, с. 3].

Прийнятий в 2017 році Закон України «Про освіту» дає таке визначення компетентності: «динамічна комбінація знань, способів мислення, поглядів, цінностей, навичок, умінь, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно провадити професійну та / або подальшу навчальну діяльність» [52, с. 7].

Головна ідея Нової української школи – навчання, побудоване на компетентностях. Формула нової школи складається з дев'яти ключових компонентів, і першим з них є новий зміст освіти, заснований на формуванні компетентностей, потрібних для успішної самореалізації в суспільстві [46, с.7].

1.2. Поняття ключових та предметних компетентностей, їх взаємозв'язок

Компетентнісний підхід сприяє формуванню ключових і предметних компетентностей.

Ключова компетентність, на думку українських педагогів, є об'єктивною категорією, яка фіксує суспільно визнаний комплекс певного рівня знань, умінь, навичок, ставлень тощо, які можна застосовувати в широкій сфері діяльності людини.

До основних ознак ключових компетенцій відносять наступні:

- поліфункціональність: дають змогу вирішувати різноманітні проблеми в різних сферах особистого й суспільного життя;
- надпредметність і міждисциплінарність: застосовні не тільки в школі, а й на роботі, в сім'ї, у політичній сфері тощо;
- багатовимірність: охоплюють знання, розумові процеси, інтелектуальні, навчальні та практичні вміння, творчі відкриття, стратегії, технології, процедури, емоції, оцінки тощо;
- забезпечують широку сферу розвитку особистості: її логічного, творчого та критичного мислення, самопізнання, самовизначення, самооцінки, самовиховання тощо;
- пов'язують воєдино особистісне й соціальне в освіті;
- відбивають комплексне оволодіння сукупністю способів діяльностей, що створює передумови для розроблення індикаторів їх вимірювання;
- виявляються не взагалі, а в конкретній справі чи ситуації;
- їх набуває молода людина не лише під час вивчення предметів, групи предметів, але й засобами неформальної освіти, внаслідок впливу середовища тощо [29; с. 46].

Підсумком дискусій у компетентнісній сфері в рамках ЄС стало прийняття у 2006 році Європейської довідкової рамкової структури ключових компетентностей для навчання упродовж життя для запровадження в державах-

членах, що містить перелік ключових компетентностей. І хоча відповідно до законодавства ЄС документи Спільноти мають лише рекомендаційний характер, в умовах інтеграційних процесів держави-члени докладають максимум зусиль для їх виконання [33, с. 139].

Згідно з Державним стандартом базової і повної середньої освіти ключова компетентність – спеціально структурований комплекс характеристик (якостей) особистості, що дає можливість їй ефективно діяти у різних сферах життєдіяльності і належить до загальногалузевого змісту освітніх стандартів.

До ключових компетентностей належить вміння вчитися, спілкуватися державною, рідною та іноземними мовами, математична і базові компетентності в галузі природознавства і техніки, інформаційно-комунікаційна, соціальна, громадянська, загальнокультурна, підприємницька і здоров'язбережувальна компетентності [51, с. 5].

Перелік компетентностей Нової української школи ґрунтуються на «Рекомендаціях Європейського Парламенту та Ради Європи щодо формування ключових компетентностей освіти впродовж життя» (18.12.2006), але не обмежується ними [46, с. 10].

Компетенції у цих Рекомендаціях визначені як поєднання знання, навичок і ставлення відповідно до контексту [27, с. 14].

Ключові компетентності – ті, яких кожен потребує для особистої реалізації, розвитку, активної громадянської позиції, соціальної інклюзії та працевлаштування і які здатні забезпечити особисту реалізацію та життєвий успіх протягом усього життя [46, с.10].

Рамкові установки встановлюють вісім ключових компетентностей:

- 1) спілкування рідною мовою;
- 2) спілкування іноземними мовами;
- 3) математична грамотність та базові компетентності у науці і технології;
- 4) цифрова грамотність;
- 5) освоєння навичок навчання;

- б) соціальні та громадянські компетентності;
- 7) почуття ініціативності та підприємливості;
- 8) обізнаність і здатність до самовираження у культурній сфері [27, с. 14].

В Концепції Нової української школи визначено десять ключових компетентностей:

1) спілкування державною (і рідною у разі відмінності) мовами – це вміння усно і письмово висловлювати й тлумачити поняття, думки, почуття, факти та погляди (через слухання, говоріння, читання, письмо, застосування мультимедійних засобів); здатність реагувати мовними засобами на повний спектр соціальних і культурних явищ – у навчанні, на роботі, вдома, у вільний час; усвідомлення ролі ефективного спілкування;

2) спілкування іноземними мовами – вміння належно розуміти висловлене іноземною мовою, усно і письмово висловлювати і тлумачити поняття, думки, почуття, факти та погляди (через слухання, говоріння, читання і письмо) у широкому діапазоні соціальних і культурних контекстів; вміння посередницької діяльності та міжкультурного спілкування;

3) математична компетентність – культура логічного і алгоритмічного мислення; вміння застосовувати математичні (числові та геометричні) методи для вирішення прикладних завдань у різних сферах діяльності; здатність до розуміння і використання простих математичних моделей; вміння будувати такі моделі для вирішення проблем;

4) основні компетентності у природничих науках і технологіях, що передбачають наукове розуміння природи і сучасних технологій, а також здатність застосовувати його в практичній діяльності; вміння застосовувати науковий метод, спостерігати, аналізувати, формулювати гіпотези, збирати дані, проводити експерименти, аналізувати результати;

5) інформаційно-цифрова компетентність передбачає впевнене, а водночас критичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією на роботі, в

публічному просторі та приватному спілкуванні; інформаційну й медіа-грамотність, основи програмування, алгоритмічне мислення, роботу з базами даних, навички безпеки в інтернеті та кібербезпеці; розуміння етики роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність тощо);

6) уміння вчитися впродовж життя – здатність до пошуку та засвоєння нових знань, набуття нових вмінь і навичок, організації навчального процесу (власного і колективного), зокрема через ефективне керування ресурсами та інформаційними потоками, вміння визначати навчальні цілі та способи їх досягнення, вибудовувати свою освітньо-професійну траєкторію, оцінювати власні результати навчання, навчатися впродовж життя;

7) ініціативність і підприємливість – уміння генерувати нові ідеї й ініціативи та втілювати їх у життя з метою підвищення як власного соціального статусу та добробуту, так і розвитку суспільства і держави; вміння раціонально вести себе як споживач, ефективно використовувати індивідуальні заощадження, приймати доцільні рішення у сфері зайнятості, фінансів тощо;

8) обізнаність та самовираження у сфері культури – здатність розуміти твори мистецтва, формувати власні мистецькі смаки, самостійно виражати ідеї, досвід та почуття за допомогою мистецтва. Ця компетентність також передбачає глибоке розуміння власної національної ідентичності як підґрунтя відкритого ставлення та поваги до розмаїття культурного вираження інших;

9) екологічна грамотність і здорове життя – уміння розумно та раціонально користуватися природними ресурсами в рамках сталого розвитку, усвідомлення ролі навколишнього середовища для життя і здоров'я людини, здатність і бажання дотримуватися здорового способу життя;

10) соціальна та громадянська компетентності, що включає усі форми поведінки, які потрібні для ефективної та конструктивної участі у громадському житті, в сім'ї, на роботі; уміння працювати з іншими на результат, попереджати і розв'язувати конфлікти, досягати компромісів; повагу до закону, дотримання прав людини і підтримку соціокультурного різноманіття [46, с. 11-12].

Як бачимо, майже всі компетентності відповідають тим, що визначені Рамковими установками. В Концепції Нової української школи спостерігається розмежування математичної компетентності та основних компетентностей у природничих науках і технологіях, а також пропонується якісно нова компетентність – екологічна грамотність і здорове життя.

Такий підхід суголосний із фундаментальними цілями освіти, сформульованим ЮНЕСКО: навчати здобувати знання (учити вчитися); працювати й заробляти (навчання для праці); жити (навчання для здорового, цікавого, достойного життя); жити разом (навчання для спільного життя) [29, с. 46].

Усі перелічені компетентності однаково важливі, оскільки кожна з них допомагає успішному життю в суспільстві, що будується на знаннях. Багато компетентностей є близькими та пов'язаними: аспекти, які є основними в одній області, допомагають іншій. Загальні знання мов, освіченість, здібність до кількісного мислення та обізнаність у сфері інформаційних та комунікаційних технологій – це необхідна основа для навчання, а навчання заради здобуття знань включає всю навчальну діяльність [27, с. 14].

Спільними для всіх компетентностей є такі вміння:

- уміння читати і розуміти прочитане;
- уміння висловлювати думку усно і письмово;
- критичне мислення;
- здатність логічно обґрунтовувати позицію;
- виявляти ініціативу;
- творити;
- уміння вирішувати проблеми, оцінювати ризики та приймати рішення;
- уміння конструктивно керувати емоціями;
- уміння застосовувати емоційний інтелект;
- здатність співпрацювати в команді.

Кожну з компетентностей діти набувають під час вивчення різних предметів на всіх етапах освіти [46, с.12].

Ключові компетенції відіграють визначальну роль у складанні переліку більш конкретних, предметно орієнтованих і необхідних для будь-якого виду діяльності, тому так важливий їх оптимальний (необхідний і достатній) список [57, с. 85].

Згідно з чинним Державним стандартом, предметна (галузева) компетентність – набутий учнями у процесі навчання досвід специфічної для певного предмета діяльності, пов'язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань. До них належить комунікативна, літературна, мистецька, міжпредметна естетична, природничо-наукова і математична, проектно-технологічна та інформаційно-комунікаційна, суспільствознавча, історична і здоров'язбережувальна компетентності.

Предметні компетентності стосуються змісту конкретної освітньої галузі чи предмета, і для їх опису використовуються такі ключові поняття: «знає і розуміє», «уміє і застосовує», «виявляє ставлення і оцінює» тощо [51, с. 6].

Очевидно, що одні компетенції є більш загальними, ніж інші. Виникає проблема типології компетенцій, їх ієрархії.

Відповідно до поділу змісту освіти на загальне метапредметне (для всіх предметів), міжпредметне (для циклу предметів або освітніх галузей) і предметне (для кожного навчального предмета), виділяють три рівня:

1) ключові – тобто надпредметні компетентності, що належать до загального змісту освіти;

2) загальногалузеві – їх набуває учень упродовж засвоєння змісту тієї чи іншої освітньої галузі;

3) предметні компетентності – часткові по відношенню до двох попередніх рівнів компетенції, що мають конкретний опис і можливість формування в рамках навчальних предметів.

Ключові освітні компетенції конкретизуються щоразу на рівні освітніх галузей і навчальних предметів для кожного ступеня навчання [29; 66]. Формування ключових компетентностей неможливе без формування суто предметних компетентностей [23, с. 11].

1.3. Структура біологічної компетентності учнів: знаннєвий, діяльнісний, аксіологічний компоненти

Критеріальні основи предметних компетенцій закладені у результативній складовій державних стандартів. Їхня сутність виражається в тому, що учень знає і розуміє; уміє і застосовує; оцінює і виявляє ставлення [51, с. 6].

Компетентнісний підхід закладено у критерії оцінювання навчальних досягнень учнів, й у чинну навчальну програму з біології.

Біологія разом з іншими предметами робить свій внесок у формування ключових компетентностей. Цей внесок розкрито в таблиці «Компетентнісний потенціал навчального предмета».

У рубриці програми «Зміст навчального матеріалу» виокремлено питання, що вивчаються в біології й належать до наскрізних змістових ліній, які є спільними для всіх навчальних предметів.

Детальний перелік діяльнісного, знаннєвого і ціннісного компонентів предметної компетентності розкрито в рубриці програми «Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів». Вимоги до загальноосвітньої підготовки передбачають певні знання та уміння, а саме: оперувати термінами, називати, наводити приклади, пояснювати, характеризувати, описувати, порівнювати, розрізняти, розпізнавати, встановлювати, аналізувати, класифікувати, планувати, прогнозувати, практикувати, застосовувати знання, дотримуватися правил тощо; а також ставлення, що включають оцінювання, усвідомлення, висловлення судження, здатність робити висновки [6, с. 10].

Процес формування предметних компетенцій здійснюється на кожному уроці з урахуванням, в даному разі, специфіки біології як навчального предмета. Учень у процесі навчання має справу з багатьма компетенціями, які він засвоює. Результатом вивчення конкретного предмета є сформована предметна компетентність як інтегральна категорія, яка включає сукупність ціннісних орієнтацій, знання, уміння, різні способи і рівні (репродуктивна,

продуктивна, творча) навчальної діяльності, а також досвід (життєвий і науковий), що задаються в межах конкретного навчального предмета (біології) [43, с. 70].

За визначенням Н. Ю. Матяш, біологічна компетентність – це цілісне особистісне утворення, що поєднує в собі фундаментальні біологічні знання, уміння, навички, досвід різних способів діяльності, ціннісне ставлення до об'єктів живої природи, життя, розуміння його збереження і відповідно здатність учня їх застосовувати в певних життєвих ситуаціях, приймати адекватне рішення і нести за нього відповідальність, висловити судження і вибрати власну позицію [36, с. 118].

Предметну компетентність більшість дидактів і методистів трактують як багатокомпонентне утворення, основними складниками якого є:

- аксіологічний або ціннісний (система цінностей);
- когнітивний або знаннєвий (система знань);
- діяльнісний, або практикоорієнтований (система умінь і навичок) [26; 43].

Аксіологічний (ціннісний) складник предметної (біологічної) компетентності учнів – це система цінностей.

У структуру поняття «компетентність» входить сукупність ціннісних орієнтацій, тому важливим вважається дотримання аксіологічного підходу до формування біологічних знань і організації процесу навчання [43, с. 71].

Аксіологічний (ціннісний) складник біологічної компетентності передбачає засвоєння таких ціннісних категорій, як природа, життя, здоров'я; усвідомлення біосферної етики; оцінювання ролі біологічних знань для власного організму, здоров'я інших людей, суспільного розвитку; перспектив розвитку біології як науки [26, с. 3].

Когнітивний (знаннєвий) складник предметної (біологічної) компетентності учнів – це предметні знання. Знання є міцними і функціональними, якщо вони приведені у відповідну систему та характеризуються цілісністю.

У конструюванні змісту біологічної освіти використані системно-структурний і функціональний підходи. Це дає можливість більше уваги приділити вивченню процесів життєдіяльності організмів, скоротивши морфологічні й анатомічні відомості про них. Разом з тим, застосування функціонального підходу забезпечує формування уявлення про організм як цілісну систему, орієнтує учнів на здоровий спосіб життя [6, с. 9].

Знаннєвий складник зорієнтований на засвоєння біологічних понять, фактів, законів і теорій; розуміння біологічної картини світу; формування в учнів знань про цілісність живої природи, закономірності функціонування живих систем на різних рівнях їх організації, їх розвиток і взаємодію; взаємозв'язок із неживою природою тощо.

До знаннєвого компонента включено знання про об'єкти, методи пізнання і перетворення живої природи.

Об'єкти живої природи розподілено за основними таксонами і рівнями організації живого. До об'єктів першої групи відносять бактерії, гриби, рослини різних груп, тварин, у тому числі людину. Об'єктами другої групи є біологічні системи на різних рівнях організації живої природи: молекулярному (нуклеїнові кислоти, білки, вуглеводи, ліпіди тощо), клітинному (органели, клітина), організмівому (тканини, органи, системи органів, організм), надорганізмівих рівнях (вид, популяція, біоценоз, угруповання, екосистема, біосфера). У знаннєвому компоненті до об'єктів живої природи належать також біологічні процеси та явища, які стосуються функціонування, онтогенезу та еволюції живого.

Знання про перетворення живої природи представлено біологічною інформацією практичних дисциплін (рослинництва, тваринництва, селекції, біотехнології та інших), які розкривають значення біології у житті людини і суспільства. До цієї групи належать практико-орієнтовані знання, наприклад знання про заходи профілактики інфекційних та паразитарних захворювань, про вирощування рослин і догляд за ними, про чинники здоров'я і правила здорового способу життя, правила природокористування [26, с. 3].

Процес формування будь-чого здійснюється в діяльності. Звідси, діяльнісний складник предметної (біологічної) компетентності учнів – це уміння, навички й оволодіння різноманітними способами діяльності.

Діяльнісний складник біологічної компетентності зорієнтований на розвиток інтелектуальних і практичних умінь у процесі виконання різних видів пізнавальної діяльності, серед яких постановка дослідів, лабораторне дослідження, практична робота, дослідницький практикум, учнівські проекти. Цей процес тісно поєднаний з різними методами наукового пізнання: спостереження за біологічними об'єктами, їх порівняння, біологічний експеримент, опис його результатів, прогнозування, моделювання об'єктів, процесів і явищ тощо. Під час проведення лабораторних і практичних робіт ефективним є використання дослідницького методу, який дає змогу активізувати навчальну діяльність кожного учня, включати його в різноманітні види навчальної діяльності, що забезпечує формування в учня здатності вносити у процес пізнання дійсності зміни, шукати оптимальні шляхи досягнення поставленої навчальної мети тощо.

Діяльнісний складник стосується також застосування знань з біології у повсякденному житті та майбутній професійній діяльності [26; 43].

Усі структурні компоненти поняття «компетентність» тісно переплетені між собою. Вони один одного обумовлюють і взаємозалежні між собою [43, с. 72].

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БІОЛОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУВАННЯ

2.1. Біологічний експеримент як метод наукового пізнання

За визначенням Великої радянської енциклопедії, експеримент (від лат. *experimentum* – проба, дослід) – метод пізнання, за допомогою якого в контрольованих і керованих умовах досліджуються явища дійсності.

Відрізняючись від спостереження активним оперуванням досліджуваним об'єктом, експеримент здійснюється на основі теорії, що визначає постановку завдань і інтерпретацію його результатів. Нерідко головним завданням експерименту служить перевірка гіпотез і передбачень теорії, що мають принципове значення (так званий вирішальний експеримент). У зв'язку з цим, експеримент, як одна з форм практики, виконує функцію критерію істинності наукового пізнання в цілому [8].

Для вирішення основних проблем сучасної біології біологічне дослідження використовує експеримент в якості головного методу наукового пізнання [65, с. 121].

Експериментальний метод має ряд принципових особливостей, які перетворюють біологічне знання, отримане з його допомогою, в строго доказове, теоретично і практично більш ефективне.

До таких особливостей експерименту можна віднести:

– активне втручання людини в справи природи, цілеспрямоване випробування об'єктів, що досліджуються, на відміну від простого спостереження, що фіксує досліджувані об'єкти такими, якими вони були випадково або в результаті логічно обґрунтованих припущень виявлені і досліджені;

– можливість розгляду явищ «в чистому вигляді» шляхом ізоляції їх від побічних впливів, що дозволяє, у підсумку, з високим ступенем ймовірності судити про сутність цих явищ;

- надзвичайна варіабельність, можливість вивчати явища в найрізноманітніших умовах, за своїм бажанням варіювати ці умови, вводити в них нові фактори, що ускладнюють або спрощують перебіг досліджуваного процесу і як результат – точно визначати причини того чи іншого явища;
- відтворюваність досліджуваного явища в штучно створених умовах, що підтверджує точність висновків;
- можливість прискорювати або сповільнювати і тим самим робити доступними для вивчення процеси, які протікають у природному стані або вкрай повільно або занадто швидко, щоб їх можна було в достатній мірі повно фіксувати з допомогою простого спостереження;
- можливість варіювання об'єктів членуванням їх на частини, виділенням у них сторін, що цікавлять експериментатора, та їх вивчення *in vitro* або *in vivo* (тобто так, як вони реально функціонують у цілісному живому організмі);
- можливість багатократного повторення явищ і ситуацій, в яких вони знаходяться і, отже, обґрунтування узагальнень і висновків на великій серії спостережень, що виключає випадкові помилки;
- контрольованість і вимірність процесів і умов їх природного перебігу та експериментального дослідження [48; 65].

Останнє є тим головним, що робить біологічний експеримент основою точного наукового пізнання закономірностей живої природи. На цій основі біологічна наука прагне знайти не тільки якісні характеристики закономірностей функціонування живих систем, але і їх кількісний, математичний вираз.

Експериментальний метод сучасного біологічного дослідження має своєрідну і достатньо складну структуру. В зв'язку з цим слід розрізняти експеримент у вузькому сенсі, тобто безпосередню дослідну роботу з об'єктом, і експеримент в широкому значенні цього поняття, що розглядається вже не тільки як особливий спосіб спостереження, але і як багатосторонній метод дослідження [65, с. 126].

В структурі експериментального методу можна виділити ряд тісно взаємопов'язаних між собою ланок:

- отримання загального уявлення про предмет – попередніх знань про досліджуване явище і умови, в яких воно нормально виникає і функціонує, шляхом спостереження, опису, порівняльно-історичного аналізу та узагальнення отриманих фактів;

- побудова гіпотези, логічно і фактично обґрунтованого припущення, подальша розробка ряду наслідків, що випливають з цього припущення, їх зіставлення з даними спостереження та в підсумку – відбір гіпотез, з якими можна працювати в ході безпосереднього експериментування, тобто гіпотез, що мають науковий характер;

- програмування дослідів або серії дослідів, орієнтуючись на попередні знання і вироблену наукову гіпотезу; визначення найбільш доцільних і доказових умов, за яких був би можливий дослід, характеру їх необхідного варіювання з урахуванням особливостей об'єкта безпосереднього експериментування; матеріального (технічного) інструментарію і методики цього експериментування;

- експеримент (у вузькому сенсі) – безпосередньо дослід, або найчастіше серії дослідів, що здійснюються в різних умовах і створюють різні контрольовані ситуації, з метою перевірки тієї чи іншої гіпотези; в результаті – підтвердження або спростування цієї гіпотези;

- теоретичне осмислення та узагальнення результатів безпосереднього експериментування, в ході якого досліджуваний об'єкт як би відновлюється у всій його конкретності та різноманітності зв'язків окремих сторін, виділених в експерименті в «чистому вигляді», штучно ізольованих і розчленованих.

Узагальнення даних експерименту, їх співвіднесення з вихідними припущеннями створюють основу для подальших теоретичних і експериментальних досліджень, які у подальшому ведуть до встановлення наукових законів, що пояснюють явища природи і служать практичним потребам людей [65, с. 129].

2.2. Функції та види біологічного експерименту в науці

Основна мета експерименту – давати відповіді на наші питання, перевіряти ідеї, гіпотези і теорії щодо властивостей і закономірностей протікання тих чи інших процесів у природі. Значення експерименту в науковому пізнанні визначається наступними функціями:

1) дослідна перевірка гіпотез і теорій – відома і найбільш істотна функція експерименту, що служить показником зрілості самого методу;

2) формування нових гіпотез та теоретичних уявлень – евристична функція, що полягає у тому, щоб використати дослід для уточнення і виправлення початкових припущень [54, с.82].

Залежно від цих функцій виділяють експерименти: дослідницькі (пошукові), перевірочні (контрольні), відтворюючі, ізолюючі тощо.

Важливе значення в сучасній науці має вирішальний експеримент, метою якого є спростування однієї і підтвердження іншої з двох (або декількох) конкуруючих концепцій [48, с. 344].

В залежності від характеру умов розрізняють польовий (в природних умовах) і лабораторний (в штучних умовах) експерименти.

У тому разі, коли об'єктом вивчення є безпосередньо реально існуючий предмет або процес, експеримент можна назвати прямим. У модельному експерименті всі операції здійснюються не з самими реальними предметами, а з їх моделями – макетами, копіями, що виконані з дотриманням встановлених правил. Результати, отримані при дослідженні цих моделей, надалі екстраполюються на самі предмети [54; 67].

За методом та результатами дослідження всі експерименти можна поділити на якісні і кількісні. Якісний експеримент має за мету встановити наявність або відсутність явища, що передбачається гіпотезою чи теорією явища. Кількісний експеримент будується з таким розрахунком, щоб забезпечити точне вимірювання всіх істотних факторів, що впливають на поведінку досліджуваного об'єкта або хід процесу. Проведення такого

експерименту часто вимагає використання вимірювальних приладів, а результати вимірювань потребують більш або менш складної математичної обробки [48; 54].

Широкого поширення в сучасній науці набув уявний експеримент – система розумових процедур, що проводяться над ідеалізованими об'єктами. Уявний експеримент – це теоретична модель реальних експериментальних ситуацій. Тут дослідник оперує не реальними предметами і умовами їх існування, а їх концептуальними образами [48, с. 344].

За характером досліджуваного об'єкта виділяють фізичні, хімічні, біологічні, психологічні і соціальні експерименти.

Біологічний експеримент має спільні риси з усіма іншими формами експериментального методу, що використовується в різних галузях сучасного природознавства. Але він має й певні специфічні риси, обумовлені особливостями об'єкта дослідження. Біологічний експеримент включає окремі напрями, види, серед яких можна виділити кілька основних, що дозволяють розкрити його специфіку:

1. Фізіологічний експеримент – досліджує функціональну сторону живих систем, вивчає процеси, динаміку життєдіяльності організмів. Ці процеси фіксуються в найрізноманітніших експериментальних умовах, на різних об'єктах, доступних спостереженню і відтворенню. Причинно-наслідковий зв'язок встановлюється шляхом аналізу і зіставлення даних, що стосуються різних відправлень організму, за якими дослідник судить про загальні механізми життєдіяльності, їх тонко диференційовану і злагоджену роботу. Специфічними його формами є: так званий метод ізольованих органів і культур тканин, тобто вивчення функцій органів, тканин і клітин поза цілісним організмом, в лабораторних умовах, в яких вдається підтримувати життя цих ізольованих частин організму; гострий дослід (дослідження певних явищ у момент вівісекційно-оперативного втручання у процеси організму, що нормально протікають); хронічний дослід, що полягає у вивченні функцій органів на непошкодженому цілісному організмі.

2. Морфологічний експеримент – вивчає форму, структуру живих систем. Відмова від традиційної універсализації простого опису і порівняльно-історичного аналізу формотворчих процесів та інтенсивне впровадження експериментального методу дозволило експериментальній морфології тварин і рослин вважатися точною наукою в системі сучасного біологічного знання.

3. Генетичний експеримент – досліджує спадковість та мінливість, при цьому широко застосовує фізіологічні та морфологічні підходи, але вони мають підлегле значення. На перший план висуваються специфічно генетичні способи аналізу (наприклад, гібридологічний аналіз), що детально розробляються в працях сучасних генетиків.

4. Фізико-хімічний експеримент – вивчає глибинні основи функціонування живих систем, є не тільки одним з видів експерименту, а взагалі глибшим підходом до розуміння завдань біологічного дослідження, новим етапом його розвитку. Істотно важливою перевагою сучасного фізико-хімічного експерименту в біології є те, що з його допомогою вдалося поглибити пізнання організації (морфології) живого до найдрібніших складових одиниць клітини, субмікроскопічних (надмолекулярних і молекулярних) структур.

5. Виробничий експеримент – принципово новий вид наукового експерименту, поява якого зумовлена тісною взаємодією сучасної біології і виробничої практики. Сьогодні багато проблем біології вимагають для свого рішення не тільки вузько лабораторних дослідів, але й створення великих спеціалізованих експериментальних господарств, постановки масових експериментів безпосередньо на полях, тваринницьких фермах тощо [65, с.148].

Як бачимо, експеримент включає досягнення теоретичної та практичної, виробничої діяльності людей, що значно збільшує його пізнавальну силу і робить його головним і надійним методом наукового дослідження біологічних проблем. Цим пояснюються характерні особливості сучасної біології, її видатні успіхи та значні перспективи. Сучасний дослідник-біолог має можливість використовувати багатий арсенал пізнавальних засобів, розроблених і перевірених практично у ході історії біологічної науки [65, с.150].

2.3. Вимоги до навчального біологічного експерименту

Навчальний експеримент – при вивченні природничо-наукових предметів (фізика, хімія, біологія тощо) є засобом навчання (наочності) і змістом освіти [14, с. 112].

Навчальний експеримент сприяє пробудженню інтересу до дослідження природи, активізації сприймання навчального матеріалу, розвитку мислення, самостійності, відповідальності, творчості, формуванню природничих понять і наукового світорозуміння [44, с. 10].

В навчальних предметах він утворює певну методичну систему і складається з демонстраційних дослідів учителя, спостережень, лабораторних робіт, практикумів, практичних робіт, які виконують учні в різних формах, розв'язування експериментальних задач, а також окремих домашніх експериментальних завдань тощо.

Співвідношення окремих видів експерименту в навчальній роботі визначається залежно від ступеня навчання, характеру навчального предмета, віку й розвитку учнів [14, с. 112].

Навчальний біологічний експеримент як вид практичних методів застосовують під час вивчення матеріалу фізіологічного й екологічного змісту. Експеримент може бути короткочасним і тривалим.

Прикладом короткочасного дослідів при вивченні ботаніки є загальновідомі роботи з вивчення складу насіння, фізичних властивостей ґрунту, утворення крохмалю в листках тощо. Найпростіші дослідів, такі, як умови проростання насіння, випаровування води листками, учні виконують вдома.

Біологічний експеримент потребує здебільшого тривалого часу, тому на уроках його повністю не проводять, а демонструють лише закладання дослідів та його результати. Експериментальні роботи учні зазвичай проводять під час позаурочної роботи в куточку живої природи або на навчально-дослідній ділянці школи [11; 22].

Найрізноманітнішими є експерименти на навчально-дослідній земельній ділянці. Вони тривають протягом майже всього вегетаційного періоду. Поставлене завдання учні розв'язують, порівнюючи результати досліду з контрольними (дослідні й контрольні рослини, які перебувають в однакових умовах, крім однієї, що досліджується). Під час дослідження проводять точні вимірювання та визначення. Особливе значення при цьому має правильна фіксація спостережень і результатів дослідів, що дає змогу порівняти показники розвитку й урожайності дослідних і контрольних рослин та зробити певні висновки. Важливо, щоб школярі засвоїли основні вимоги до проведення експерименту: всі умови мають бути сталими, крім однієї, вплив якої на організм досліджується. Демонструючи результати експерименту, необхідно аналізувати як контрольні, так і дослідні рослини, порівнювати їх. Результати порівняння фіксуються у вигляді малюнків, таблиць, графіків тощо. Це дасть змогу закріпити дані спостережень, визначити причинно-наслідкові зв'язки [22, с. 250].

За всієї відмінності завдань наукового дослідження в галузі біологічної науки (відкриття нових фактів і закономірностей живої природи) і навчання біології в середній школі (оволодіння елементарними знаннями основ біології) неважко побачити, що навчальний експеримент знайомить учнів з деякими початками методики наукового дослідження [11, с. 148].

Тому до навчального біологічного експерименту висуваються наступні методологічні вимоги:

- 1) активне втручання людини у перебіг біологічних процесів;
- 2) цілеспрямованість експериментування;
- 3) ізоляція явищ, що вивчаються, від побічних впливів, дотримання «чистоти» експерименту;
- 4) варіювання умов експерименту, вивчення впливу нових факторів, що ускладнюють або спрощують хід процесу, що вивчається;
- 5) відтворюваність експерименту, можливість багаторазового проведення експерименту, що виключатиме випадкові помилки;

б) можливість прискорення або гальмування процесів, що вивчаються, за рахунок варіювання умов експерименту;

7) виділення в об'єктах тих частин, які цікавлять дослідника;

8) можливість контролю та вимірювання процесів та умов їх протікання в експерименті.

За іншим підходом, серед вимог до біологічного експерименту виділяють такі:

1) відтворюваність;

2) типовість;

3) дотримання принципу єдиної відмінності;

5) достовірність по суті [28, с. 12].

Таким чином, навчальний експеримент знайомить учнів з одним з основних методів природничих наук – експериментальним методом, формує вміння й навички вести експериментальну роботу.

Виконання дослідів має привчити учнів до дисциплінованості думки, до культури, точності, достовірності і добросовісності у дослідженнях [11; 14].

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ БОТАНІЧНОГО УЖИТКОВОГО ЕКСПЕРИМЕНТУВАННЯ

3.1. Підходи до розуміння сутності «ужиткового експерименту» в методиках навчання природничих дисциплін

Згідно з Словником української мови в 11-ти томах, «ужитковий (вжитковий) – який має практичне застосування» [56].

Ужитковий експеримент – експеримент, під час проведення якого використовують (разом із традиційними) ті специфічні об'єкти та (або) інструменти дослідження, які зазвичай застосовують у побуті [20, с. 9].

Поняття ужиткового експерименту активно розробляється в методиці навчання хімії.

Впродовж останніх років у шкільній практиці спостерігається послаблення уваги вчителів хімії до виконання практичної частини програми. Причиною такого стану навчального хімічного експерименту є незадовільний стан матеріальної бази переважної більшості хімічних кабінетів. Одним із шляхів виходу із ситуації, як показує практика та наукові дослідження, є оновлення змісту навчального хімічного експерименту через посилення його практичного спрямування, використання експерименту ужиткового характеру [16, с. 44].

За визначенням А.К. Грабового, ужитковий хімічний експеримент – це експеримент, під час проведення якого використовуються речовини та матеріали побуту – харчові продукти, лікарські препарати, речовини особистої гігієни, засоби прання, миття та чищення [15, с. 24].

На думку О. В. Анічкіної, домашній (ужитковий) хімічний експеримент – це вид самостійної експериментальної роботи, яку учні мають можливість проводити в індивідуальному порядку вдома (в домашніх умовах) використовуючи лабораторний посуд та обладнання виготовлене власноруч або

придбане як наочне приладдя. Основними завдання такого експерименту є поглиблення знань з хімії, розвиток пізнавального інтересу до вивчення предмету, вдосконалення експериментальних умінь учнів, вивчення значення хімії у практичній діяльності та житті людини [1, с. 109].

Ужитковий хімічний експеримент є і джерелом знань, навчання, виховання і розвитку учнів, засобом наочності [59, с. 12].

На думку Л. В. Барановської, саме ужитковий експеримент викликає неабиякий інтерес до предмета. Його метою є формування наукового світогляду учня на основі засвоєння системи знань про речовини та їх перетворення, формування життєвої та соціальної компетентностей учня, навичок безпечного поводження з речовинами у побуті, розкриття ролі хімії у забезпеченні добробуту людини [3, с. 4].

Використання в процесі навчання хімії ужиткового експерименту дозволяє розв'язати низку важливих проблем:

1. Показати важливість хімічних знань у повсякденному житті і побуті, їх практичну значущість. Окремі методисти відзначають, що однією з головних проблем сучасного шкільного курсу хімії є відірваність практичних та лабораторних робіт від життя.

2. Провести хімічні дослідження в умовах недостатньої забезпеченості кабінетів хімії реактивами та обладнанням, що виникла як внаслідок скрутної економічної ситуації в країні, так і через низку законодавчих актів, що забороняють використання та зберігання важливих хімічних реактивів. Використання засобів побутової хімії, лікарських препаратів, харчових продуктів частково розв'язує проблему дефіциту хімічних реактивів.

3. Створити умови для активізації самостійної роботи учнів, збільшення інтересу до вивчення хімії, прагнення до здобування знань та подолання «хемофобії» [45, с. 75].

Інтеграція елементів ужиткової хімії до змісту навчального експерименту не потребує спеціальних знань, що виходять за межі традиційного шкільного курсу хімії.

Окрім того, посилюється мотивація вивчення хімії через безпосереднє застосування предметних знань щодо звичайних речовин і матеріалів.

Ужитковий хімічний експеримент – важливе джерело знань. У поєднанні з технічними засобами навчання він сприяє більш ефективному оволодінню знаннями, вміннями та навичками. Систематичне використання на уроках хімії експерименту допомагає розвивати уміння спостерігати явища і пояснювати їх сутність у світлі вивчених теорій і законів, формує і вдосконалює експериментальні вміння і навички [59, с. 12].

Використання саме ужиткових дослідів може забезпечити не лише формування експериментальних умінь, а й переконати учнів у значущості хімічних знань для адекватного розв'язування реальних життєвих ситуацій, зорієнтувати їх на вибір майбутнього профілю навчання.

Навіть якщо надалі учень і не обере біолого-хімічний профіль навчання, виконуючи ужиткові досліді, він набуде безцінного життєвого досвіду. Ця інформація стане його особистим надбанням, зберігатиметься як резерв довготривалої пам'яті й перебуватиме в стані постійної готовності до актуалізації. Тобто життєвий досвід учня можна розглядати як певну сукупність його компетентностей. Він є поєднанням знань, думок, почуттів, учинків особистості, тому матиме для учня певну (зазвичай – значущу) цінність [31, с. 14].

Збагачення експерименту елементами ужиткової хімії забезпечує сучасне і грамотне коригування життєвих уявлень учнів та створення ситуації успіху для кожного з них.

Досліді ужиткового характеру за умови правильного вибору методичних прийомів їх проведення є вагомим підґрунтям для організації проектної діяльності учнів.

Під час виконання таких дослідів формуються вміння:

- зіставляти життєвий досвід і наукову інформацію;
- усвідомлювати своє незнання й переборювати когнітивний дисонанс;
- оцінювати здобуті знання;

- актуалізувати життєвий досвід в адекватних ситуаціях;
- взаємодіяти з усіма суб'єктами навчального процесу [31, с. 15].

Використання ужиткового експерименту в навчанні хімії – один з чинників, що сприяє розвитку дослідницької діяльності учнів.

Ужитковий хімічний експеримент прищеплює навички планування своєї роботи та здійснення самоконтролю, виховує акуратність, повагу та любов до праці. Він також відіграє важливу роль в екологічному вихованні школярів, розкриває суть екологічних проблем, формує навички екологічно грамотної поведінки в побуті і довкіллі.

Загалом, ужитковий хімічний експеримент сприяє загальному вихованню і всебічному розвитку особистості.

Визначають наступні методичні умови використання ужиткового хімічного експерименту на сучасних уроках хімії:

- вже на ранніх стадіях навчання запалювати в учнів інтерес до навчання і підтримувати його за допомогою хімічного експерименту у нестандартному виконанні;
- розвивати пізнавальну мотивацію, стимулювати до навчання і пізнання;
- сприяти самоствердженню і самореалізації учнів через навчання методом ужиткового експерименту у нестандартному виконанні.

Дотримання саме цих умов здатне забезпечити ефективність ужиткового хімічного експериментування як засобу набуття хімічних знань [59, с. 17].

Поняття ужиткового експерименту також використовується у контексті викладання фізики, проте напрацювань з цієї теми небагато.

Ужитковий фізичний експеримент – це експеримент, під час проведення якого використовують речовини та матеріали побуту. Використання ужиткового фізичного експерименту сприяє створенню близьких до реалій життя проблемних ситуацій, для розв'язування яких студенти мобілізують свої знання, уміння, досвід. А це забезпечує розвиток інтересу в студентів до вивчення фізики [18, с. 238].

3.2. Поняття «ботанічного ужиткового експерименту»

Біологія – це експериментальна наука, тому серед методів навчання біології чимале значення має навчальний біологічний експеримент. Особливо велика роль його в викладанні біології в 6 класі. Вона визначається змістом предмета (значне місце в ньому займає фізіологічний матеріал), початковим місцем його в курсі біології середньої школи, віковими психологічними особливостями дітей (переважання образного, конкретного мислення над абстрактним, нерозвиненість ряду пізнавальних умінь), дидактичними можливостями біологічного експерименту [5, с. 4]. Важливе місце експерименту займає й у вивченні біології в 9 класі, як частина допрофільної підготовки учнів.

Одним із концептуальних положень реалізації змісту біологічної освіти в основній школі є посилення практичної спрямованості й прикладного значення біологічних знань, що є одним із шляхів зацікавлення навчальним предметом і засобом формування в учнів предметних (біологічних) компетентностей. Це положення можна реалізувати через виконання учнями практичної частини навчальної програми з біології, в тому числі дослідів [34; 35].

Однак як показує практика, використання навчального біологічного експерименту суттєво обмежене в усіх його проявах, що пов'язано, передусім, з відсутністю належної матеріальної бази.

У зв'язку з цим, при підготовці виконання практичної частини програм вчителям більше уваги необхідно приділяти проведенню ужиткового експерименту.

Ретельні пошуки засвідчили, що такі поняття, як «ужитковий біологічний експеримент», «ужитковий ботанічний експеримент», а також будь-які інші згадки про можливості використання ужиткового експерименту в процесі вивчення біології відсутні.

З огляду на це ми пропонуємо наступне авторське визначення: ботанічний ужитковий експеримент – це вид навчального експерименту, спрямований на вивчення і демонстрування біологічних процесів на основі доступних ботанічних об'єктів в умовах, доступних для проведення в побуті.

3.3. Можливості використання ботанічного ужиткового експерименту згідно вимог чинної навчальної програми з біології в основній школі

Аналіз чинної навчальної програми показав, що ботанічний ужитковий експеримент може бути використаний у навчанні біології в 6-му та 9-му класах.

Перелік обов'язкових для вивчення об'єктів і процесів природи зафіксований у навчальних темах програми. Учні мають їх спостерігати й відкривати для себе, включаючись у діяльність, що має на меті дослідження структури, властивостей, взаємозв'язків. У результаті навчання школярі здобувають емпіричні знання, які збагачуються теоретичними знаннями про ці об'єкти та процеси природи.

Зміст навчального матеріалу в темах програми сформульований стисло, що дає змогу вчителю, враховуючи рівень розвитку учнів, творчо планувати вивчення матеріалу, доповнювати й поглиблювати зміст, виділяти час для осмислення учнями навчального матеріалу, виконання лабораторних і практичних робіт, систематизації й узагальнення знань, самостійної й творчої пізнавальної діяльності, самоконтролю знань і умінь [6, с. 9].

Програмою передбачено постановку і демонстрування дослідів, лабораторних досліджень, дослідницьких практикумів, лабораторних і практичних робіт, міні-проектів і проектів.

Значна кількість передбачених програмою дослідів дозволяє вчителю використовувати багаті можливості експерименту для навчання, розвитку та виховання учнів, а також проводити планомірну роботу з формуванням і розвитку в учнів понять про експеримент як метод науки. Однак дидактичні

можливості експерименту можуть бути реалізовані повніше, якщо розширити тематику навчальних дослідів в 6-му та 9-му класах – збільшити кількість демонстраційних дослідів і урізноманітнити їх теми з посиленням їх ужиткового спрямування [5, с. 5].

Відповідно до змісту навчання та вимог до рівня загальноосвітньої підготовки учнів нами запропонована орієнтовна тематика ужиткових експериментів для 6-го класу (Таблиця 3.1.) та для 9-го класу (Таблиця 3.2.), що можуть бути застосовані для реалізації практичної частини програми: проведення дослідів, лабораторних і практичних робіт, здійснення проектної діяльності.

Таблиця 3.1.

Тематика ужиткових експериментів при вивченні біології в 6-му класі

№	Назва навчальної теми	Тема ботанічного ужиткового експерименту
1	Клітина	Демонстрування клітин, помітних неозброєним оком
		Надходження води в клітину (на основі моделі з целофанового мішечка)
		Надходження розчинених у воді речовин у клітину (на основі моделі з целофанового мішечка)
2	Рослини	Скелетування листя
		Вивчення походження білого забарвлення пелюсток квітів
		Фарбування квітів харчовими барвниками
		«Фотографія життям» (За К. А. Тімірязевим)
		Спостереження і дослідження фотосинтезу з використанням плаваючих листових дисків
		Вирощування рослини з двома стеблами з одного насіння
		Вирощування рослин з химерними стеблами
		Дослідження впливу тютюнового диму на ріст рослин
		Вивчення впливу саліцилової кислоти на ріст рослин
		Вивчення впливу дріжджів на укорінення живців
		Вивчення впливу дотиків на ріст рослин
		Вивчення гідротропізму коренів
		Рух лусок шишок хвойних рослин
		Дослідження впливу етилену на опадання листя (штучний листопад)
Опадання листків під впливом тютюнового диму		
Вплив листкової пластинки на тривалість життя листка		

Тематика ужиткових експериментів при вивченні біології в 9-му класі

№	Назва навчальної теми	Тема ботанічного ужиткового експерименту
1	Хімічний склад клітини	Отримання чорнил з рослинного матеріалу
		Отримання жовтого барвника з сухої луски цибулі
		Отримання обліпихової (морквяної) олії
		Вивчення бактерицидної дії фітонцидів гірчиці
2	Структура клітини	Вивчення явища осмосу в бульбах картоплі
		Виготовлення індикаторного паперу з розчинів антоціанів
		Утворення кілець відмирання на листках
3	Принципи функціонування клітин	Розподіл пігментів зеленого листка методом паперової хроматографії
		Розподіл пігментів листка за Краусом
		Флуоресценція хлорофілу

РОЗДІЛ 4

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ОКРЕМИХ КОМПОНЕНТІВ БІОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ЗАСОБАМИ БОТАНІЧНОГО УЖИТКОВОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

4.1. Фізіологічні процеси та явища в рослин, доступні для демонстрування засобами ужиткового експерименту

Навчальний експеримент проводять більшою мірою при вивченні фізіологічних процесів [11, с. 149].

До складу тематики ужиткових ботанічних експериментів можна рекомендувати дослід, що демонструють:

- 1) саме досліджуване явище (наприклад, транспорт речовин судинами);
- 2) умови протікання явища і його основні закономірності – в тих випадках, коли це має велике пізнавальне або практичне значення (наприклад, утворення хлорофілу в листках на світлі);
- 3) вплив різних зовнішніх умов (наприклад, тютюнового диму на ріст рослин).

Бажано знайомити учнів і з дослідом, що показує застосування знань про досліджуване явище у практичній діяльності (наприклад, використання явища ростових кореляцій у рослинництві) [5, с. 5].

Засобами ботанічних експериментів ужиткового спрямування можна формувати окремі компоненти біологічної компетентності. Знаннєвий компонент включає знання про фізіологічні процеси та явища, діяльнісний – інтелектуальні та практичні вміння в процесі виконання експериментів, ціннісний – ціннісні орієнтації учнів [26, с. 3].

Нами було запропоновано 12 тем ужиткових експериментів, що демонструють різні фізіологічні процеси та явища з урахуванням формування окремих компонентів предметної (біологічної) компетентності: знаннєвого, діяльнісного та ціннісного (Таблиця 4.1.).

**Формування окремих компонентів біологічної компетентності засобами
ботанічного ужиткового експерименту**

№	Назва експерименту	Фізіологічний процес або явище, що демонструється	Компонент компетентності, що формується
1	Вивчення явища осмосу в бульбах картоплі	Явище осмосу в рослинних клітинах	<p>– знаннєвий – учень оперує термінами: клітинна мембрана, осмос; пояснює роль мембран у життєдіяльності клітин;</p> <p>– діяльнісний – учень планує і проводить експеримент, що демонструє явище осмосу; спостерігає та описує хід виконання досліду, прогнозує і фіксує результати, робить висновки;</p> <p>– ціннісний – учень усвідомлює, що клітина – цілісна система, оцінює роль явища осмосу в біологічних системах.</p>
2	Виготовлення індикаторного паперу з розчинів антоціанів	Індикаторні властивості антоціанів	<p>– знаннєвий – учень оперує термінами: вакуоля, клітинний сік, пігмент, водневий показник (рН); знає про індикаторні властивості антоціанів;</p> <p>– діяльнісний – учень планує і проводить експеримент, описує спостереження, фіксує результати та робить висновки; отримує витяжку пігментів, добирає доступні в побуті речовини з різним показником рН, готує розчини, використовує індикатори для визначення характеру середовища розчинів; дотримується правил безпечного поводження з побутовими хімікатами; використовує здобуті знання і навички для виготовлення саморобного індикаторного паперу і перевірки його ефективності;</p> <p>– ціннісний – учень висловлює судження щодо можливості використання індикаторних властивостей антоціанів в практичній діяльності людини; оцінює ефективність і економічність індикаторів, виготовлених власноруч.</p>
3	Отримання чорнил з рослинного матеріалу	Властивості дубильних речовин	<p>– знаннєвий – учень оперує термінами: речовини вторинного походження, дубильні речовини; знає про властивість танінів чорніти в присутності солей заліза;</p> <p>– діяльнісний – учень планує і проводить експеримент, описує спостереження, фіксує результати та робить висновки; готує розчин із заданою концентрацією, отримує водну витяжку з чайного листка; дотримується правил безпечного поводження з засобами захисту рослин (залізним купоросом); використовує здобуті знання і навички для виготовлення</p>

			саморобних чорнил; – ціннісний – учень висловлює судження щодо можливості використання дубильних речовин в практичній діяльності людини; оцінює ефективність власноруч виготовлених чорнил.
4	Розподіл пігментів зеленого листка методом паперової хроматографії	Розподіл пігментів зеленого листка	– знаннєвий – учень називає пігменти зеленого листка; пояснює зелений колір рослин; характеризує метод хроматографії; – діяльнісний – учень планує і проводить експеримент, описує спостереження, фіксує результати та робить висновки; отримує спиртову витяжку пігментів листка; практикує метод паперової хроматографії для розподілу пігментів листка; – ціннісний – учень висловлює судження щодо планетарної ролі фотосинтезу; оцінює значення методу хроматографії.
5	«Фотографія життям» (За К.А.Тімірязевим)	Утворення хлорофілу в листках рослин під дією сонячного світла	– знаннєвий – учень оперує термінами: хлорофіл, фотосинтез; називає умови, необхідні для життєдіяльності рослин; – діяльнісний – учень планує спостереження будови та життєдіяльності рослин; прогнозує результати спостережень; практикує дослід, що підтверджує утворення хлорофілу під дією світла; фіксує результати дослідження та робить висновки; уміє пророщувати насінини, застосовує знання для догляду за рослинами; – ціннісний – учень оцінює значення світла в житті рослин.
6	Спостереження і дослідження фотосинтезу з використанням плаваючих листових дисків.	Утворення кисню в листках рослин в процесі фотосинтезу	– знаннєвий – учень оперує терміном «фотосинтез»; називає умови, за яких відбувається фотосинтез; – діяльнісний – учень практикує дослід, що показує процес фотосинтезу в дії; планує спостереження, прогнозує і фіксує результати дослідження, робить висновки; уміє готувати розчини; – ціннісний – учень оцінює значення фотосинтезу; робить висновок про фотосинтез як характерну особливість рослин.
7	Фарбування квітів харчовими барвниками	Висхідний рух речовин судинами рослин	– знаннєвий – учень оперує термінами: ксилема, судини; називає провідні елементи рослин; пояснює транспорт речовин; – діяльнісний – учень практикує дослід, що демонструє транспорт речовин судинами; планує спостереження, прогнозує і фіксує результати дослідження, робить висновки; уміє готувати розчини; застосовує знання і навички для фарбування квітів;

			<p>– ціннісний – учень оцінює значення транспорту речовин в житті рослин, можливості використання цього процесу в повсякденному житті.</p>
8	Вирощування рослини з двома стеблами з одного насіння	Ростова кореляція – гальмування росту бічних бруньок верхівковою брунькою	<p>– знаннєвий – учень оперує термінами: вегетативні органи, ріст рослин; характеризує бруньку як зачаток пагона;</p> <p>– діяльнісний – учень описує ріст і розвиток рослинного організму; планує спостереження будови та життєдіяльності рослини; прогнозує результати спостережень; практикує дослід, що підтверджує явище ростової кореляції; фіксує результати дослідів та робить висновки; уміє пророщувати насіння; застосовує знання для догляду за рослинами;</p> <p>– ціннісний – учень усвідомлює, що рослина – цілісний організм; оцінює значення ростових кореляцій.</p>
9	Дослідження впливу тютюнового диму на ріст рослин	Ріст рослин під впливом тютюнового диму	<p>– знаннєвий – учень оперує термінами: ріст, розвиток рослин; називає умови і речовини, необхідні для життєдіяльності рослин;</p> <p>– діяльнісний – учень описує ріст і розвиток рослинного організму; планує і проводить експеримент з вивчення впливу тютюнового диму на ріст рослин; спостерігає та описує хід виконання дослідів, прогнозує і фіксує результати, робить висновки; уміє пророщувати насіння;</p> <p>– ціннісний – учень усвідомлює негативний вплив тютюнового диму на живі організми.</p>
10	Вивчення впливу дотиків на ріст рослин	Рухові реакції рослини на дотики	<p>– знаннєвий – учень наводить приклади рухів рослин;</p> <p>– діяльнісний – учень планує і проводить експеримент з вивчення впливу дотиків на ріст рослин; спостерігає та описує хід виконання дослідів, прогнозує і фіксує результати, робить висновки; уміє пророщувати насіння; застосовує знання для догляду за рослинами;</p> <p>– ціннісний – учень усвідомлює негативний вплив тривалої дії подразників на живі організми.</p>
11	Вивчення гідротропізму коренів	Гідротропізм кореня	<p>– знаннєвий – учень наводить приклади рухів рослин;</p> <p>– діяльнісний – учень планує і проводить експеримент з вивчення гідротропізму кореня; спостерігає та описує хід виконання дослідів, прогнозує і фіксує результати, робить висновки; уміє пророщувати насіння; обчислює площу круга і його частин;</p>

			– ціннісний – учень оцінює значення явища гідротропізму в житті рослин.
12	Дослідження впливу етилену на опадання листя (штучний листопад)	Листопад рослин під впливом етилену	– знаннєвий – учень наводить приклади періодичних явищ в житті рослин; пояснює явище листопада; – діяльнісний – учень планує і проводить експеримент з вивчення впливу етилену на опадання листків; спостерігає та описує хід виконання досліду, прогнозує і фіксує результати, робить висновки; – ціннісний – учень оцінює значення явища листопада в житті рослин, висловлює судження щодо можливості використання властивостей етилену в практичній діяльності.

4.2. Методика застосування методу ужиткового експерименту при навчанні біології в 6-му та 9-му класах

До ужиткових експериментів визначеної тематики були розроблені відповідні інструкції до проведення з додатковими поясненнями для вчителів щодо ходу експерименту та очікуваних результатів.

Всі 12 експериментів були виконані як в домашніх умовах, так і в ході практичних занять з дисципліни «Дослідна робота з біології» в університеті.

Дослід № 1

Тема: Вивчення явища осмосу в бульбах картоплі.

Матеріали: 2 бульби картоплі (одна – сира, друга – відварена), кухонна сіль (NaCl), вода.

Обладнання: чашки Петрі, ніж.

Тривалість: 2 год.

Мета: продемонструвати явище осмосу за допомогою бульб картоплі в якості моделі клітинної мембрани; показати неможливість осмосу в неживих клітинах.

Етапи проведення: підготовчий, власне проведення досліду, аналіз результатів та висновки.

Досліджуваний фізіологічний процес або частина об'єкта: явище осмосу в рослинних клітинах.

Частина курсу біології: Біологія 9-го класу.

Навчальна тема: Структура клітини.

Ключові компетенції, що формуються: спілкування державною і рідною мовами, вміння вчитися; основні компетенції у природничих науках і технологіях.

Окремі компоненти біологічної компетентності, що формуються:

а) знаннєвий компонент – учень оперує термінами: клітинна мембрана, осмос; пояснює роль мембран у життєдіяльності клітин;

б) діяльнісний компонент – учень планує і проводить експеримент, що демонструє явище осмосу; спостерігає та описує хід виконання досліду, прогнозує і фіксує результати, робить висновки;

в) ціннісний компонент – учень усвідомлює, що клітина – цілісна система, оцінює роль явища осмосу в біологічних системах.

Можливі помилки і труднощі в проведенні: недотримання рекомендованого часу може вплинути на результати досліду: при недостатній кількості часу вода не встигає проникнути всередину порожнини і розчинити сіль, а якщо залишити дослід на більш тривалий час, сира картопля може зіпсуватися.

Основні відомості

Осмос – це перехід молекул розчинника із області з більш високою його концентрацією в область з більш низькою концентрацією через напівпроникну мембрану [42, с. 44].

При вивченні осмотичних явищ в рослинних клітинах зазвичай розглядається спрощена модель, в якій напівпроникною мембраною вважається система, що складається з плазмалемми і тонопласта одночасно. Оскільки мембрана вибірково проникна і вода проходить через неї значно легше, ніж речовини, розчинені в клітинному соку і цитоплазмі, при

поміщенні клітини в воду остання за законами осмосу буде надходити всередину клітини [50, с. 190].

Вибіркова проникність мембран є важливою властивістю живих непошкоджених клітин, що забезпечує збереження внутрішньоклітинного середовища (гомеостазу) [64, с. 15].

Хід роботи

1. Розріжте сиру та варену картоплини на дві рівні половини. Залиште 1 половину сирої, 1 половину вареної картоплі.
2. Видаліть смужку шириною близько 1 см від основи кожної половини.
3. Зробіть невелику порожнину в центрі з більш широкої сторони кожної половини картоплі.
4. Налийте рівну кількість води в дві половинки чашки Петрі.
5. Опустіть кожну половину картоплі у відповідну чашку Петрі з водою основою вниз.
6. Покладіть пів чайної ложки кухонної солі в порожнину кожної половини картоплі.
7. Залиште два зразки на дві години.
8. Через дві години уважно огляньте два зразка.
9. Зробіть висновок про сутність явища осмосу та його значення для біологічних систем.

Пояснення щодо ходу експерименту та очікуваних результатів

Для спостереження явища осмосу використовується бульба картоплі в якості моделі вибірково проникної мембрани. Концентрація молекул води вище за межами порожнини картоплини, а концентрація солі (розчиненої речовини) вище всередині порожнини картоплини.

В результаті молекули води рухаються ззовні в порожнину сирої картоплини (живі клітини), яка діє як вибірково проникна мембрана. Вода накопичується всередині порожнини. Варена бульба картоплі складається з мертвих клітин, тому процес осмосу не відбувається.

Дослід № 2

Тема: Виготовлення індикаторного паперу з розчинів антоціанів.

Матеріали: капуста червоноголова, вода, фільтрувальний папір, оцет, лимонна кислота, харчова сода, пральний порошок, універсальний індикаторний папір, вата, сірники.

Обладнання: ніж, кухонна дошка, каструля, пінцет, воронка, пластикові ложки, пластикові стакани, чашки Петрі, ножиці, лінійка, олівець.

Тривалість: 3 год.

Мета: вивчити властивості антоціанів; отримати з доступних в побуті матеріалів універсальний індикатор та перевірити його ефективність.

Етапи проведення: підготовчий, власне проведення досліду, аналіз результатів та висновки.

Досліджуваний фізіологічний процес або частина об'єкта: індикаторні властивості антоціанів.

Частина курсу біології: Біологія 9-го класу.

Навчальна тема: Структура клітини.

Ключові компетенції, що формуються: спілкування державною і рідною мовами; вміння вчитися; основні компетенції у природничих науках і технологіях; ініціативність і підприємливість.

Окремі компоненти біологічної компетентності, що формуються:

а) знання компонент – учень оперує термінами: вакуоля, клітинний сік, пігмент, водневий показник (рН); знає про індикаторні властивості антоціанів;

б) діяльнісний компонент – учень планує і проводить експеримент, описує спостереження, фіксує результати та робить висновки; отримує витяжку пігментів, добирає доступні в побуті речовини з різним показником рН, готує розчини, використовує індикатори для визначення характеру середовища розчинів; дотримується правил безпечного поводження з побутовими хімікатами; використовує здобуті знання і навички для виготовлення саморобного індикаторного паперу і перевірки його ефективності;

в) ціннісний компонент – учень висловлює судження щодо можливості використання індикаторних властивостей антоціанів в практичній діяльності людини; оцінює ефективність і економічність індикаторів, виготовлених власноруч.

Можливі помилки і труднощі в проведенні: так як учням необхідно самостійно визначити оптимальне співвідношення сировини і розчинника, є ймовірність отримати індикаторний папір з недостатньою інтенсивністю забарвлення, що погіршує його індикаторні властивості.

Основні відомості

Вакуолями називають органели, заповнені рідиною (клітинним соком) і оточені однією мембраною – тонопластом. Клітинний сік являє собою водний розчин мінеральних і органічних речовин; у вакуолях деяких клітин містяться водорозчинні пігменти, головним чином антоціани. Саме антоціани забезпечують багатоманітність забарвлення квіток, плодів та листків. Вони здатні надавати рослинним тканинам широкий спектр відтінків – від рожевого до чорно-фіолетового [12; 62; 37].

Антоціани рослин відносяться до групи індикаторів – речовин, що змінюють своє забарвлення в залежності від реакції середовища. Тому витяжка з забарвлених в червоний і синій колір органів рослин може бути використана для виготовлення індикаторного паперу [4, с. 19].

Хід роботи

1. Дрібно нарізаний качан капусти насипте у каструлю і залийте водою так, щоб вона ледь вкривала сировину.
2. Поставте каструлю на вогонь, доведіть її вміст до кипіння і кип'ятіть 1-2 хв.
3. Отриманий відвар охолодіть та відфільтруйте.
4. У стакан з відфільтрованим відваром опустіть скручений у трубку сухий фільтрувальний папір на 1-2 хвилини. Аналогічно опустіть у чашку Петрі з відваром кружок з фільтрувального паперу (для виготовлення шкали рН індикатора).

5. Процедуру повторіть декілька разів, кожен раз висушуючи папір на рівній поверхні.

6. Розріжте отриманий забарвлений лист фільтрувального паперу на рівні смужки.

7. Приготуйте у пластикових стаканах водні розчини лимонної кислоти, оцту, харчової соди та миючого засобу. Один стакан залиште з водою.

8. По черзі опустіть 5 виготовлених смужок індикаторного паперу у відповідні розчини з різним показником рН. Зверніть увагу на зміну кольору смужок.

9. За допомогою стандартного універсального індикаторного паперу визначте рН кожного розчину.

10. Виготовте шкалу рН індикатора, виготовленого з червоноголової капусти: на отриманий забарвлений кружок з фільтрувального паперу ватними паличками нанесіть точками кожний з розчинів і зазначте відповідні показники рН.

11. Зробіть висновок про властивості антоціанів та ефективність отриманого універсального індикатора.

Пояснення щодо ходу експерименту та очікуваних результатів

Приклади рослинної сировини, що містить антоціани: пелюстки яскраво-червоних троянд, блакитних волошок, фіолетових братків; плоди яблуні, вишні, винограду, чорниці, лохини; листки і стебла гречки; головка червонокочанної капусти, коренеплоди столового буряка, молода червона кора евкالیпта, червоне осіннє листя тощо. Одним з найбільш зручних та доступних рослинних матеріалів для досліду є червоноголова капуста.

Антоціани добре розчинні у воді, при отриманні витяжки вільно виходять з клітин, фарбуючи воду в рожевий, синій або зелений колір.

Індикаторні властивості антоціанів пов'язані з тим, що при дії мінеральних та органічних кислот вони утворюють солі червоного, при дії лугів – синього кольору. Переваги роботи з паперовими смужками універсального індикатора очевидні – працювати зручніше, ніж з розчином;

можна визначити не тільки характер середовища, але і те, наскільки воно кисле або лужне [4; 53].

При наявності фабричного універсального індикаторного паперу з еталонною шкалою можна визначити кількісне значення рН отриманих 5-ти розчинів і на цій основі створити шкалу для індикатора, виготовленого власноруч.

Дослід № 3

Тема: Отримання чорнил з рослинного матеріалу.

Матеріали: чорний чай у пакетиках, залізний купорос, вода, фільтрувальний папір, цукор.

Обладнання: випарювальна чашка, водяна баня, воронка, пластикові стакани, пластикові ложки, одноразовий шприц на 2 мл без голки.

Тривалість: 2 год.

Мета: вивчити властивості дубильних речовин, отримати з доступних в побуті матеріалів чорнила.

Етапи проведення: підготовчий, власне проведення досліду, аналіз результатів та висновки.

Досліджуваний фізіологічний процес або частина об'єкта: властивості дубильних речовин.

Частина курсу біології: Біологія 9-го класу.

Навчальна тема: Хімічний склад клітини.

Ключові компетенції, що формуються: спілкування державною і рідною мовами; математична компетентність; уміння вчитися; основні компетенції у природничих науках і технологіях.

Окремі компоненти біологічної компетентності, що формуються:

а) знаннєвий компонент – учень оперує термінами: речовини вторинного походження, дубильні речовини; знає про властивість танінів чорніти в присутності солей заліза;

б) діяльнісний компонент – учень планує і проводить експеримент, описує спостереження, фіксує результати та робить висновки; готує розчин із

заданою концентрацією, отримує водну витяжку з чайного листка; дотримується правил безпечного поводження з засобами захисту рослин (залізним купоросом); використовує здобуті знання і навички для виготовлення саморобних чорнил;

в) ціннісний компонент – учень висловлює судження щодо можливості використання дубильних речовин в практичній діяльності людини; оцінює ефективність власноруч виготовлених чорнил.

Можливі помилки і труднощі в проведенні: недотримання співвідношення компонентів та часу випаровування може призвести до того, що отримані чорнила будуть занадто рідкими та мати недостатньо інтенсивне забарвлення.

Основні відомості

В зеленій рослині вуглеводи та білки є первинним матеріалом, який утворюється безпосередньо із неорганічних сполук у процесі фотосинтезу. А вже з них внаслідок різних хімічних перетворень у живій клітині виникають усі інші органічні сполуки, які є речовинами вторинного походження. Це: органічні кислоти, дубильні речовини, алкалоїди, антибіотики та фітонциди [63, с. 10].

Дубильні речовини або таніни (танінни) – полімерні фенольні сполуки, розчинні у спирті і воді. Властивість танінів утворювати міцні зв'язки з білками, полісахаридами та іншими полімерами лежить в основі їхньої дубильної дії. В процесі дублення шкіри тварин таніни, зв'язуючись з білками колагену, підвищують стійкість отриманої шкіри до спеки, води і мікроорганізмів [37; 38].

Дубильні речовини містяться в корі, деревині, листках або плодах багатьох видів рослин. Найбільше їх в корі дуба і дубових галах; в кореневищах перстачу прямостоячого, суниць лісових, гірчака зміїного; в траві звіробою звичайного; в чаї [38, с. 17].

Характерною реакцією на дубильні речовини являється почорніння їх при обробці слабким розчином будь-якої солі заліза, наприклад сульфату заліза (II) (утворення чорнил) [38; 63].

Хід роботи

1. Приготуйте 20%-ний розчин сульфату заліза (II).
2. Візьміть 2 г чайного листка, покладіть у випарувальну чашку, залийте 50-ма мл гарячої води і нагрівайте 30-40 хв на киплячій водяній бані.
3. Розчин відфільтруйте. До осаду додайте ще 20-25 мл води, прокип'ятіть і також відфільтруйте.
4. Об'єднайте отримані фільтрати. Випаруйте витяжку до об'єму 8-10 мл. Має утворитися інтенсивно забарвлена рідина коричневого кольору.
5. За допомогою шприца відміряйте 2 мл теплового фільтрату. Додайте до нього 0,5-1 мл 20%-ного розчину сульфату заліза (II). Спостерігайте за зміною кольору.
6. До отриманих чорнил додайте 1-2 г цукру, щоб зробити їх більш густими.
7. Перевірте готові чорнила на практиці: напишіть ними будь-що на папері. Через час перевірте стан напису. Чорнила з чаю стійкі, не вицвітають.

Пояснення щодо ходу експерименту та очікуваних результатів

Існує два типи дубильних речовин: таніни, що гідролізуються і конденсовані таніни. Таніни, що гідролізуються – це гетерогенні полімери, що складаються з фенольних кислот (зазвичай галової кислоти) і моносахариду (найчастіше глюкози). Найпростішим прикладом цього типу є танін із сумаху. Конденсовані таніни утворюються шляхом конденсації фенольних сполук, наприклад катехінів [37; 38].

В результаті полімеризації катехінів в рослинах утворюються дубильні речовини, які в присутності солей заліза (5-10 г на 100 г рослинної сировини) дають зелені, сині або чорні сполуки. На цьому ґрунтується отримання рослинних чорнил [4, с. 45].

Чорний барвник можна отримати також з кори дуба, зелених оплоднів гіркокаштана, плодів бузини чорної, кореневищ перстачу прямостоячого. У кожній рослині дубильні речовини представлені складним комплексом

близьких за складом сполук. Тому відтінок отриманих чорнил буде залежати від виду рослини навіть при приготуванні їх за єдиною методикою [4, с. 48].

Дослід № 4

Тема: Розподіл пігментів зеленого листка методом паперової хроматографії.

Матеріали: свіжі листки рослин, 95%-ний етиловий спирт, крейда, фільтрувальний папір.

Обладнання: ступка фарфорова, ножиці, ніж, пластикова пляшка, пластикові стакани, олівець, степлер.

Тривалість: 2 год.

Мета: вивчити вміст та властивості пігментів зеленого листка на основі їх розподілу методом паперової хроматографії.

Етапи проведення: підготовчий, власне проведення досліду, аналіз результатів та висновки.

Досліджуваний фізіологічний процес або частина об'єкта: розподіл пігментів зеленого листка.

Частина курсу біології: Біологія 9-го класу.

Навчальна тема: Принципи функціонування клітини.

Ключові компетенції, що формуються: спілкування державною і рідною мовами; вміння вчитися; основні компетенції у природничих науках і технологіях.

Окремі компоненти біологічної компетентності, що формуються:

а) знаннєвий компонент – учень називає пігменти зеленого листка; пояснює зелений колір рослин; характеризує метод хроматографії;

б) діяльнісний компонент – учень планує і проводить експеримент, описує спостереження, фіксує результати та робить висновки; отримує спиртову витяжку пігментів листка; практикує метод паперової хроматографії для розподілу пігментів листка;

в) ціннісний компонент – учень висловлює судження щодо планетарної ролі фотосинтезу; оцінює значення методу хроматографії.

Можливі помилки і труднощі в проведенні: важливо вдало обрати рослини, краще використовувати листки тіньовитривалих рослин для отримання більш концентрованої витяжки пігментів. Не придатні для отримання хлорофільних витяжок листки бегонії, так як вони містять багато органічних кислот, що здатні руйнувати хлорофіл.

Основні відомості

Всі фотосинтезуючі організми містять пігменти, які вибірково поглинають видиме світло, запускаючи тим самим хімічні реакції фотосинтезу. Непоглинені ділянки сонячного світла відбиваються, що і зумовлює забарвлення пігмента. Так, зелений пігмент хлорофіл поглинає червоні і сині промені, тоді як зелені, в основному відбиваються. Пігменти пластид належать до трьох класів: хлорофіли, каротиноїди і фікобіліни [37; 42].

Найважливішу роль в процесі фотосинтезу відіграють зелені пігменти – хлорофіли. В даний час відомо близько десяти хлорофілів, які відрізняються хімічним складом, забарвленням, поширенням серед живих організмів. У всіх вищих рослин містяться хлорофіли а і b. Хлорофіл с виявлений в діатомових водоростях, хлорофіл d – в червоних водоростях. Крім того, відомі бактеріохлорофіли, що містяться в клітинах фотосинтезуючих бактерій.

Каротиноїди – жовті, оранжеві та червоні пігменти, що знайдені в усіх фотосинтезуючих клітинах і є обов'язковим компонентом фотосинтетичного апарата рослин. Основними представниками каротиноїдів у вищих рослин є β -каротин і ксантофіли.

Фікобіліни – червоні і сині пігменти, що містяться у ціанобактеріях і деяких водоростях [42; 61].

Хлорофіли і каротиноїди нерозчинні у воді, тому з листків їх екстрагують за допомогою спирту або інших органічних розчинників. Зі спиртової витяжки окремі пігменти можна виділити методом хроматографії.

Метод адсорбційної хроматографії, розроблений російським вченим М. С. Цветом для вивчення пігментів фотосинтезу, полягає в тому, що через колонку з сорбентом пропускається розчин з розчиненими речовинами. Так як

речовини різняться за ступенем адсорбції, вони рухаються з різною швидкістю. В результаті відбувається розподіл речовин. Цей метод широко використовується в сучасній біохімії, хімії та деяких галузях промисловості. [37; 50]. Для вивчення пігментів в наш час найбільш поширеною є паперова хроматографія [12, с. 48].

Хід роботи

1. Декілька свіжих зелених листків (без середньої жилки і черешка) нарежьте ножицями і покладіть у ступку.
2. До подрібнених листків додайте 5-10 мл етилового спирту та на кінчику ножа CaCO_3 (крейду) для нейтралізації кислот клітинного соку.
3. Суміш старанно розітріть до однорідної маси. Додайте ще етилового спирту і обережно продовжуйте розтирання, доки спирт не забарвиться в інтенсивно зелений колір.
4. Ножем відріжте верхню частину пластикової пляшки, щоб зробити воронку.
5. Складіть паперовий фільтр і помістіть його у воронку. Спиртову витяжку з листків відфільтруйте у чистий стакан.
6. Відріжте смужку фільтрувального паперу шириною 4 см, довжиною 15 см, один з кінців намотайте на олівець і закріпіть за допомогою степлера, а протилежний кінець занурте у стакан з витяжкою.
7. Залиште смужку зануреною у витяжку на двадцять хвилин.
8. Спостерігайте появу на папері смуг різного кольору. Висушіть смужку, замалюйте хроматограму.
9. За тим же алгоритмом виконайте розподіл пігментів листків, що мають інше забарвлення. Порівняйте результати.
10. Зробіть висновок про те, які пігменти входять до складу листка і чим обумовлений розподіл пігментів методом паперової хроматографії.

Пояснення щодо ходу експерименту та очікуваних результатів

Для вивчення властивостей пігментів хлоропластів їх вилучають із зелених тканин рослин і відокремлюють один від одного. Пігменти певним

чином вбудовані в мембрани тилакоїдів. Вилучення пігментів фотосинтетичного апарату полягає в механічному руйнуванні клітинних структур (гомогенізація тканин рослин), наприклад, шляхом їх розтирання з використанням органічних розчинників, що добре відокремлюють пігменти від їх ліпопротеїнового носія. Найкраще зелені пігменти екстрагуються з листків полярними розчинниками (етиловим спиртом, ацетоном) [38; 60].

Краще, якщо витяжка буде концентрованою, темно-зеленою. Можна використовувати листки будь-яких трав'янистих, але зручніше за все кімнатних тіньовитривалих рослин. Вони м'які, легко розтираються, містять багато хлорофілу. Гарним об'єктом є листки аспідистри, пеларгонії [4, с.53].

Розподіл пігментів обумовлений їх різною адсорбцією (поглинанням в поверхневому шарі) на фільтрувальному папері і неоднаковою розчинністю в розчиннику. Каротиноїди гірше, в порівнянні з хлорофілом, адсорбуються на папері, більше розчиняються в спирті, тому рухаються по фільтрувальному паперу даліше, ніж хлорофіл.

Кількість хлорофілу в сформованих листках приблизно в 3 рази вище, ніж каротиноїдів, тому жовтий колір каротиноїдів маскується зеленим кольором хлорофілу. Кількісне співвідношення хлорофілу і каротиноїдів не є постійним, залежить від віку листка, фізіологічного стану рослин. Якщо вміст хлорофілу зменшується, листя набувають жовто-зеленого, жовтого кольору [4, с.54].

Червоний колір осіннього листя також може бути наслідком посиленого синтезу антоціанів. Руйнування хлорофілу, що відбувається восени, робить антоціанове забарвлення більш помітним [9, с. 138].

Дослід № 5

Тема: «Фотографія життям» (За К. А. Тімірязевим).

Матеріали: насіння крес-салату, вода, фільтрувальний папір, картон, папір.

Обладнання: дерев'яний ящик, лінійка, олівець, канцелярський ніж, цвяхи, молоток.

Тривалість: тиждень.

Мета: показати, що для утворення хлорофілу у листку необхідне світло.

Етапи проведення: підготовчий, власне проведення досліду, аналіз результатів та висновки.

Досліджуваний фізіологічний процес або частина об'єкта: утворення хлорофілу в листках рослин під дією сонячного світла.

Частина курсу біології: Біологія 6-го класу.

Навчальна тема: Рослини.

Ключові компетенції, що формуються: спілкування державною і рідною мовами, вміння вчитися; основні компетенції у природничих науках і технологіях.

Окремі компоненти біологічної компетентності, що формуються:

а) знаннєвий компонент – учень оперує термінами: хлорофіл, фотосинтез; називає умови, необхідні для життєдіяльності рослин;

б) діяльнісний компонент – учень планує спостереження будови та життєдіяльності рослин; прогнозує результати спостережень; практикує дослід, що підтверджує утворення хлорофілу під дією світла; фіксує результати досліду та робить висновки; уміє пророщувати насінини, застосовує знання для догляду за рослинами;

в) ціннісний компонент – учень оцінює значення світла в житті рослин.

Можливі помилки і труднощі в проведенні: в ході пророщування насіння у темному місці при певних несприятливих умовах (висока вологість повітря, слабка вентиляція, надмірне зволоження субстрату) є високий ризик появи цвілі. Тому варто добирати таке місце, де ці фактори будуть мінімізовані. Крім того, при виставленні ящика з ростками на світло, важливо щільно прикріпити картон з прорізанним написом, так як при наявності щілин і дифузному поширенні світла, в підсумку отримана маса листків позеленіє мозаїчно, тобто буде відсутній контраст і чіткого напису не спостерігатиметься.

Основні відомості

Климент Аркадійович Тімірязєв писав, що «зерно хлорофілу – вихідна точка будь-якого органічного руху, всього того, що ми розуміємо під словом життя» [58, с. 17].

Саме хлорофіл надає рослинам характерний зелений колір і відіграє найважливішу роль в процесі фотосинтезу.

Проростки рослин, що виростили за відсутності світла, називають етіологованими. Такі проростки характеризуються зміненою формою (витягнуті стебла, нерозвинені листки) і слабким жовтим забарвленням (хлорофілу в них немає). Утворення хлорофілу вимагає світла [37; 61].

Хід роботи

1. Візьміть плоский дерев'яний ящик, на дно покладіть декілька шарів фільтрувального паперу.
2. Рівномірно розсійте насіння крес-салату по фільтрувальному паперу, зволоженому водою.
3. Залиште ящик з насінням у темному місці. Час від часу зволожуйте субстрат.
4. Через тиждень спостерігайте утворення майже суцільної поверхні з перших жовтих листків крес-салату.
5. На картонному листі ножем виріжте наскрізними літерами будь-яке слово (Тімірязєв обрав слово «світло»).
6. Прибийте цвяхами картонний лист до країв ящика.
7. Винесіть ящик на світло (але не на сонце).
8. Через декілька годин зніміть лист картону.
9. Спостерігайте на жовтому фоні газону з крес-салату напис зеленими літерами.
10. Зробіть висновок про значення світла для процесу фотосинтезу.

Пояснення щодо ходу експерименту та очікуваних результатів

Назва цього дослідження, як і опис, дані К. А. Тімірязєвим в його відомій праці «Сонце, життя і хлорофіл». Крес-салат був обраний вченим за швидкість

проростання та дрібні сім'ядольні листки, що важливо для створення однорідного фону. Замість крес-салату можна використовувати насіння рослин, що швидко і легко проростають: салату, гірчиці, жита, пшениці.

В оригінальному досліді в якості субстрату для пророщування була використана повсть, так як вона добре вбирає воду, насіння на ній лежать рівно, дружно сходять. Повсть можна замінити декількома шарами фільтрувального паперу або поролоновим матрацом.

Результати досвіду свідчать, що без світла у покритонасінних рослин хлорофіл не утворюється. У той же час хвойні, папороті і багато зелених водоростей здатні синтезувати хлорофіл в повній темряві. Біосинтез молекули хлорофілу включає 15 послідовних реакцій, одна з яких – приєднання двох атомів водню за місцем розриву подвійного зв'язку в четвертому пірольному кільці – відбувається на завершальній стадії біосинтезу хлорофілу. Тому для позеленіння етіюльованих проростків достатньо декількох годин освітлення [4, с.59].

Дослід № 6

Тема: Спостереження і дослідження фотосинтезу з використанням плаваючих листових дисків.

Матеріали: листки плюща, харчова сода, миючий засіб, кип'ячена вода.

Обладнання: діркопробивач, пінцет, пластикові стакани, пластикова тарілка, одноразовий шприц на 10 мл без голки, чайна ложка, пінцет.

Тривалість: 2 год.

Мета: продемонструвати процес фотосинтезу в дії з використанням плаваючих листових дисків.

Етапи проведення: підготовчий, власне проведення досліду, аналіз результатів та висновки.

Досліджуваний фізіологічний процес або частина об'єкта: утворення кисню в листках рослин в процесі фотосинтезу.

Частина курсу біології: Біологія 6-го класу.

Навчальна тема: Рослини.

Ключові компетенції, що формуються: спілкування державною і рідною мовами, вміння вчитися; основні компетенції у природничих науках і технологіях.

Окремі компоненти біологічної компетентності, що формуються:

а) знаннєвий компонент – учень оперує терміном «фотосинтез»; називає умови, за яких відбувається фотосинтез;

б) діяльнісний компонент – учень практикує дослід, що показує процес фотосинтезу в дії; планує спостереження, прогнозує і фіксує результати досліджу, робить висновки; уміє готувати розчини;

в) ціннісний компонент – учень оцінює значення фотосинтезу; робить висновок про фотосинтез як характерну особливість рослин.

Можливі помилки і труднощі в проведенні: недотримання рекомендованих пропорцій при виготовленні розчину може впливати на результат. Можуть виникнути труднощі з осіданням дисків на дно. Зазвичай це пов'язано з недостатньою кількістю миючого засобу. В цьому разі слід додати до розчину ще кілька крапель, однак надто багато миючого засобу призведе до утворення піни, що є небажаним. При вирізанні листових дисків слід уникати великих жилок, так як вони знижують їх плавучість.

Основні відомості

Зелені рослини на світлі здатні утворювати органічні речовини з неорганічних. Цей процес називається фотосинтезом. Здатність до фотосинтезу – основна ознака зелених рослин.

Фотосинтез – дуже складний процес. Відомо, що для фотосинтезу рослина використовує воду і вуглекислий газ. Потрапивши до листка, вони починають взаємодіяти. Поштовхом для цього служить енергія Сонця, яку рослина отримує завдяки хлорофілу, що міститься в хлоропластах. На світлі вода зазнає змін, внаслідок яких з неї виділяється кисень. Інша частина води поєднується з вуглекислим газом і утворює органічну речовину – глюкозу, з якої потім утворюється крохмаль, цукор та інші речовини [40, с. 124].

Спостерігати процес фотосинтезу в дії ми можемо в ході досліду з листовими дисками – кружечками, вирізаними зі звичайного листка рослини. Листкові диски за звичайних умов плавають. Якщо ми заповнимо повітряні простори водою, загальна щільність листка збільшиться і диск почне тонути. Невелика кількість бікарбонату натрію в водному розчині слугує джерелом вуглецю для фотосинтезу. В процесі фотосинтезу утворюється кисень, який надходить всередину листка, змінює його плавучість – що спричиняє підняття дисків на поверхню [68, с. 2].

Хід роботи

1. Приготуйте розчин харчової соди: додайте $\frac{1}{8}$ чайної ложки соди у 300 мл кип'яченої води і розмішайте.
2. До розчину додайте 1 краплю миючого засобу.
3. За допомогою діркопробивача виріжте з листка 10 листових дисків.
4. Вийміть поршень зі шприца і пінцетом помістіть листові диски у циліндр. Обережно вставте поршень на місце і опустіть так, щоб не пошкодити листовий матеріал і залишити у циліндрі невеликий об'єм повітря.
5. Наберіть невеликий об'єм розчину соди у шприц. Листові диски мають вільно плавати на поверхні.
6. Великим пальцем зажміть отвір шприцу і потягніть поршень на себе, щоб створити вакуум. Тримайте шприц у такому положенні близько 10 секунд.
7. Відпустіть вакуум. Розчин соди буде заповнювати повітряні простори у листку і листові диски будуть осідати на дно. Якщо цього не відбувається, слід повторити цю процедуру декілька разів.
8. Поставте шприц під джерело світла. Спостерігайте, як листові диски будуть поступово впливати на поверхню розчину. Відмітьте, через який час впливуть усі листові диски.
9. Зробіть висновок про сутність явища фотосинтезу та його значення в житті рослин.

Пояснення щодо ходу експерименту та очікуваних результатів

Цей експеримент призначений для демонстрації фотосинтезу в дії. Карбонат-іон служить джерелом діоксиду вуглецю для фотосинтезу. Миючий засіб змочує гідрофобну поверхню листка і сприяє проникненню розчину всередину. Вибір листового матеріалу – це, мабуть, найважливіший аспект всієї процедури. Поверхня листка має бути гладкою і не дуже товстою. Уникайте рослин з опушеними листками. Листки плюща і свіжого шпинату – найбільш вдалі об'єкти.

Оскільки клітинне дихання зі споживанням кисню відбувається одночасно з процесом фотосинтезу, швидкість підняття дисків є непрямим виміром чистої швидкості фотосинтезу [68, с. 2].

Можна закласти різні варіанти досліду, наприклад використовуючи листки різних рослин, або створюючи різні умови освітлення і порівняти отримані результати.

Дослід № 7

Тема: Фарбування квітів харчовими барвниками.

Матеріали: 2 білі троянди (або інші рослини з білими квітками), рідкі харчові барвники, вода.

Обладнання: 2 колби, скляні палички, ніж.

Тривалість: 1 доба.

Мета: продемонструвати транспорт води з розчиненими речовинами по судинам.

Етапи проведення: підготовчий, власне проведення досліду, аналіз результатів та висновки.

Досліджуваний фізіологічний процес або частина об'єкта: висхідний рух речовин судинами рослин.

Частина курсу біології: Біологія 6-го класу.

Навчальна тема: Рослини.

Ключові компетенції, що формуються: спілкування державною і рідною мовами, вміння вчитися; основні компетенції у природничих науках і технологіях.

Окремі компоненти біологічної компетентності, що формуються:

а) знанневий компонент – учень оперує термінами: ксилема, судини; називає провідні елементи рослин; пояснює транспорт речовин;

б) діяльнісний компонент – учень практикує дослід, що демонструє транспорт речовин судинами; планує спостереження, прогнозує і фіксує результати дослід, робить висновки; уміє готувати розчини; застосовує знання і навички для фарбування квітів;

в) ціннісний компонент – учень оцінює значення транспорту речовин в житті рослин, можливості використання цього процесу в повсякденному житті.

Можливі помилки і труднощі в проведенні: бажано використовувати свіжі рослини, так як забарвлення квітів підв'язих рослин потребує значно більше часу, що пов'язано зі зниженням швидкості транспорту речовин.

Основні відомості

Життєдіяльність рослинного організму забезпечується транспортом речовин, що здійснюється за двома напрямками: від підземних до наземних органів рухається вода з мінеральними речовинами, а від листків у напрямку кореневої системи транспортуються органічні речовини.

У квіткових рослин транспорт речовин здійснюється провідними тканинами. Поживні речовини за висхідною течією рухаються по ксилемі, а за низхідною – по флоемі. Провідні клітини ксилеми з'єднуються між собою у довгі ланцюжки, при цьому перегородки між ними зникають. Такі провідні елементи стають мертвими і називаються судинами. Стінки судин мають з внутрішнього боку потовщення у вигляді кілець, спіралі тощо. Така будова судин не випадкова, вона найкраще забезпечує рух води з розчиненими речовинами [40; 41]. Використовуючи процес висхідного руху води судинами ми можемо зафарбувати пелюстки квіток рослин.

Хід роботи

1. Приготуйте розчини барвників: у дві колби налейте однакову кількість води, у кожену ємність додайте барвник відповідного кольору, ретельно перемішайте скляними паличками.
2. Підготуйте рослини: видаліть листки, ножем зріжте кінчики стебел під гострим кутом.
3. Помістіть стебла рослин у відповідні ємності з барвниками.
4. Залиште зразки на добу. Спостерігайте поступове забарвлення пелюсток квіток у колір барвника.
5. Зробіть висновок про сутність явища транспорту речовин, його значення для життєдіяльності рослин та можливості застосування у повсякденному житті.

Пояснення щодо ходу експерименту та очікуваних результатів

Застосувавши харчові барвники, можна надати пелюсткам квіток незвичайне для даного виду забарвлення. В якості об'єктів для дослідження підійдуть будь-які рослини з квітками світлого кольору, наприклад, троянди, хризантеми, гвоздики тощо.

Спочатку барвник накопичується в судинах, завдяки чому стає помітною густа мережа жилок, що пронизують пелюстки. Поступово, у міру проникнення барвника з судин в клітини, пелюстки забарвлюються повністю.

Висхідний рух води судинами рослин відбувається завдяки процесу випаровування води з поверхні листя, пелюсток. Тому швидкість руху води може коливатися в залежності від виду рослини і умов зовнішнього середовища [4, с. 74].

Дослід № 8

Тема: Вирощування рослини з двома стеблами з одного насіння.

Матеріали: насіння гороху посівного, ґрунт, вода.

Обладнання: 2 горщики, ніж.

Тривалість: 10-12 днів.

Мета: продемонструвати явище ростових кореляцій в рослинному організмі; показати їх практичне значення.

Етапи проведення: підготовчий, власне проведення досліду, аналіз результатів та висновки.

Досліджуваний фізіологічний процес або частина об'єкта: ростова кореляція – гальмування росту бічних бруньок верхівковою брунькою.

Частина курсу біології: Біологія 6-го класу.

Навчальна тема: Рослини.

Ключові компетенції, що формуються: спілкування державною і рідною мовами; вміння вчитися; основні компетенції у природничих науках і технологіях.

Окремі компоненти біологічної компетентності, що формуються:

а) знаннєвий компонент – учень оперує термінами: вегетативні органи, ріст рослин; характеризує бруньку як зачаток пагона;

б) діяльнісний компонент – учень описує ріст і розвиток рослинного організму; планує спостереження будови та життєдіяльності рослини; прогнозує результати спостережень; практикує дослід, що підтверджує явище ростової кореляції; фіксує результати досліду та робить висновки; уміє пророщувати насінини; застосовує знання для догляду за рослинами;

в) ціннісний компонент – учень усвідомлює, що рослина – цілісний організм; оцінює значення ростових кореляцій.

Можливі помилки і труднощі в проведенні: якщо заглибити насіння в ґрунт занадто сильно, воно може зовсім не прорости. Важливий також правильний полив: необхідно не допускати як пересихання, так і перезволоження ґрунту. В дослідному горщику бажано розмежувати рослини, у яких видаляють стебло з прилистками, від рослин, в яких прилистки залишають, щоб запобігти плутанині.

Основні відомості

При розгляді особливостей росту необхідно враховувати, що всі органи рослинного організму взаємопов'язані і впливають один на одного. Залежність

росту і розвитку одних органів або частин від інших називають ростовими кореляціями. Прикладом цього явища є взаємодія між верхівковими і бічними точками росту. Бічні бруньки рослини при інтенсивному рості верхівки можуть протягом усього вегетаційного періоду залишатися в стані спокою, проте досить видалити верхівкову бруньку, щоб бічні почали інтенсивно рости. Схожу ситуацію можна спостерігати і на кореневій системі. Видалення кінчика кореня викликає його посилене галуження. Гальмування росту бічних пагонів верхівковим називають апікальним домінуванням [13; 50; 61].

Ростові кореляції мають велике значення у практиці сільського господарства. Так, завдяки пасинкуванню (видалення бічних пагонів), пікіруванню (відривання кінчика кореня при пересаджуванні розсади), вершкуванню (видалення суцвіття) досягають збільшення виходу високоякісної продукції рослинництва. Також це явище широко використовують у парковому будівництві при формуванні крон дерев і чагарників [4; 42].

Хід роботи

1. У два горщики посійте по 5-6 насінин гороху, близько до поверхні ґрунту.
2. Коли з'являться сходи, в одному горщику у частини рослин зріжте стебельця біля самої поверхні ґрунту так, щоб видалити ту частину стебла, на якій знаходяться прилистки.
3. Через декілька днів спостерігайте появу двох бічних пагонів замість видаленого головного.
4. Викопайте декілька дослідних і контрольних рослин і порівняйте їх. Переконайтеся, що в дослідних рослинах бічні пагони вирости з пазух сім'ядоль; а у пазухах сім'ядоль контрольних рослин є бруньки, що знаходяться у стані спокою.
5. У іншій частині дослідних рослин після появи першого листка обріжте верхівку стебла, залишивши прилистки.
6. Через декілька днів спостерігайте утворення бічних пагонів з бруньок, що знаходяться в пазухах прилисток.

7. Зробіть висновок про сутність явища ростової кореляції та його значення для рослинних організмів та практичної діяльності людини.

Пояснення щодо ходу експерименту та очікуваних результатів

Досліди показують, що у основи (в пазухах) всіх листків є сплячі бруньки, які починають рости після видалення частини пагону з верхівковою брунькою. Гальмування росту бічних бруньок ростом верхівкової – прояв так званої ростової кореляції. Вона має гормональну природу і обумовлена кількісним розподілом гормону ауксину. Основне джерело ауксину у пагоні – клітини верхівкової бруньки, що активно діляться. Звідти він переміщується вниз по пагону і накопичується в бічних бруньках в надмірній кількості, що і гальмує ріст. При видаленні верхівки пагону концентрація ауксину в бічних бруньках знижується до оптимальної і бруньки починають рости [4, с. 82].

Дослід № 9

Тема: Дослідження впливу тютюнового диму на ріст рослин.

Матеріали: насіння гороху або квасолі, фільтрувальний папір, вода, сигарети, сірники, ґрунт.

Обладнання: 3 чашки Петрі, 3 скляні ковпаки, скляна пластинка, спринцівка гумова (без наконечника), пластикова трубочка, лінійка, 3 горщики.

Тривалість: тиждень.

Мета: дослідити вплив тютюнового диму на ріст рослин.

Етапи проведення: підготовчий, власне проведення дослідів, аналіз результатів та висновки.

Досліджуваний фізіологічний процес або частина об'єкта: ріст рослин під впливом тютюнового диму.

Частина курсу біології: Біологія 6-го класу.

Навчальна тема: Рослини.

Ключові компетенції, що формуються: спілкування державною і рідною мовами; математична компетентність; уміння вчитися; основні компетенції у природничих науках і технологіях.

Окремі компоненти біологічної компетентності, що формуються:

а) знаннєвий компонент – учень оперує термінами: ріст, розвиток рослин; називає умови і речовини, необхідні для життєдіяльності рослин;

б) діяльнісний компонент – учень описує ріст і розвиток рослинного організму; планує і проводить експеримент з вивчення впливу тютюнового диму на ріст рослин; спостерігає та описує хід виконання досліду, прогнозує і фіксує результати, робить висновки; уміє пророщувати насіння;

в) ціннісний компонент – учень усвідомлює негативний вплив тютюнового диму на живі організми.

Можливі помилки і труднощі в проведенні: в ході пророщування насіння при недотриманні умов зволоження та температурного режиму можлива поява цвілі. Оскільки тютюновий дим негативно впливає і на розвиток мікроорганізмів, більш схильні до появи плісняви контрольні рослини, а це може значно спотворити результати. Тому дуже важливо попереджувати появу цвілевих грибів: тримати зразки не в дуже теплому місці, з можливістю провітрювання, слідкувати за оптимальним зволоженням проростків.

Основні відомості

Ріст – це незворотне збільшення розмірів і маси клітин, тканин і органів рослин, пов'язане з новоутворенням елементів їхньої структури. Розвиток – це якісні зміни в структурі та життєдіяльності рослин в онтогенезі [64, с. 286].

Ріст і розвиток тісно пов'язані між собою, але не замінюють одне одного. Регуляція цих процесів здійснюється на клітинному рівні. Ріст і розвиток багатоклітинних організмів забезпечується діяльністю твірних тканин і регулюються фітогормонами. Значний вплив на ці процеси мають і зовнішні умови: світло, вологість, температура і живлення рослин [40, с. 133].

Тютюновий дим – це гаряча суміш газів, парів рідин і твердих речовин, що утворюються внаслідок згоряння тютюнового листа [17, с. 22]. Забруднення повітря, в тому числі тютюновим димом, чинить негативний вплив на ріст рослин, особливо виражений у молодих особин [4, с. 96].

Хід роботи

1. В трьох чашках Петрі на зволоженому фільтрувальному папері розкладіть по 10 насінин квасолі.
2. Після проростання насіння помістіть чашки під скляні ковпаки.
3. Складіть пристрій для окурювання: в отвір гумової спринцівки вставте пластикову трубку, а у вільний кінець трубки вставте сигарету.
4. Проростки в першій чашці – контрольні. Проведіть окурювання тютюновим димом проростків в другій чашці наступним чином: стисніть гумову грушу, запаліть цигарку, відпустіть грушу; помістіть частину трубки із запаленою сигаретою під ковпак; подальшим стисканням і відпусканням груші розкуріть усю цигарку, заповнивши тютюновим димом весь простір під ковпаком.
5. Повторіть ту ж саму процедуру для проростків у третій чашці.
6. Окуріть тютюновим димом проростки у третій чашці ще два рази з інтервалом 1-2 дні.
7. На наступний день після останнього окурювання зніміть ковпаки та порівняйте проростки у трьох чашках.
8. Виміряйте довжини коренів проростків у кожній чашці, підрахуйте середнє арифметичне для кожного варіанту досліду. Порівняйте отримані кількісні показники.
9. Посадіть декілька проростків з кожного досліду у горщики з ґрунтом. Спостерігайте за їх подальшим ростом та розвитком.
10. Зробіть висновок про вплив тютюнового диму на ріст рослин.

Пояснення щодо ходу експерименту та очікуваних результатів

Зазвичай вже однократної обробки рослин тютюновим димом досить, щоб у проростків рослин листя набули блідо-зеленого забарвлення, розвинулося слабе стебло. У третій чашці рослини помітно відстають у рості, забарвлення листків блідо-зелене, стебла зігнуті [4, с. 97].

Дослід № 10

Тема: Вивчення впливу дотиків на ріст рослин.

Матеріали: насіння гороху або квасолі, вода, ґрунт.

Обладнання: 2 горщики.

Тривалість: 2 тижні.

Мета: вивчити вплив дотиків на ріст рослин.

Етапи проведення: підготовчий, власне проведення досліду, аналіз результатів та висновки.

Досліджуваний фізіологічний процес або частина об'єкта: рухові реакції рослини на дотики.

Частина курсу біології: Біологія 6-го класу.

Навчальна тема: Рослини.

Ключові компетенції, що формуються: спілкування державною і рідною мовами; вміння вчитися; основні компетенції у природничих науках і технологіях.

Окремі компоненти біологічної компетентності, що формуються:

а) знаннєвий компонент – учень наводить приклади рухів рослин;

б) діяльнісний компонент – учень планує і проводить експеримент з вивчення впливу дотиків на ріст рослин; спостерігає та описує хід виконання досліду, прогнозує і фіксує результати, робить висновки; уміє пророщувати насіння; застосовує знання для догляду за рослинами;

в) ціннісний компонент – учень усвідомлює негативний вплив тривалої дії подразників на живі організми.

Можливі помилки і труднощі в проведенні: занадто сильне тертя листків може призвести до їх розриву.

Основні відомості

Рухи у вищих рослин не пов'язані із значними переміщеннями в просторі. Вони охоплюють рухи окремих органів – кореня, стебла, листків, квіток. Рухи бувають локомоторні й орієнтовані. Серед них найважливіші ті, що пов'язані з ростовими процесами. Реагуючи на зовнішній вплив, рослина змінює орієнтування своїх органів у просторі.

Розрізняють рухи окремих органів рослини, пов'язані з ростом – ростові та із зміною тургорного напруження окремих клітин та тканин – тургорні. Ростові рухи, в свою чергу, бувають двох типів: тропізми (рухи, викликані однобічним впливом чинника довкілля – сили земного тяжіння, світла, тепла тощо) та настії (ростові рухи, зумовлені будовою органа і викликані загальною дифузною зміною того чи іншого чинника). В основі тропізмів, як і настій, лежить явище подразливості [42, с. 326].

В ході проведення досліду ми познайомимося з тигмонастіями – руховими реакціями рослин, що викликані дотиками [4, с. 111].

Хід роботи

1. У два горщики з ґрунтом посадить по одній насінині квасолі.
2. Після появи 1-2 листків почніть вплив: листки однієї рослини злегка потріть між великим і вказівним пальцями близько 30-40 разів. Друга рослина – контрольна.
3. Повторюйте цю процедуру щоденно протягом двох тижнів. Спостерігайте за ростом рослин.
4. Після закінчення двох тижнів порівняйте обидві рослини.
5. Зробіть висновок про вплив дотиків на ріст рослин.

Пояснення щодо ходу експерименту та очікуваних результатів

На кінець другого тижня відмінності будуть видні чітко: рослина, що зазнавала механічного подразнення, відстає в рості.

Результати експерименту свідчать, що тривалий вплив на клітини слабкими подразниками може привести до гальмування процесів життєдіяльності рослин [4, с. 111].

Дослід № 11

Тема: Вивчення гідротропізму коренів.

Матеріали: насіння гороху, фільтрувальний папір, вода, пластилін.

Обладнання: чашки Петрі.

Тривалість: тиждень.

Мета: вивчити явище гідротропізму коренів рослин.

Етапи проведення: підготовчий, власне проведення досліду, аналіз результатів та висновки.

Досліджуваний фізіологічний процес або частина об'єкта: гідротропізм кореня.

Частина курсу біології: Біологія 6-го класу.

Навчальна тема: Рослини.

Ключові компетенції, що формуються: спілкування державною і рідною мовами; математична компетентність; уміння вчитися; основні компетенції у природничих науках і технологіях.

Окремі компоненти біологічної компетентності, що формуються:

- а) знаннєвий компонент – учень наводить приклади рухів рослин;
- б) діяльнісний компонент – учень планує і проводить експеримент з вивчення гідротропізму кореня; спостерігає та описує хід виконання досліду, прогнозує і фіксує результати, робить висновки; уміє пророщувати насіння; обчислює площу круга і його частин;
- в) ціннісний компонент – учень оцінює значення явища гідротропізму в житті рослин.

Можливі помилки і труднощі в проведенні: при накриванні чашки Петрі верхньою частиною (кришкою) остання може торкатися насінин, і заважати росту корінців. Тому варто обирати не дуже велике насіння і зробити висоту пластилінового бар'єру такою, щоб залишався простір між насінинами та поверхнею кришки.

Основні відомості

Дуже важливе значення для рослин має гідротропізм – ростові рухи рослин, зумовлені одностороннім водопостачанням. Позитивний гідротропізм добре виражений у коренів, які за нерівномірного розподілу вологи у ґрунті вигинаються до більш зволжених ділянок [64, с. 321].

Хід роботи

1. В чашці Петрі на зволоженому фільтрувальному папері розкладіть 10-20 насінин гороху. Чекайте, доки не з'являться корінці.

2. В двох чашках Петрі зробить бар'єри з пластиліну у вигляді кола, які будуть ділити площу поверхні чашок на дві рівні частини: круг у центрі та кільце навколо нього.

3. На бар'єр кожної з чашок покладіть по 5-10 насінин, що проклюнулися, злегка вдавлюючи їх у пластилін, щоб при рості кореня насінини не зсунулися. Корінці мають бути спрямовані чітко вздовж бар'єра.

4. Створіть різні умови зволоження у чашках: у контрольну чашку налийте воду таким чином, щоб вологість у внутрішній і зовнішній її частинах була однаковою; в дослідній чашці вода наливається тільки в одну половину, а друга залишається сухою.

5. Обидві чашки накрийте кришками і поставте у тепле місце.

6. Кожного дня спостерігайте за положенням корінців.

7. Коли їх спрямованість буде добре помітною, підрахуйте кількість насінин, корені яких проявили позитивний гідротропізм (ростуть у бік води).

8. Зробіть висновок про сутність явища гідротропізму та його значення для рослин.

Пояснення щодо ходу експерименту та очікуваних результатів

Гідротропічна чутливість, подібно до геотропічної, зосереджена в основному в кінчику кореня, причому вона є позитивною. Гідротропічні вигини виникають у напрямку, де більше вологи, якщо рослина розвивається з неоднаковою кількістю води. В умовах достатньої вологості ці рухи не виявляються [42, 38].

Дослід № 12

Тема: Дослідження впливу етилену на опадання листя (штучний листопад).

Матеріали: 2 гілки карагани деревовидної або робінії псевдоакації, червоні яблука або зрілі банани, вода.

Обладнання: 2 скляні ковпаки, 2 пластикові стакани.

Тривалість: тиждень.

Мета: вивчити вплив етилену на опадання листя.

Етапи проведення: підготовчий, власне проведення досліду, аналіз результатів та висновки.

Досліджуваний фізіологічний процес або частина об'єкта: листопад рослин під впливом етилену.

Частина курсу біології: Біологія 6-го класу.

Навчальна тема: Рослини.

Ключові компетенції, що формуються: спілкування державною і рідною мовами; вміння вчитися; основні компетенції у природничих науках і технологіях; ініціативність і підприємливість.

Окремі компоненти біологічної компетентності, що формуються:

а) знанневий компонент – учень наводить приклади періодичних явищ в житті рослин; пояснює явище листопада;

б) діяльнісний компонент – учень планує і проводить експеримент з вивчення впливу етилену на опадання листків; спостерігає та описує хід виконання досліду, прогнозує і фіксує результати, робить висновки;

в) ціннісний компонент – учень оцінює значення явища листопада в житті рослин, висловлює судження щодо можливості використання властивостей етилену в практичній діяльності.

Можливі помилки і труднощі в проведенні: листки для досліду мають бути зеленими, без ознак пожовтіння, але не дуже молодими (середнього і нижнього ярусів), так як етилен проявляє свою дію при схильності тканини, в даному випадку, черешка, до старіння.

Основні відомості

У багатьох рослин в процесі росту старіють і відмирають нижні листки, що утворилися раніше. У листопадних дерев восени одночасно старіють і опадають всі листки. В процесі старіння в листку знижується вміст хлорофілу, білків, нуклеїнових кислот, падає інтенсивність фотосинтезу, деградують внутрішньоклітинні органели.

Процес старіння органу завершується його опаданням. Перед опаданням листка в основі черешка утворюється відокремлювальний шар, в якому клітинні

стілки стають м'якими і частково розчиняються. Цей процес регулюється фітогормоном – етиленом, що виробляється старіючими листками [50, с. 342].

Найбільш ефективним проявом дії етилену є регуляція процесів дозрівання плодів. Встановлено, що плоди в період дозрівання виділяють етилен, який і регулює всі ці процеси [42, с. 294].

Отже, можемо використати виділення етилену зрілими плодами для здійснення штучного листопаду.

Хід роботи

1. У стакани з водою помістіть по 1-2 пагони карагани деревовидної.
2. Накрийте стакани скляними ковпаками.
3. Під один з ковпаків покладіть декілька зрілих яблук. Під другим ковпаком – контрольні пагони. Спостерігайте за змінами у будові пагонів.
4. Через 5-6 днів зніміть ковпаки. Порівняйте дослідний і контрольний варіанти.
5. Зробіть висновок про вплив етилену на опадання листків та можливості застосування цієї властивості у практичній діяльності.

Пояснення щодо ходу експерименту та очікуваних результатів

Етилен – летючий фітогормон, тому може впливати на ріст сусідніх рослин. Роль його в опаданні листків, плодів пояснюється тим, що етилен спричинює спочатку розростання клітин відокремлювальної зони в основі черешка чи квітконіжки. Ці клітини набувають здатності синтезувати та виділяти ферменти, які руйнують клітинні стінки – целюлазу, пектиназу. Ферменти атакують клітинні стінки, руйнують їх, рухаючись по клітинах відокремлювальної зони. Зв'язок між клітинами переривається, що приводить в кінцевому етапі до опадання листя [42, с. 294].

У дослідному варіанті має спостерігатися пожовтіння та опадання листочків складного листка. Трохи пізніше опадє і головний черешок. На контрольних гілках листки залишаються зеленими [4, с. 153].

Результати дослідження дозволяють зробити висновок, що виділення етилену зрілими плодами стимулює передчасне опадання листків.

4.3. Використання Інтернет-ресурсів у застосуванні методу ботанічного ужиткового експерименту

У застосуванні методу ботанічного ужиткового експерименту є доцільним використання інформаційних технологій.

Широке застосування інформаційно-комунікаційних технологій в освітній практиці викликає потребу в наповненні нового інформаційного середовища конкретним навчальним матеріалом [19, с. 1].

Певну частину демонстрацій можна здійснювати, використовуючи віртуальне експериментування. Якщо у кабінеті є доступ до Інтернету, то найпростіше виконати віртуальний біологічний експеримент, використовуючи платформу YouTube.

Інтернет-ресурс YouTube – безкоштовна онлайн-служба для роботи з потоковим відео. Завдяки простоті та зручності використання YouTube є одним із найпопулярніших сервісів для розміщення відео файлів [39, с. 6].

Нами було створено мультимедійний супровід (відеоматеріали) до запропонованих розробок ботанічних ужиткових експериментів. Вони являють собою короткі відеофрагменти, що демонструють безпосереднє виконання ботанічних ужиткових експериментів, та супроводжуються відповідними поясненнями щодо ходу роботи та явищ, що демонструються.

Також був створений YouTube-канал (режим доступу: https://www.youtube.com/channel/UCw_aj7KvCFC33uGXc7B1K1A), на якому розміщені власноруч зняті відеофрагменти у вільному доступі.

Створені матеріали можуть використовуватися у процесі вивчення біології як для виконання віртуального експерименту, так і в якості супроводу реального експерименту.

Вчитель також може застосовувати ці матеріали як цікавий пізнавальний матеріал для мотивації учнів.

Окрім того, отримані напрацювання адресовані не тільки учням і вчителям, а й більш широкій аудиторії – усім, хто цікавиться біологією.

4.4. Можливі труднощі застосування методу ботанічного ужиткового експерименту

Ботанічний ужитковий експеримент, як будь-який науковий метод, має свої обмеження. Це зумовлено, перш за все, його переважно якісним спрямуванням, так як у побуті зазвичай недоступні точні вимірювальні прилади, щоб проводити виміри і здійснювати кількісний аналіз.

Самі інструкції також не є чіткими вказівками дій, а, навпаки, часто орієнтовані на самостійність та ініціативність учнів.

Наприклад, при виконанні експерименту з антоціанами (другий дослід) при приготуванні витяжки з капусти учням необхідно самостійно визначити оптимальне співвідношення сировини і розчинника, щоб досягти інтенсивного забарвлення паперу, методом спроб і помилок.

Побутові умови – також поняття відносне. При виконанні дослідів з пророщуванням насіння за несприятливих умов (висока вологість повітря, слабка вентиляція, надмірне зволоження субстрату) є високий ризик появи цвілі, що змушує припиняти експеримент.

Можливі також інструментальні помилки, що пов'язані з недосконалістю обладнання, що використовується, наприклад, у випадку з п'ятим дослідом при затемненні проростків салату картоном.

Отже, у проведенні ботанічного ужиткового експерименту існують певні недоліки, що зумовлює необхідність подальшого, більш детального вивчення цього питання.

ВИСНОВКИ

Зміст магістерської роботи полягає в обґрунтуванні теоретико-методичних засад використання ботанічного ужиткового експерименту як засобу формування біологічної компетентності учнів основної школи.

В ході виконання магістерської роботи ми розглянули сутність компетентнісного підходу, поняття ключових та предметних компетентностей з урахуванням концептуальних засад реформування середньої освіти. Компетентнісний підхід – спрямованість навчально-виховного процесу на досягнення результатів, якими є ієрархічно підпорядковані ключова, загальнопредметна і предметна (галузева) компетентності. Ключові компетентності – ті, яких кожен потребує для особистої реалізації, розвитку, активної громадянської позиції, соціальної інклюзії та працевлаштування. Предметна компетентність – набутий учнями у процесі навчання досвід специфічної для певного предмета діяльності, пов'язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань. У структурі предметної компетентності виділяють аксіологічний (ціннісний), когнітивний (знаннєвий) та діяльнісний компоненти, що тісно пов'язані один з одним.

В ході аналізу теоретичних основ біологічного експериментування визначили, що до навчального біологічного експерименту висуваються такі методологічні вимоги: активне втручання у перебіг біологічних процесів, цілеспрямованість, дотримання «чистоти» експерименту, відтворюваність, можливість варіювання умов, виділення в об'єкті тих частин, що цікавлять дослідника, можливість контролю та вимірювання процесів.

Під час вивчення сутності ужиткового експерименту в методиках навчання природничих дисциплін, з'ясовано, що в методиці навчання хімії проблема ужиткового експериментування активно розробляється науковцями та методистами. У методиці навчання біології відсутні будь-які згадки щодо використання ужиткового експериментування. З огляду на це нами введено авторське визначення поняття ботанічного ужиткового експерименту, як виду

навчального експерименту, що спрямований на вивчення і демонстрування біологічних процесів на основі доступних ботанічних об'єктів в умовах, доступних для проведення в побуті.

Нами розроблена методика формування таких компонентів біологічної компетентності учнів засобами ботанічного ужиткового експерименту як знаннєвий, діяльнісний та ціннісний. Вона може бути впроваджена в освітній процес закладів загальної середньої освіти та практику підготовки майбутніх вчителів біології.

До запропонованих розробок ботанічних ужиткових експериментів був створений мультимедійний супровід у вигляді відеофрагментів, що розміщено у вільному доступі на Інтернет-ресурсі YouTube. Нами проаналізовано недоліки та можливі труднощі застосування даного методу, що зумовлює необхідність подальших досліджень в цьому напрямку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анічкіна О. В. Використання домашнього експерименту з хімії у підготовці майбутніх вчителів / О. В. Анічкіна // V регіональна науково-практична конференція «Житомирські хімічні читання – 2016». – Житомир, 2016. – С. 108–112.
2. Анічкіна О. В. Формування вмінь проведення хімічного експерименту в школі майбутніми вчителями природничих дисциплін : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (хімія)» / О. В. Анічкіна. – Київ, 2016. – 20 с.
3. Барановська Л. Ужитковий хімічний експеримент як засіб підвищення інтересу до хімії / Л. Барановська // Хімія. Шкільний світ. – 2009. – № 2. – С. 4–10.
4. Батурицкая Н. В. Удивительные опыты с растениями / Н. В. Батурицкая, Т. Д. Фенчук. – Минск : Народная асвета, 1991. – 208 с.
5. Биологический эксперимент в школе : кн. для учителя / А. В. Бинас, Р. Д. Маш, А. И. Никишов и др. – Москва : Просвещение, 1990. – 192 с. – (Серия «Библиотека учителя биологии»).
6. Біологія. 6-9 класи : навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/15.biologiya-6-9.docx>. – (дата звернення: 01.12.2018).
7. Болотов В. А. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе / В. А. Болотов, В. В. Сериков // Педагогика. – 2003. – № 10. – С. 8–14.
8. Большая Советская Энциклопедия [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://bse.sci-lib.com/>. – (дата обращения: 01.12.2018). – Заглавие с экрана.

9. Бриттон Д. Биохимия природных пигментов / Джордж Бриттон ; [пер. с англ. В. Д. Цыдендамбаева]. – Москва : Мир, 1986. – 422 с.
10. Ващенко Л. Компетентнісний підхід в освіті: від засвоєння знань до оволодіння ними / Л. Ващенко // Біологія і хімія в сучасній школі. – 2012. – № 4. – С. 14–18.
11. Верзилин Н. М. Общая методика преподавания биологии : учебник для студентов биол. фак. пед. ин-тов. / Н. М. Верзилин, В. М. Корсунская. – 3-е изд. – Москва : Просвещение, 1976. – 384 с.
12. Викторов Д. П. Малый практикум по физиологии растений : учеб. пособие для биол. спец. вузов / Дмитрий Петрович Викторов. – 3-е изд. – Москва : Высшая школа, 1983. – 135 с.
13. Генкель П. А. Физиология растений : учебник для студентов биол. фак. пед. ин-тов / Павел Александрович Генкель. – Москва : Просвещение, 1975. – 335 с.
14. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник / Семен Устимович Гончаренко. – Київ : Либідь, 1997. – 376 с.
15. Грабовий А. К. Ужитковий хімічний експеримент як чинник проектної діяльності учнів з хімії в загальноосвітніх навчальних закладах / А. К. Грабовий // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology – 2018. – Вип. VI – С. 24–27.
16. Грабовий А. К. Ужитковий хімічний експеримент як чинник проектної експериментально-методичної діяльності майбутніх учителів хімії / А. К. Грабовий // Актуальні питання підготовки майбутнього вчителя хімії: теорія і практика : зб. наук. праць / редкол. : О. Г. Ярошенко [та ін.]. – Вінниця, 2017. – Вип. 3. – С. 44–47.
17. Дабіжук Т. Виявлення шкідливих компонентів тютюнового диму / Т. Дабіжук, О. Паламарчук // Біологія і хімія в школі. – 2007. – № 5-6. – С. 22–29.

18. Дзьобань Л. А. Фізичний експеримент як чинник розвитку пізнавальних інтересів студентів / Л. А. Дзьобань // Молодий вчений. – 2016. – № 10. – С. 236–239.

19. Дементієвська Н. П. Використання інтернет–ресурсів для навчального експерименту з курсу фізики середньої школи [Електронний ресурс] / Н. П. Дементієвська // Інформаційні технології і засоби навчання : електронне наукове фахове видання «Інформаційні технології і засоби навчання». – 2012. – № 3 (29). – Режим доступу :

http://lib.iitta.gov.ua/639/1/dementievska_Phet.pdf. – (дата звернення: 01.12.2018).

20. Дячковська Л. К. Формування ключових компетентностей учнів : методичний посібник / Людмила Кирилівна Дячковська. – Миколаїв : Навчально-методичний центр професійно-технічної освіти у Миколаївській області, 2012. – 160 с.

21. Життєва компетентність особистості: від теорії до практики : наук.-метод. посіб. / наук. ред. І. Г. Єрмаков. – Запоріжжя : Центріон, 2005. – 640 с.

22. Загальна методика навчання біології : навч. посібник для студ. ВНЗ / Л. С. Барна, О. Д. Гончар, Г. Я. Жирська та ін. ; за ред. І. В. Мороза. – Київ : Либідь, 2006. – 590 с.

23. Звичайні форми роботи – новий підхід: розвиваємо ключові компетентності : метод. посіб. / К. А. Дмитренко, М. В. Коновалова, О. П. Семиволос, С. В. Бекетова. – Харків : Основа, 2018. – 119 с. – (Серія «Нові формати освіти»).

24. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании / Ирина Алексеевна Зимняя. – Москва : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 42 с.

25. Календар реформи освіти і науки [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу :

<https://www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/kalendar-reformi-osviti-i-nauki.pdf>. – (дата звернення: 01.12.2018).

26. Календарно-тематичне планування з біології і хімії на основі компетентнісного підходу] / Л. Величко, Н. Буринська, Н. Матяш [та ін.] // Біологія і хімія в рідній школі. – 2016. – № 4. – С. 2–5.

27. Ключевые компетенции для обучения в течение всей жизни – европейские рамочные установки: Рекомендации Парламента и Совета Европы от 18 декабря 2006 г. о ключевых компетенциях обучения в течение жизни (2006/962/ЕС) (Приложение) // Адукатар, 2008. – №1-13. – С.14–18.

28. Комарова О. В. Методологія біологічного експерименту в 9-му класі / О. В. Комарова // Біологія і хімія школі. – 2010. – № 4. – С. 12–14.

29. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи (Бібліотека з освітньої політики) / під заг. ред. О. В. Овчарук. – Київ : К.І.С., 2004. – 112 с.

30. Лаврова А. В. Підхід до організації і проведення шкільного навчального фізичного експерименту / А. В. Лаврова, В. Ф. Заболотний // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – № 6. – С. 57–70.

31. Лашевська Г. Ужитковий експеримент як складова допрофесійної підготовки з хімії / Г. Лашевська // Біологія і хімія в школі. – 2009. – № 6. – С. 13–14.

32. Лебедев О. Е. Компетентностный подход в образовании / О. Е. Лебедев // Школьные технологии. – 2004. – № 5. – С. 3–12.

33. Локшина О. І. Зміст шкільної освіти в країнах Європейського Союзу: теорія і практика (друга половина ХХ – початок ХХІ ст.) : монографія / Олена Ігорівна Локшина. – Київ : Богданова А. М., 2009. – 404 с.

34. Матяш Н. Ю. Концептуальні основи до проектування змісту біологічної освіти в школі / Н. Ю. Матяш // Біологія і хімія в рідній школі. – 2014. – № 5. – С. 34–37.

35. Матяш Н. Ю. Практична частина навчальної програми з біології: проблеми її виконання / Н. Ю. Матяш // Біологія і хімія в рідній школі. – 2015. – № 6. – С. 38–41.
36. Матяш Н. Ю. Предметна біологічна компетентність: її прояв у результатах загальноосвітньої підготовки учнів основної школи / Н. Ю. Матяш // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Педагогіка. – 2016. – № 3. – С. 116–121.
37. Медведев С. С. Физиология растений : учебник / Сергей Семенович Медведев. – Санкт-Петербург : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. – 336 с.
38. Методичні вказівки до проведення лабораторних робіт з курсу «Фізіологія рослин» для студентів спеціальності 7.010103 «Біологія з додатковою спеціальністю хімія» та «Хімія з додатковою спеціальністю біологія» / укладач к.б.н. С. В. Рева. – Кривий Ріг : КДПУ, 2001. – 48 с.
39. Методичні рекомендації щодо викладання хімії у 2018/2019 навчальному році [Електронний ресурс] / Шкільне життя. – Режим доступу : <https://www.schoollife.org.ua/metodychni-rekomendatsiyi-shhodo-vykladannya-himiyi-u-2018-2019-navchalnomu-rotsi/>. – (дата звернення: 01.12.2018). – Назва з екрана.
40. Морозюк С. С. Биология : учебник для учащихся 6-го класса средней общеобразовательной школы / Светлана Сергеевна Морозюк. – Киев : Генеза, 1996. – 160 с.
41. Мотузний В. О. Біологія : навч. посіб. для учнів 10-11 кл. / Василь Оврамович Мотузний ; за ред. О. В. Костильова. – Київ : Світ успіху, 2013. – 751 с.
42. Мусієнко М. М. Физиология растений : підручник / Микола Миколайович Мусієнко. – Київ : Фітосоціоцентр, 2001. – 391 с.
43. Навчання біології у старшій школі на академічному рівні : монографія / Н. Ю. Матяш, В. В. Вербицький, О. Г. Козленко, Т. В. Коршевнік. – Київ : Педагогічна думка, 2013. – 228 с.

44. Неведомська Є. Організація навчального експерименту в природничій освіті / Є. Неведомська // Біологія і хімія в школі. – 2008. – № 5-6. – С. 10–12.

45. Нечипуренко П. П. Визначення сполук Феруму в ході учнівського ужиткового експерименту / П. П. Нечипуренко, Н. П. Чміль // Вісник Міжнародного дослідного центру: «Людина: мова, культура, пізнання» / голов. ред. О. М. Холод. – Кривий Ріг, 2014. – Т. 37(3). – С. 74 – 81.

46. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу : <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>. – (дата звернення: 01.12.2018).

47. Нова українська школа. План впровадження до 2020 року (проект для обговорення) [Електронний ресурс] / Портал громадських експертів «Освітня політика». – Режим доступу : http://education-ua.org/ua/component/cck/?task=download&collection=blog_files_x&xi=0&file=blog_files&id=1785. – (дата звернення: 01.12.2018).

48. Основы философии науки : учебное пособие для аспирантов / В. П. Кохановский, Т. Г. Лешкевич, Т. П. Матяш, Т. Б. Фатхи. – 6-е изд. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. – 603 с.

49. П'янковська І. В. Визначення ключових компетентностей майбутніх вчителів у країнах Європи / І. В. П'янковська // Вища освіта України. Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». – 2008. – № 8 – С. 384–391.

50. Полевой В. В. Физиология растений : учеб. для биол. спец. вузов / Всеволод Владимирович Полевой. – Москва : Высшая школа, 1989. – 464 с.

51. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 р., № 1392 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF>. – (дата звернення: 01.12.2018). – Назва з екрана.

52. Про освіту : Закон України від 5 вересня 2017 р. № 2145-VIII // Відомості Верховної Ради України. – 2017. – № 38-39. – С. 5–117.

53. Проект «Изготовление индикаторной бумаги» [Электронный ресурс] / Конкурсно-образовательная платформа проекта «Школьная лига РОСНАНО». – Режим доступа : <http://contest.schoolnano.ru/wp-content/uploads/medialib/indicatorpaper/%D0%98%D0%B7%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9-%D0%B1%D1%83%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%B8.pdf>. – (дата обращения: 01.12.2018).

54. Рузавин Г. И. Методы научного исследования : монография / Георгий Иванович Рузавин. – Москва : Мысль, 1975. – 237 с.

55. Словник української мови : у 11 т. Т.4 / І. К. Білодід, А. А. Бурачок, П. П. Доценко. – Київ : Наукова думка, 1973. – 840 с.

56. Словник української мови в 11-ти томах. Онлайн-версія [Електронний ресурс]. / Режим доступу : <http://sum.in.ua/>. – (дата звертання: 01.12.2018). – Назва з екрана.

57. Строкова Т. Компетентностный подход и проблемы его реализации / Т. Строкова // Ученые записки Педагогического института СГУ им. Н. Г. Чернышевского. Серия: Психология. Педагогика. – 2010. – № 3. – С. 116–125.

58. Тимирязев К. А. Избранные работы по хлорофиллу и усвоению света растением / Климент Аркадиевич Тимирязев ; под. ред. Н. А. Максимова. – Москва : АН СССР, 1948. – 352 с.

59. Ужитковий хімічний експеримент в сучасній школі : методичні рекомендації для студентів і вчителів хімії / укладачі: Л. О. Карпенко, П. П. Нечипуренко, Л. І. Томіліна. – Кривий Ріг, ДВНЗ «КДПУ», 2015. – 43 с.

60. Физиология растений : лабораторный практикум для студентов биологического факультета [Электронный ресурс] / А. П. Кудряшов [и др.]. –

Минск : БГУ, 2011. – Режим доступа : <http://www.elib.bsu.by> – (дата обращения: 01.12.2018). – Заглавие с экрана.

61. Физиология растений. Онлайн-энциклопедия [Электронный ресурс]. / Режим доступа : <http://fizrast.ru/>. – (дата обращения: 01.12.2018). – Заглавие с экрана.

62. Физиология растений : учебник для студ. вузов / Н. Д. Алехина, Ю. В. Балнокин, В. Ф. Гавриленко и др. ; под ред. И. П. Ермакова. – Москва : Академия, 2005. – 640 с.

63. Фізіологія рослин. Методичні рекомендації : навч. посібник / Ю. П. Гудзь, О. С. Котелевець, С. С. Волинська, І. Ф. Афанасьєва. – Київ : НПУ, 1999. – 420 с.

64. Фізіологія рослин : практикум / О. В. Войцехівська, А. В. Капустян, О. І. Косик та ін. ; за ред. Т. В. Паршикової. – Луцьк : Терен, 2010. – 420 с.

65. Фролов И. Т. Очерки методологии биологического исследования (Система методов биологии) / Иван Тимофеевич Фролов. – Москва : Мысль, 1965. – 286 с.

66. Хуторской А. В. Технология проектирования ключевых и предметных компетенций [Электронный ресурс] / А. В. Хуторской // Интернет-журнал «Эйдос». – 2005. – Режим доступа : <http://www.eidos.ru/journal/2005/1212.htm>. – (дата обращения 01.12.2018). – Заглавие с экрана.

67. Штофф В. А. Проблемы методологии научного познания : монография / Виктор Александрович Штофф. – Москва : Высшая школа, 1978. – 269 с.

68. Floating leaf disks for observing and investigating photosynthesis [Electronic Resource] / Teacher Resource Page ARC Centre of Excellence for Translational Photosynthesis. – Mode of access : <http://photosynthesis.org.au/wp-content/uploads/2015/10/Floating-Leaf-Disks-for-Investigating-Photosynthesis.pdf>. – (date of appeal: 01.12.2018).