МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет фізико-математичної та природничої освіти
Кафедра біології та хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітній ступінь бакалавр

на тему: **МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЗНАЙОМЛЕННЯ УЧНІВ ІЗ СЕКРЕТОРНИМИ СТРУКТУРАМИ РОСЛИН У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ**

Виконала: студентка ІІІ курсу, у-34 групи
спеціальності: 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров’я людини)
Освітня програма: Середня освіта
(Біологія та здоров’я людини. Хімія)
Мошківська Анастасія Сергіївна
Керівник: к. б. н., ст. викл. Скакун В.О.
Рецензент: д.ф., доцент Танасійчук Ю.М.

Умань-2026

ЗМІСТ

ВСТУП 3

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИВЧЕННЯ СЕКРЕТОРНИХ СТРУКТУР РОСЛИН 6

1.1.Загальне поняття та класифікація секреторних структур 6

1.2.Значення секреторних речовин у житті рослин і людини 14

1.3.Аналіз чинної шкільної програми з біології, в межах якої можна ввести поняття «Секреторні структури рослин» 19

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ШЛЯХИ ОЗНАЙОМЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ІЗ ССР 22

2.1. Формування понять про спеціалізовані клітини під час вивчення теми «Будова клітини» (6 клас) 22

2.2. Утворення уявлень щодо поняття секреторні тканини під час вивчення теми «Тканини рослин» (6 клас) 24

2.3. Ознайомлення з видами секреторних тканин під час вивчення теми «Різноманітність вищих рослин» (7 клас) 27

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ 31

3.1. Організація педагогічного експерименту 31

3.2. Висновки щодо ефективності застосування запропонованих методичних прийомів 39

ВИСНОВКИ 43

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 47

ВСТУП

Актуальність теми дослідження зумовлена сучасними тенденціями трансформації біологічної освіти в Україні, що пов’язані з упровадженням концепції Нової української школи. У межах оновлених навчальних програм особлива увага приділяється формуванню в учнів цілісного уявлення про живий організм як відкриту систему, здатну до саморегуляції та взаємодії з навколишнім середовищем. Важливою складовою такої системи є секреторні структури рослин, які забезпечують синтез, накопичення та виділення специфічних речовин, що мають критичне значення для адаптації рослин, їхнього захисту від фітофагів та залучення запилювачів.

Незважаючи на значний науковий інтерес до анатомії та фізіології рослин, у шкільному курсі біології тема секреторних тканин висвітлюється досить обмежено. Часто ці структури розглядаються як другорядні, що не дозволяє здобувачам освіти повноцінно осягнути біохімічну складність рослинного світу та практичний потенціал використання вторинних метаболітів у медицині, фармації та харчовій промисловості. Відсутність цілісної методичної системи ознайомлення учнів із внутрішньою та зовнішньою секрецією рослин ускладнює процес формування наукового світогляду та екологічної грамотності.

Окрім наукового аспекту, актуальність підсилюється необхідністю впровадження діяльнісного підходу в навчальний процес. Вивчення секреторних структур надає широкі можливості для організації лабораторних досліджень, спостережень та проєктної діяльності. Використання мікроскопічної техніки для візуалізації залозистих волосків, нектарників або ефіроолійних канальців сприяє розвитку практичних навичок учнів, активізації їхньої пізнавальної зацікавленості та глибшому засвоєнню теоретичного матеріалу з морфології та анатомії рослин.

Об’єктом дослідження є процес навчання біології учнів закладів загальної середньої освіти в умовах реалізації сучасних освітніх стандартів.

Предметом дослідження виступають методичні прийоми, форми та засоби ознайомлення учнів із секреторними структурами рослин у курсі біології 7 класу.

Мета роботи полягає у теоретичному обґрунтуванні, розробці та експериментальній перевірці ефективності методики ознайомлення учнів із секреторними структурами рослин, що сприятиме підвищенню якості знань та розвитку дослідницьких компетенцій здобувачів освіти.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання роботи:

1. Проаналізувати стан висвітлення питання секреторних структур у науковій, спеціальній та методичній літературі.
2. З’ясувати класифікаційні особливості та біологічну роль секреторних систем у життєдіяльності рослин.
3. Провести аналіз чинних навчальних програм та підручників з біології для визначення змістового потенціалу теми.
4. Розробити систему методичних рекомендацій, включаючи плани-конспекти уроків та інструкції до практичних робіт.
5. Оцінити результативність запропонованих методів через проведення педагогічного експерименту та статистичну обробку отриманих даних.

Наукова новизна дослідження полягає в систематизації методичних підходів до вивчення секреторних тканин, які раніше не мали цілісного представлення в шкільній методиці. Запропоновано авторське бачення інтеграції складних анатомічних понять у доступну форму через візуалізацію та мікроскопічний аналіз. Практичне значення роботи визначається можливістю використання розроблених матеріалів вчителями біології, студентами природничих факультетів під час проходження педагогічної практики та розробниками навчальних посібників.

Апробація результатів дослідження здійснювалася в межах участі у науково-практичних конференціях, де розглядалися питання сучасної природничої освіти. Основні тези дослідження стосувалися вдосконалення

криміналістичних засобів ідентифікації через аналіз біологічних об’єктів, а також еволюції методів дослідження органічних структур, що дозволило глибше зрозуміти історичний та методичний контекст розвитку біологічної науки. Також результати роботи були обговорені на засіданнях кафедри біології та здоров’я людини, де отримали схвальні відгуки щодо наукової обґрунтованості запропонованих методик.

Методологічну основу роботи становлять положення теорії пізнання, концепція системного підходу в освіті, а також фундаментальні праці з методики викладання біології та анатомії рослин. У процесі дослідження використовувалися такі методи: теоретичні (аналіз, синтез, узагальнення), емпіричні (спостереження, бесіди, педагогічний експеримент) та статистичні (аналіз результатів тестування).

Структура роботи відображає логічну послідовність вирішення поставлених завдань. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. У першому розділі розглянуто теоретичні засади функціонування секреторних систем. Другий розділ присвячено методичному аналізу програм та розробці освітнього контенту. Третій розділ містить опис та результати педагогічного експерименту. Випускна кваліфікаційна робота викладена на 65 сторінках друкованого тексту. Робота містить 3 розділи, 10 рисунків, 5 таблиць. Список використаних джерел включає 19 найменувань, опрацьованих у ході дослідження.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИВЧЕННЯ СЕКРЕТОРНИХ СТРУКТУР РОСЛИН

1.1.Загальне поняття та класифікація секреторних структур

Секреторними структурами рослин (ССР) називають спеціалізовані клітини, тканини або багатоклітинні утворення, що продукують, накопичують та виділяють різноманітні хімічні сполуки – секрети (екскрети, еманації, виділення) [4]. Секрети поділяють на первинні метаболіти (наприклад, нектар, вода, солі) та вторинні метаболіти (ефірні олії, смоли, алкалоїди, латекс, фенольні сполуки) [1]. Функціональне значення секреторних структур рослин є багатогранним і включає:

1. *Захисну функцію* – синтез речовин, що забезпечують захист рослини від фітофагів (травоїдних тварин), фітопатогенів (грибів, бактерій, вірусів), а також від абіотичних стресорів (посуха, ультрафіолетове випромінювання, різкі перепади температур, засолення ґрунту);
2. *Регуляторну функцію* – вторинні метаболіти (терпеноїди, фенольні сполуки, деякі алкалоїди) здатні модулювати ріст, диференціацію клітин та морфогенез органів, діючи як ендогенні сигнальні молекули або попередники гормонів;
3. *Екологічну (сигнальну та алелопатичну)* – секрети забезпечують взаємодію з іншими організмами: залучення запилювачів (нектар, ароматичні сполуки), хімічний захист від конкурентів через алелопатію (виділення інгібіторів у ризосферу), а також симбіотичні взаємодії з мікроорганізмами (наприклад, флавоноїди, що індукують утворення бульбочок у бобових);
4. *Запасаючу та енергетичну функцію* – деякі глікозиди після ферментативного гідролізу можуть слугувати джерелом глюкози для утворення АТФ або використовуватись у синтезі запасних полісахаридів (крохмалю, інуліну).

У процесі метаболізму в рослинних клітинах утворюються побічні продукти, які за певних умов стають токсичними для самої рослини. Їхня

ізоляція або видалення є критичною для підтримання клітинного гомеостазу. Ці сполуки можуть виділятися назовні через зовнішні видільні органи (наприклад, залозисті волоски, нектарники) або накопичуватися у внутрішніх секреторних порожнинах та протоках. Сукупність клітин і тканин, що здійснюють накопичення або виведення кінцевих продуктів метаболізму, позначають терміном видільні тканини [3].

За типом секреції ССР поділяють на дві основні групи: структури зовнішньої секреції та структури внутрішньої секреції.

До першої групи (зовнішньої секреції) належать: залозисті волоски (трихоми), нектарники, гідатоди, а також залозисті епідермальні клітини. До другої групи (внутрішньої секреції) зараховують: молочники (латексні трубки), поодинокі видільні клітини (ідіобласти), схізогенні та лізогенні вмістилища (секреторні порожнини та канали) [5].

Розглянемо кожну групу детальніше.

1. Залозисті волоски (трихоми) – це вирости клітин епідерми (рис. 1.1). Вони бувають одноклітинними або багатоклітинними. В одноклітинних волосках вся клітина перетворюється на залозу; у багатоклітинних – секреторною є лише верхівкова (головчаста) частина, тоді як ніжка виконує опорну та провідну функції.

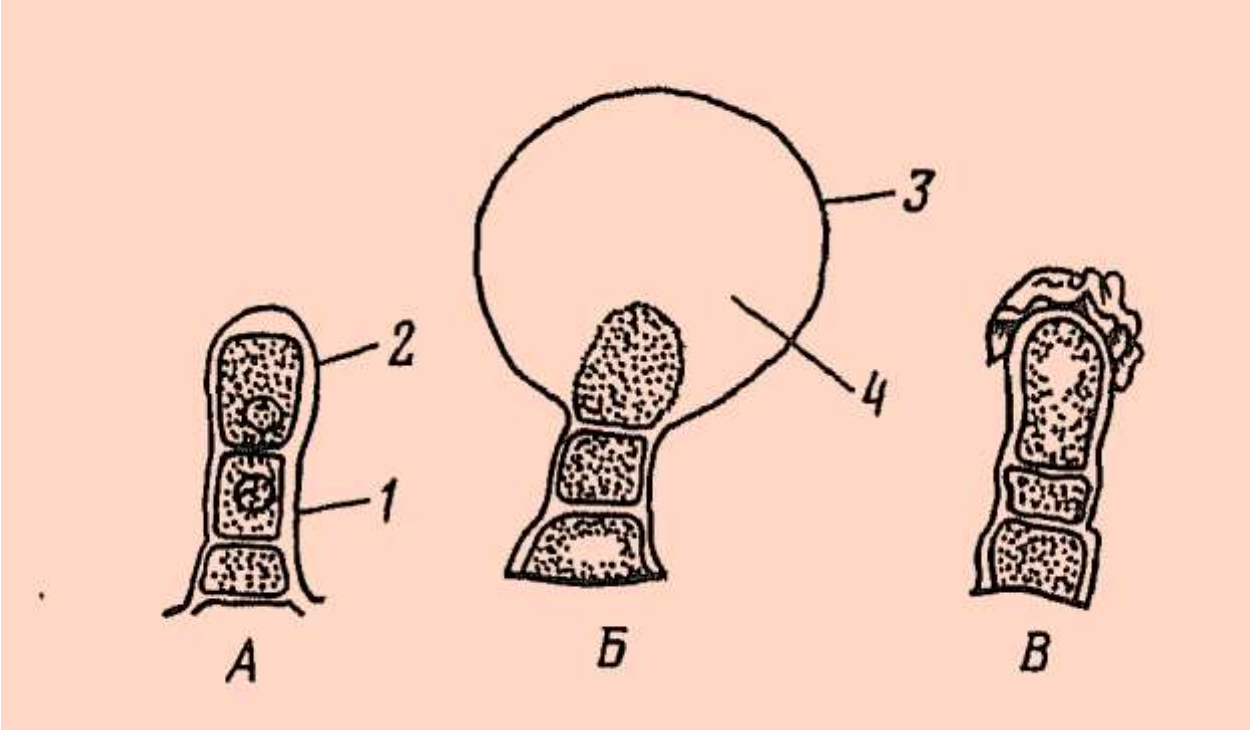


Рисунок 1.1. Залозисті волоски епідерми листка герані

А – до утворення краплини ефірної олії;

Б – краплина ефірної олії підняла кутикулу;

В – кутикулу лопнула і краплина витікла;

1- ніжка; 2 – головка; 3 – кутикула; 4 – ефірна олія.

У таких представників, як *Betula* (береза), *Alnus* (вільха), *Aesculus hippocastanum* (гіркокаштан кінський), *Populus* (тополя), *Malus* (яблуня), *Juglans* (горіх), клітини епідерми лусочок та листочків бруньок формують клейкі волоски (рис. 1.2.). Секрет накопичується під кутикулою у вигляді пухирців; після розриву кутикули відбувається вивільнення вмісту, що містить переважно ефірні олії, смоли та терпеноїди, які виконують захисну функцію на ранніх етапах розвитку пагонів.



Рисунок 1.2. Залозисті волоски

2. Гідатоди – це складні видільні структури, що забезпечують виведення краплинно-рідкої води (ґутацію) на поверхню листка (рис. 1.3). Вони містять спеціалізовані водні продихи (гіатотоми), замикаючі клітини яких є нерухомими й постійно відкритими. Гідатоди розташовані переважно на верхівках зубців листкової пластинки та зв’язані з термінальними елементами ксилеми.



Рисунок 1.3. Процес гутації

Ґутація виникає за умов високої вологості повітря, коли транспірація знижена, а тиск кореневого всмоктування залишається високим. Це явище характерне для багатьох трав'янистих рослин і спостерігається вранці після прохолодних вологих ночей у вигляді великих крапель на краях листків. Аналогічний процес фіксують у кімнатних рослин «барометрів»: *Impatiens* (бальзамін), *Philodendron* (філодендрон), *Scindapsus* (сценапсис), *Fuchsia* (фуксія).

3. Нектарники – залозисті структури, основна функція яких полягає у продукції нектару – цукристого водного розчину (переважно сахарози, глюкози та фруктози) з можливими домішками амінокислот, алкалоїдів та терпеноїдів. Нектар виконує ключову роль у залученні тварин-запилювачів (ентомофілія, орнітофілія, хіроптерофілія). У ентомофільних видів нектарники часто мають вигляд залозок на квітколожі, при основі зав'язі або на тичинкових нитках (рис. 1.4). Секреторні клітини нектарників характеризуються густою цитоплазмою, великою кількістю мітохондрій, розвиненою ендоплазматичною сіткою та високим рівнем метаболізму. До нектарника зазвичай підходить провідний пучок (флоемний або змішаний).



Рисунок 1.4. Нектарник

Далі розглянемо другу групу видільних тканин, що має назву внутрішні секреторні структури:

1) Молочники- це клітини або група клітин, що злилися та містять рідину, схожу на молоко. Ця субстанція білого чи помаранчевого відтінку називається молочним соком – латексом.

У деяких рослинах молочники – це довгі, розгалужені клітини, які нагадують трубки, а в інших – багатоклітинні структури. До одноклітинних належать переважно нерозчленовані молочники, кожний з яких складається з однієї гігантської клітини, яка має вакуолю та багато ядер.

Нерозчленовані молочники характерні для рослин з родин кропивних, молочайних, барвінкових (рис.1.5.). Розчленовані молочники формуються з окремих клітин циліндричної форми, витягнутих у довжину та розташованих рядами. Клітини їх мають вигляд мішків. Поперечні поділки цих клітин розчиняються, і внаслідок цього утворюються трубчасті судини.

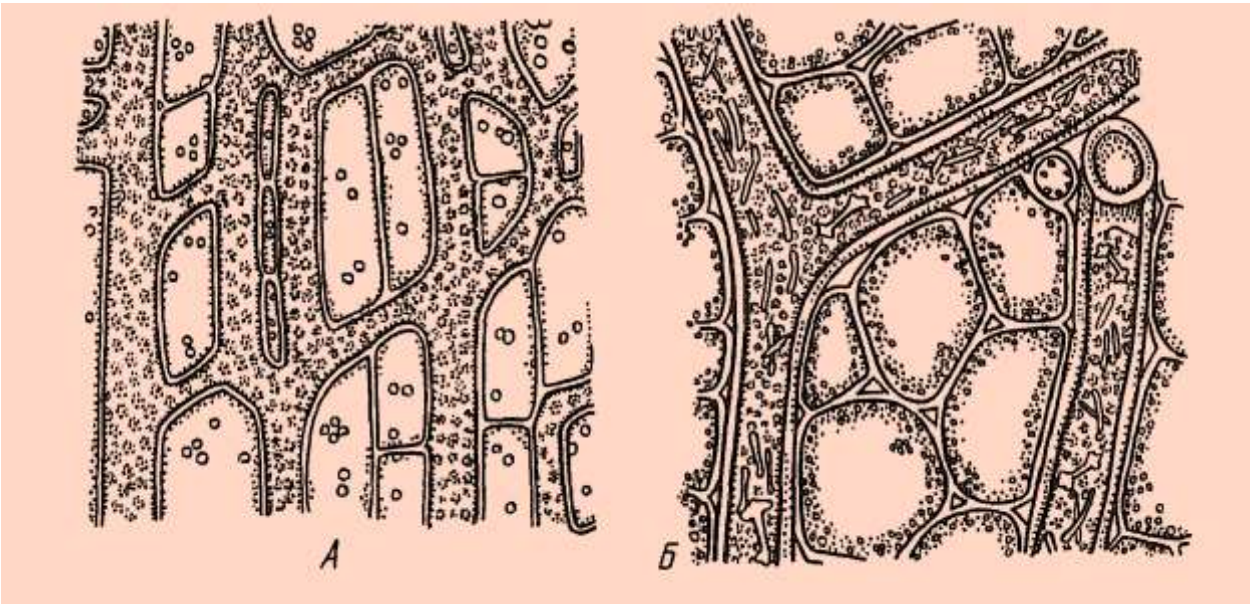


Рисунок 1.5. Молочники в повздовжному розрізі

А – членистий з анастомозами лопуха,

Б – нечленистий у стеблі молочаю.

2. Видільні клітини (ідіобласти) – це поодинокі клітини, розсіяні в паренхімі різних органів. Вони накопичують секреторні продукти (ефірні

олії, дубильні речовини, кристали оксалату кальцію, алкалоїди). Під час накопичення протопласт часто відмирає, а на клітинну стінку зсередини відкладається суберин (формується «секреторна камера»), що ізолює токсичні сполуки від сусідніх живих клітин. Такі клітини виявлено в листках чаю (*Camellia sinensis*), лавра (*Laurus nobilis*), представників родин *Lauraceae, Magnoliaceae*.

3. Схізогенні вмістилища – утворюються внаслідок розходження (диз'юнкції) клітин з подальшим формуванням міжклітинника (рис. 1.6.). Внутрішня поверхня порожнини вистелена живими епітеліальними клітинами, що секретують продукти всередину каналу. Типовий приклад – смоляні ходи в деревині сосни (*Pinus*), де накопичується бальзам (розчин смол в ефірних оліях). Такі структури притаманні багатьом голонасінним, а також деяким покритонасінним (родини *Apiaceae, Asteraceae*) [6, с.345].

4. Лізигенні вмістилища – формуються внаслідок програмованої клітинної смерті (апоптозу) групи клітин, що накопичили екскреторні речовини, та подальшого розчинення їхніх стінок (лізис). Епітеліальний шар у таких порожнинах відсутній або рудиментарний. Найбільш характерні для плодів цитрусових (*Citrus* spp.), де утворюють ефіроолійні залозки в оплодні [6, с.347].

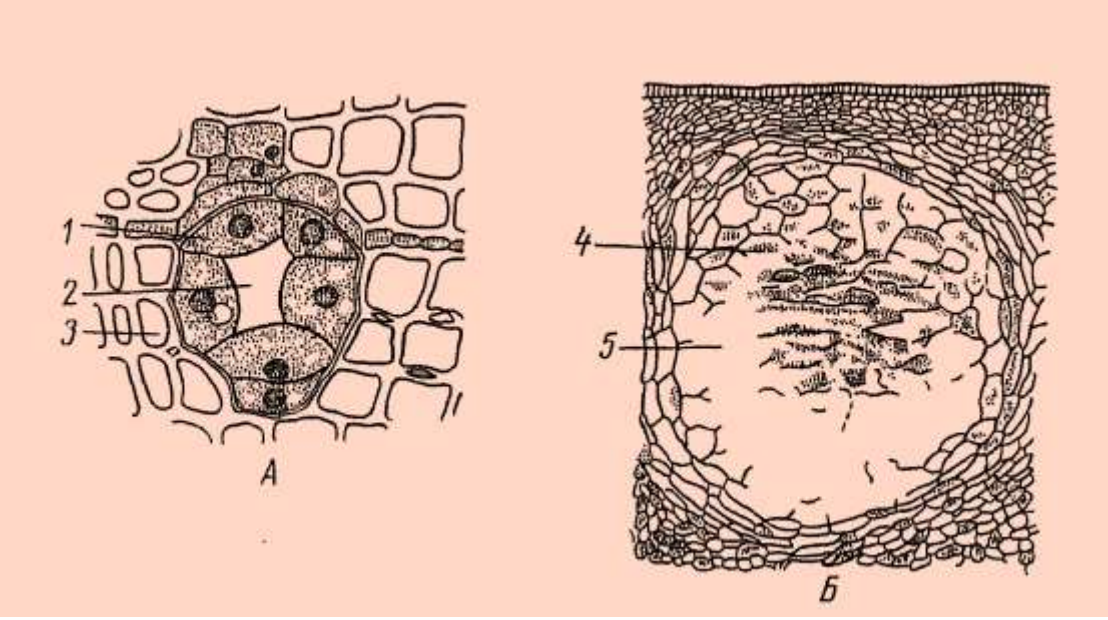


Рисунок 1.6. Видільні тканини

А – схізогенний смоляний хід у деревині сосни;

Б – лізигенне ефіроносне в оплодні мандарина;

1- епітеліальні клітини; 2- міжклітинники; 3- трахеїди; 4 – клітини, що руйнуються; 5 – порожнина.

Слід зазначити, що межа між зовнішньою та внутрішньою секрецією є певною мірою умовною, оскільки деякі структури (наприклад, залозисті волоски) можуть накопичувати секрет під кутикулою (внутрішньо) перед його вивільненням. Крім того, у рослин існують перехідні типи – наприклад, гідатоди здатні виділяти не тільки воду, але й невеликі кількості мінеральних солей та органічних сполук.

Онтогенетично секреторні структури диференціюються з прокамбію, меристеми або епідермальних клітин. Регуляція їхньої активності здійснюється гормональними сигналами (ауксини, цитокініни, жасмонова кислота), а також факторами навколишнього середовища (освітлення, температура, механічні пошкодження, атака патогенів) [2].

Екофізіологічне значення секреторних структур виходить за межі простої захисної або атрактивної функції. Наприклад, латекс молочників не тільки відлякує комах, але й закупорює ранки рослини, запобігаючи втраті води та проникненню збудників. Смоли схізогенних ходів мають антисептичні властивості та загоюють пошкодження кори. Ефірні олії з лізигенних вмістилищ цитрусових виявляють алелопатичну дію, пригнічуючи проростання насіння конкурентних видів.

Таким чином, секреторні структури рослин є високоспеціалізованими морфо-функціональними утвореннями, що забезпечують гомеостаз, захист, сигналізацію та адаптацію до широкого спектра біотичних і абіотичних факторів. Їхнє різноманіття відображає складність хімічної комунікації та метаболічної пластичності вищих рослин.

1.2.Значення секреторних речовин у житті рослин і людини

Секреторні структури рослин (ССР) демонструють значне різноманіття анатомічної будови, яке корелює з їхнім походженням, типом секрету та екологічною функцією. Незалежно від типу, всі ССР характеризуються низкою спільних цитологічних ознак: наявністю щільної цитоплазми, добре розвиненою ендоплазматичною сіткою (особливо шорсткою), великою кількістю диктіосом (апарат Гольджі), мітохондрій та пластид. Важливою особливістю секреторних клітин є наявність гранулярного ендоплазматичного ретикулуму для синтезу білкових компонентів секрету та гладкого ендоплазматичного ретикулуму – для ліпідних і терпеноїдних сполук [8, с.318].

За топографічним принципом ССР поділяють на:

1. Епідермальні – розташовані в покривній тканині (залозисті волоски, нектарники, гідатоди);
2. Паренхімні – занурені в основну тканину (поодинокі видільні клітини, молочники);
3. Провідникові – асоційовані з флоемою або ксилемою (смоляні ходи, деякі молочники);
4. Секреторні порожнини та канали – формуються в мезофілі, корі, деревині або плодах.

За способом утворення внутрішні секреторні ємності поділяють на три типи (табл. 1.1.):

Таблиця 1.1.

Типи внутрішніх секреторних порожнин за онтогенезом

Тип утворення	Механізм формування	Характерні сполуки	Приклади таксонів

Продовження табл. 1.1.

Схізогенний	Розходження клітин з утворенням міжклітинника, епітелій живий	Смоли, ефірні олії, бальзами	*Pinus, Abies, Apiaceae*
Лізигенний	Руйнування (лізис) групи клітин, епітелій відсутній	Ефірні олії, алкалоїди	*Citrus, Eucalyptus*
Схізолізигенний (змішаний)	Спочатку розходження, потім руйнування внутрішніх клітин	Смоли, камеді	*Hypericum, Mangifera*

ССР виявлені практично в усіх вегетативних та генеративних органах, однак їхня щільність і тип варіюють залежно від органу:

1. Листки: найбільше різноманіття залозистих волосків (верхній і нижній епідерміс), внутрішніх видільних клітин (мезофіл), схізогенних каналів (у жилках). Для листків *Laurus nobilis* характерні ефіроолійні ідіобласти; для *Urtica* – залозисті та жалкі волоски.

2. Стебло: у корі та флоемі молочаїв містяться нечленисті молочники; у деревині хвойних – смоляні ходи; у паренхімі стебла *Hypericum* – схізолізигенні вмістилища з гіперицином.

3. Квітки: нектарники (зав’язь, квітколоже, тичинкові нитки), залозисті волоски на чашолистках і пелюстках, осмофори (видільні ділянки, що продукують ароматичні сполуки для залучення запилювачів).

4. Плоди та насіння: лізигенні вмістилища в оплодні цитрусових (гесперидій), смоляні ходи в плодах *Pinus* (шишки), залозисті волоски на поверхні плодів *Solanum lycopersicum* (томат).

5. Корені: поодинокі видільні клітини з алкалоїдами (наприклад, у *Cinchona*), зовнішні видільні структури (кореневі залози у деяких паразитичних рослин), а також клітини, що виділяють муцилаг (слиз) у кореневому чохлику [10].

Секреторний процес у рослин включає кілька послідовних етапів:

1. Синтез попередників – у цитоплазмі або пластидах (терпеноїди синтезуються у пластидах, алкалоїди – в цитоплазмі).

2. Транспорт до місця накопичення – через ендоплазматичний ретикулум, диктіосоми, а також за допомогою везикулярного транспорту.

3. Модифікація та кон’югація – глікозилювання, метилювання, ацилювання в апараті Гольджі.

4. Накопичення – у вакуолях, міжклітинниках, під кутикулою або у спеціалізованих порожнинах.

5. Виведення – через кутикулу (шляхом дифузії або розриву), через продихи (для летких сполук) або через спеціалізовані видільні пори (у нектарниках).

Для зовнішніх секреторних структур характерний гранулокринний (везикулярний) тип секреції: секреторні везикули зливаються з плазмалемою, вивільняючи вміст у позаклітинний простір або під кутикулу. У нектарниках домінує мерокринний тип (виділення без руйнування клітини), тоді як у деяких залозистих волосках спостерігається голокринний тип (повне руйнування клітини з вивільненням вмісту).

Вивчення ССР базується на комплексі цитологічних, гістологічних, гістохімічних, ультраструктурних та біохімічних методів (табл. 1.2.):

Таблиця 1.2.

Методи вивчення ССР

Метод	Призначення	Приклад застосування
Світлова мікроскопія (анатомічні зрізи)	Визначення локалізації, форми, розмірів, типу структури	Забарвлення сафраніном і фіксіном для виявлення епітелію смоляних ходів
Гістохімічне фарбування	Ідентифікація хімічної природи секрету	Судан III/IV (ліпіди, ефірні олії), реакція з хлорним залізом (феноли), реактив Драгендорфа (алкалоїди)
Флуоресцентна мікроскопія	Виявлення специфічних вторинних метаболітів	Автофлуоресценція кумаринів та фуранокумаринів у залозистих волосках
Електронна мікроскопія (ТЕМ, СЕМ)	Ультраструктура секреторних клітин, везикулярний транспорт	Спостереження лізису клітин у лізигенних вмістищах
Газохроматографія-мас-спектрометрія (ГХ-МС)	Аналіз летких компонентів ефірних олій	Визначення складу секрету смоляних ходів *Pinus sylvestris*
Високоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ)	Аналіз нелетких сполук (алкалоїдів, флавоноїдів, глікозидів)	Кількісне визначення гіперицину у вмістищах *Hypericum perforatum*

У філогенетичному аспекті спостерігається ускладнення ССР від нижчих до вищих рослин:

1. Водорості – прості видільні клітини (коколіти, екскреторні вакуолі);
2. Мохи та печіночники – одноклітинні залозисті волоски, олійні тільця;
3. Папороті – складніші багатоклітинні залози;
4. Голонасінні – схізогенні смоляні канали (досконалий тип із епітеліальними клітинами);
5. Покритонасінні – максимальне різноманіття: лізигенні, схізолізигенні вмістища, нектарники, гідатоди, складні молочники.

Важливою макроеволюційною тенденцією є перехід від внутрішнього накопичення токсичних сполук до зовнішнього виділення з метою хімічного захисту від фітофагів і патогенів. Це супроводжувалося розвитком кутикулярних структур та епідермальних залоз.

Знання анатомії та фізіології ССР має прикладне значення для:

1. Фармакогнозії – локалізація діючих речовин у лікарській рослинній сировині (наприклад, гіперицин у *Hypericum* має знаходитися у схізолізигенних вмістищах) [19, с.530];
2. Селекції – створення сортів із підвищеним вмістом ефірних олій (м’ята, лаванда, троянда);
3. Агроекології – використання рослин із залозистими волосками для біологічного захисту (томат, картопля);
4. Дендрології – діагностика видів хвойних за будовою смоляних ходів у деревині.

Таким чином, підрозділ 1.2 систематизує анатомо-морфологічні особливості секреторних структур, їхню локалізацію, онтогенез, цитофізіологічні механізми, сучасні методи дослідження, еволюційні тенденції та прикладні аспекти. Це створює основу для подальшого поглибленого вивчення окремих типів ССР.

1.3.Аналіз чинної шкільної програми з біології, в межах якої можна ввести поняття «Секреторні структури рослин»

Якщо говорити про межі шкільного курсу біології, то ньому відсутні теми про ССР. Однак, проаналізувавши чинну навчальну програму з біології (НУШ, 6-7 класи), можна відзначити перелік тем, під час вивчення яких, можливе ознайомлення учнів із поняттям «Секреторні структури рослин» без порушення змісту програми [11;12].

Для кращої наочності, продемонструємо зміст програм у вигляді таблиці (табл.1.3.).

Таблиця 1.3.

Навчальна програма «Біологія» для 6- 7 класу

Клас	Змістовна лінія/ тема програми НУШ	Основний зміст	Можливі інтеграції поняття ССР	Методичні акценти
6	Будова клітини	Ознайомлення з основними органелами клітини, їх функціями.	Можна пригадати, що деякі клітини спеціалізуються на виділенні речовин (н-д: ефірних олій чи нектару).	Зв’язок між будовою і функцією клітини; Спостереження клітинних виділень під мікроскопом чи на ілюстраціях.

Продовження табл. 1.3.

6	Тканини рослин	Основні типи тканин: твірні, покривні, основні, механічні.	Представити секреторні тканини як різновид спеціалізованих клітин або комплексів, що виділяють речовини (смола, латекс, нектар).	Порівняльні таблиці «*основні-спеціалізовані тканини*»; приклади з ароматичних рослин.
7	Органи рослин	Зовнішня та внутрішня будова листка, квітки, плоду.	Введення понять *нектарники, ефіроолійні залозки, смоляні ходи* як складових органів рослин.	Демонстрація квіток і листків із характерними ознаками (м’ята, сосна, лаванда).
7	Функції органів рослин	Живлення, дихання, транспірація, виділення.	Пояснити, що секреторні структури беруть участь у процесі виділення речовин, і у захисті рослин.	Практична робота з елементами досліду: виявлення ефірних олій або смоли.

Продовження табл. 1.3.

7	Рослини і довкілля	Обговорення ролі секреторних речовин у пристосуванні (захист від шкідників, залучення комах).	Обговорення ролі секреторних речовин у пристосуванні (захист від шкідників, залучення комах).	Інтеграція з екологією; створення схем *«Рослина-середовище-секреторні речовини».*
7	Рослини і людина	Приклади використання секреторних речовин у побуті.	Приклади використання секреторних речовин у побуті.	

Отже, як бачимо з таблиці 1.3, шкільна програма дозволяє зручно впроваджувати поняття «Секреторні структури рослин» [9]. Найпростіше це зробити через вивчення тканин або в контексті розмноження і розвитку рослин. Для успішного засвоєння необхідно поєднувати теоретичні знання з практичними завданнями, аналізуючи будову та функції секреторних структур у різних групах рослин.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ШЛЯХИ ОЗНАЙОМЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ІЗ ССР

2.1. Формування понять про спеціалізовані клітини під час вивчення теми «Будова клітини» (6 клас)

Як уже зазначалося, у чинних шкільних підручниках і типових освітніх програмах тема секреторних структур рослин (ССР) у систематизованому вигляді не представлена. Попри це, знання про спеціалізовані секреторні клітини має важливе загальноосвітнє та прикладне значення, оскільки воно сприяє глибшому розумінню будови та функціонування рослинних органів, механізмів виділення таких речовин, як клітинні соки, смоли, ефірні олії, а також усвідомленню практичного використання цих сполук у медицині, харчовій та фармацевтичній промисловості. Робота вчителя в цьому напрямі набуває методично-інноваційного характеру, оскільки потребує самостійного введення додаткового змістового матеріалу. Головне завдання педагога полягає в забезпеченні базового ознайомлення здобувачів освіти з секреторними структурами рослин на доступному для учнів шостого класу рівні [2].

Основною точкою входу для формування відповідних уявлень є вивчення теми «Будова рослинної клітини». Процес формування понять про секреторні клітини має ґрунтуватися на інтеграції теоретичних знань із практичною діяльністю та візуалізацією. Такий підхід дозволяє учням не лише механічно запам’ятати нові відомості, але й глибоко осмислити значення секреторних клітин для підтримання життєдіяльності рослинного організму. Шляхом використання аналогій та візуальних моделей доцільно вводити поняття видозмінених клітин, які власне й виконують секреторну функцію, наприклад клітин, що виділяють ефірні олії. Особливу увагу слід звернути на методичний аспект, а саме на встановлення чіткого зв’язку між будовою клітини та її функцією. Рекомендується зосередитися на

ендоплазматичній сітці та комплексі Гольджі, пояснюючи їх як своєрідні конвеєри для виробництва, пакування та транспортування секрету.

Для ефективного введення поняття через порівняння можна провести паралель із «фабриками» всередині клітин, тобто обговорити, як ендоплазматичний ретикулум та апарат Гольджі можуть слугувати своєрідними цехами для утворення, накопичення та утримання секретів. Крім того, доцільно зіставити секреторні структури з виробничими майстернями, пояснюючи учням, що клітина є немовби невеличким містом, а секреторні клітини – це заводи або цехи, які виготовляють необхідні для рослини субстанції. Іншим важливим методичним прийомом є використання візуалізації та ілюстративного матеріалу. Зокрема, слід демонструвати схематичні зображення секреторних клітин, на яких чітко позначено комплекси ендоплазматичної сітки та апарату Гольджі, а також мембранні міхурці (везикули) із секретами. Також корисним є перегляд відеоматеріалів, які відтворюють процеси синтезу, транспортування та виділення секретів у динаміці.

За наявності відповідного матеріально-технічного забезпечення доцільно провести практичну діяльність на уроці. Наприклад, учням можна запропонувати розглянути під мікроскопом залозисті органи рослин, а також скласти схематичний малюнок секреторної клітини, підписавши її основні органели – ендоплазматичний ретикулум, апарат Гольджі та везикули. Попри те, що в підручнику міститься значна кількість схем та ілюстрацій, що зображують секреторні клітини, вчителю варто подбати й про залучення додаткових джерел інформації. Зокрема, можна запропонувати учням самостійно знайти додаткові відомості про секреторні клітини в енциклопедіях, ботанічних атласах та на авторитетних інтернет-ресурсах, а згодом спільно обговорити, яким чином секреторні клітини допомагають підтримувати життєдіяльність рослинного організму.

Жоден процес навчання не є повноцінним без контролю засвоєних знань, умінь та навичок, тому вчителю необхідно ретельно продумати методи

перевірки якості отриманих результатів. Найбільш доцільними для цього є тестування, біологічний диктант або завдання на встановлення відповідності, причому основна опора має робитися на розуміння термінів та вміння наводити конкретні приклади секреторних структур і їхніх секретів. Такий комплексний підхід дозволяє не тільки сформувати в учнів початкові уявлення про секреторні клітини, але й закласти основу для подальшого поглибленого вивчення видільних тканин у старших класах.

2.2. Утворення уявлень щодо поняття секреторні тканини під час вивчення теми «Тканини рослин» (6 клас)

Вивчення секреторних (видільних) тканин у шостому класі доцільно ґрунтувати на яскравих, емпірично близьких учням прикладах, оскільки здобувачі освіти щоденно стикаються з результатами функціонування цих структур, хоча часто й не усвідомлюють їхнього походження. Аромат квітів, смола, що витікає з пошкодженої кори сосни, пекучість листків кропиви – усі ці явища безпосередньо пов’язані з діяльністю видільних тканин. Саме тому ознайомлення з секреторними тканинами має відбуватися за структурованим, логічно послідовним підходом, який поєднує теоретичне пояснення, евристичну бесіду, демонстрацію наочних матеріалів та елементи дослідницької діяльності [15].

Головним етапом формування понять є введення визначення терміна та з’ясування функцій видільних тканин. Учитель пояснює, що видільні тканини являють собою сукупності спеціалізованих клітин, які утворюють і вивільнюють за межі рослинного організму або накопичують у своїй товщі різноманітні хімічні сполуки, що отримали назву секретів або екскретів. Після визначення терміна ключовим стає запитання про біологічне призначення цих структур, а саме: навіщо вони потрібні рослині? Найкращим методичним прийомом для з’ясування цього питання є евристична бесіда. За допомогою системи ретельно підготовлених, логічно пов’язаних запитань педагог спонукає учнів самостійно формулювати висновки. У результаті

такої бесіди школярі зазвичай доходять думки, що видільні тканини виконують захисну функцію (оборона від травоїдних тварин або комах), екологічну (приваблення запилювачів за допомогою нектару), а також видільну (виведення надлишкових мінеральних солей та води). Важливо, щоб учні усвідомили, що виділення – це не лише видалення непотрібного, але часто активний процес, спрямований на взаємодію з навколишнім середовищем.

Після того як учитель ввів основні терміни та розкрив функціональне значення видільних тканин, можна переходити до ознайомлення з їхньою класифікацією. Оптимальним для учнів шостого класу є поділ секреторних структур за місцем накопичення синтезованих сполук. Відповідно до цього критерію виокремлюють дві великі групи: зовнішні видільні елементи та внутрішні видільні елементи. До першої групи належать залозисті трихоми, нектарники та гідатоди. Залозисті волоски, або трихоми, наявні, наприклад, у пеларгонії або кропиви; вони виділяють ефірні олії чи захисні пекучі субстанції, що відлякують фітофагів. Нектарники, розташовані переважно в квітках, продукують солодкий нектар, який слугує винагородою для комах-запилювачів та інших тварин-запилювачів. Гідатоди, які часто називають водяними продихами, забезпечують виведення краплинно-рідкої води в процесі, що отримав назву гутації; це явище добре помітне вранці на кінчиках листків багатьох трав’янистих рослин.

Другу групу – внутрішні видільні елементи – репрезентують смоляні протоки та молочні ходи. Смоляні протоки являють собою особливі канали в корі або деревині, наповнені живицею (смолою), яка має антисептичні властивості та загоює пошкодження дерева, найхарактерніші вони для хвойних порід. Молочні ходи – це довгі трубчасті структури, що містять молочний сік, або латекс. Яскравими прикладами рослин з молочними ходами є кульбаба, чистотіл, молочай; при пошкодженні стебла або листка з цих ходів виділяється біла або помаранчева рідина, яка швидко застигає на повітрі. Учням буде цікаво дізнатися, що з латексу тропічного дерева гевеї

отримують натуральний каучук, а бурштин є не що інше, як викопна, застигла мільйони років тому смола стародавніх хвойних дерев.

Для успішного засвоєння матеріалу доцільно дотримуватися певних методичних рекомендацій. Насамперед не варто нехтувати дослідницьким підходом: запропонуйте учням понюхати свіжий листок м’яти або розтерти в пальцях соснову хвою, після чого поставте запитання: «Звідки походить цей аромат?». Такі прості дії спонукають школярів самостійно дійти висновку, що запах є результатом роботи видільних клітин, які продукують леткі ефірні олії. Важливу роль відіграє й візуалізація: за наявності мікроскопів слід запропонувати учням розглянути мікропрепарати шкірки листка герані, на яких чітко видно залозисті волоски, що своєю формою нагадують булави на ніжках. Якщо можливості для мікроскопування немає, варто використовувати якісні мікрофотографії або відеозаписи.

Обов’язково слід підтримувати зв’язок навчального матеріалу з повсякденним життям учнів. Потрібно розтлумачити, що каучук (гума) у виробах, які діти щоденно використовують, є переробленим соком молочних ходів дерева гевеї, а бурштин, який вони могли бачити в прикрасах або музеях, – це застигла смола стародавніх рослин. Такі приклади роблять абстрактне поняття видільних тканин конкретним і практично значущим.

Варто також зауважити, що в деяких навчальних посібниках видільні тканини часто не виділяють в окрему групу, додаючи їх до основних тканин (наприклад, до покривних або паренхімних). Тому вчителю слід наголосити, що секреторні тканини – це особливі структури зі спеціалізованою функцією синтезу, накопичення та виділення сполук, і саме ця функція виправдовує їхнє виокремлення в самостійну категорію [17].

Під час роботи над темою вчителю знадобиться значна кількість наочного матеріалу, тому варто заздалегідь подбати про наявність мікрофотографій, гербаріїв із ароматичними рослинами (м’ята, лаванда, сосна, ялівець, троянда), схем будови залозистих волосків, смоляних ходів і молочників, а також відеоматеріалів, які демонструють гутацію, витікання

смоли або виділення латексу. Використання гербарних зразків дозволяє учням безпосередньо сприйняти досліджувані об’єкти, а перегляд відео в динаміці формує цілісне уявлення про процеси виділення. Такий комплексний підхід, що поєднує словесні, наочні та практичні методи, є найбільш ефективним для формування стійких і глибоких знань про секреторні тканини в учнів шостого класу. Завершальним етапом має стати коротке узагальнення, під час якого вчитель разом з учнями ще раз перелічує основні типи видільних тканин, їхню локалізацію та функції, акцентуючи увагу на тому, що всі вони забезпечують адаптацію рослини до умов середовища.

2.3. Ознайомлення з видами секреторних тканин під час вивчення теми «Різноманітність вищих рослин» (7 клас)

Для учнів сьомого класу, які вже мають базові знання про будову рослинної клітини та класифікацію тканин, найбільш ефективним форматом вивчення секреторних структур є практичне заняття. У цьому віці школярі здатні не лише спостерігати, але й порівнювати, аналізувати та робити самостійні висновки на основі безпосереднього дослідження об’єктів [13].

Оптимальним варіантом є проведення лабораторного дослідження на тему «Особливості будови секреторних структур рослин», яке дозволяє учням побачити різноманітність зовнішніх і внутрішніх видільних тканин без використання складного аналітичного обладнання, але з широким залученням живих об’єктів та мікропрепаратів.

Метою такого лабораторного дослідження є ознайомлення учнів із різноманітністю зовнішніх та внутрішніх секреторних тканин, а також формування вміння розпізнавати їх на живих рослинних об’єктах, гербарних зразках і готових мікропрепаратах. Додатковим завданням є розвиток навичок роботи з мікроскопом і лупою, а також закріплення знань про зв’язок між будовою секреторних структур та їхніми функціями. Для

досягнення цієї мети вчитель має ретельно підготувати необхідне обладнання та матеріали, забезпечивши як індивідуальну, так і групову роботу учнів.

До обладнання та матеріалів, які знадобляться в процесі роботи, віднесемо: мікроскопи (не менше одного на двох-трьох учнів), лупи ручні, предметні та покривні скельця, препарувальні голки, готові мікропрепарати (насамперед «Поперечний зріз хвої сосни» та «Епідерма листка герані»), живі об’єкти (свіжо зірвані листки м’яти перцевої, пеларгонії, кульбаби лікарської, чистотілу звичайного, а також фрагменти шкірки лимона або апельсина), серветки паперові, склянки з водою. Також доцільно підготувати інструктивні картки з послідовністю виконання завдань і питаннями для висновків. Варто заздалегідь перевірити, чи немає в учнів алергічних реакцій на ефірні олії або сік чистотілу, та провести короткий інструктаж з техніки безпеки.

Хід роботи включає кілька етапів:

1. Вивчення зовнішніх секреторних структур на прикладі залозистих волосків.

Учитель пропонує учням за допомогою лупи розглянути поверхню листка пеларгонії (герані) або м’яти. Слід звернути увагу на дрібні волоски, що мають потовщені «головки» на кінцях – це залозисті трихоми. Після візуального огляду учням пропонується злегка розтерти листок пальцями та відзначити появу сильного характерного запаху. Педагог пояснює, що аромат виникає внаслідок механічного руйнування головок залозистих волосків і вивільнення ефірних олій, які в них накопичувалися. Завданням для учнів є замалювати залозистий волосок у зошиті, позначивши його основні частини (ніжку та головку), а також коротко описати механізм виділення секрету.

2. Дослідження внутрішніх секреторних структур на прикладі ефіроолійних вмістищ цитрусових.

Учні отримують невеликий шматочок шкірки лимона або апельсина. Їм пропонується обережно натиснути на шкірку так, щоб бризнув сік у бік від очей та обличчя. Після цього слід розглянути шкірку на просвіт (бажано

направити її до вікна або настільної лампи). Учитель звертає увагу школярів на численні напівпрозорі цятки різного розміру, видимі в товщі шкірки. Пояснюється, що ці цятки є великими лізигенними або схізолізигенними вмістищами – порожнинами, заповненими ефірною олією. Пропонується виконати завдання: записати (у зошиті або на спільному плакаті під час обговорення), яке значення має сильний запах шкірки для захисту плоду від фітофагів та патогенних мікроорганізмів.

3. Робота з мікроскопом: смоляні ходи хвойних та молочні ходи (латексифери).

Учні розглядають під мікроскопом готовий мікропрепарат поперечного зрізу хвої сосни звичайної або іншої хвойної рослини. Перед ними ставиться завдання знайти в товщі мезофілу округлі або дещо видовжені порожнини, вистелені епітеліальними клітинами, – це смоляні ходи (схізогенного типу). Учитель пояснює, що в цих каналах накопичується смола (живиця), яка виконує захисну та антисептичну функції. Як альтернативу або додаткове завдання можна запропонувати учням розглянути під мікроскопом тонкий зріз стебла кульбаби або чистотілу (свіжий або фіксований).

Слід звернути увагу на виділення «молочка» (латексу) при пошкодженні тканини – це ознака наявності членистих або нечленистих молочних ходів. Завданням є порівняти вигляд смоляних ходів на зрізі хвої та молочних ходів на зрізі стебла кульбаби (або на малюнках підручника), відзначити спільні риси (наявність порожнин, заповнених секретом) та відмінності (різна форма, наявність чи відсутність епітеліальної вистилки, колір секрету).

4. Оформлення висновку та узагальнення результатів.

Після завершення всіх експериментальних етапів учням пропонується сформулювати письмові висновки у зошиті, відповівши на низку запитань, які активізують розуміння функціонального значення секреторних тканин.

Зокрема, яку роль відіграє нектар у житті квіткових рослин (залучення запилювачів, забезпечення перехресного запилення)?

Чому хвойні дерева «плачуть» смолою при пошкодженні стовбура (захисна реакція, запечатування ран, захист від корисної комахи-шкідників і патогенів)?

Які секреторні структури захищають рослину від того, щоб її з'їли тварини (пекучі волоски кропиви, гіркі алкалоїди в молочному соку чистотілу, ефірні олії, що відлякують фітофагів)?

Також можна додати запитання про значення латексу для самої рослини (запас поживних речовин, захист ран) та про господарське використання секретів людиною.

Під час проведення такого лабораторного заняття вчитель має бути особливо уважним до дотримання правил безпеки. Деякі речовини, з якими працюють учні, є біологічно активними та потенційно небезпечними. Зокрема, сік чистотілу містить алкалоїди та є їдким: при потраплянні на шкіру він може спричинити подразнення та хімічні опіки, тому працювати з ним слід лише в серветках або рукавичках, уникаючи контакту з відкритими ділянками шкіри та слизовими оболонками.

У деяких дітей може бути алергічна реакція на ефірні олії м'яти, пеларгонії або цитрусових, тому перед початком роботи варто запитати про відомі алергії та забезпечити провітрювання приміщення. Існує також низка загальних правил: під час роботи з листям м'яти, пеларгонії чи шкіркою цитрусових забороняється торкатися очей (оскільки ефірні олії спричиняють сильне печіння та тимчасове порушення зору), категорично забороняється смакувати будь-які препарати (листки, соки, зрізи), навіть якщо рослина вважається їстівною.

Після завершення роботи всі учні мають ретельно вимити руки з милом. Дотримання цих правил робить лабораторне заняття не лише пізнавальним, але й безпечним, що є пріоритетом у роботі з дітьми середнього шкільного віку.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ

3.1. Організація педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент проводився з метою перевірки ефективності запропонованої методики формування знань учнів з теми дослідження, а саме – ознайомлення із секреторними структурами рослин на уроках біології в основній школі. Дослідження здійснювалося на базі закладу загальної середньої освіти (назва закладу не вказана або вилучена для анонімності) протягом 2025–2026 навчального року. Вибір тимчасового проміжку був зумовлений необхідністю охопити повний цикл вивчення розділів ботаніки, в межах яких доцільно інтегрувати відомості про секреторні структури.

У педагогічному експерименті брали участь учні 7 класу у кількості 15 осіб. Вибір класу для експерименту обґрунтований тим, що саме в цьому шкільному курсі біології згідно з чинною програмою вивчаються основи анатомії, морфології та систематики рослин, зокрема теми «Тканини рослин», «Різноманітність вищих рослин», «Будова вегетативних та генеративних органів». Саме на цьому етапі навчання учні вперше системно знайомляться з внутрішньою будовою рослин, що створює сприятливі умови для введення понять про секреторні клітини, тканини та структури. Крім того, семикласники вже мають базові навички роботи з мікроскопом, лупою та здатні до виконання нескладних дослідницьких завдань.

Для забезпечення об’єктивності результатів та можливості порівняльного аналізу було сформовано контрольну та експериментальну групи. Оскільки загальна кількість учнів у класі становила 15 осіб, групи формувалися методом парного розподілу з урахуванням попередньої успішності з біології, щоб вихідний рівень знань обох груп був статистично однорідним. У контрольній групі (7 осіб) навчання проводилося за традиційною методикою, тобто з використанням лише підручника, пояснювально-ілюстративних методів та мінімальною кількістю наочних матеріалів, передбачених типовим календарно-тематичним плануванням. В

експериментальній групі (8 осіб) застосовувалися розроблені методичні підходи, що включали спеціально підібрані навчальні завдання, демонстрацію мікрофотографій, роботу з живими об’єктами, елементи лабораторного дослідження та евристичну бесіду. Склад груп та їхнє співвідношення наочно представлено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1. Контрольна та експериментальні групи

Педагогічний експеримент складався з трьох послідовних етапів, кожен з яких мав чітко визначену мету, завдання та відповідні методи діагностики.

Констатувальний етап передбачав визначення початкового рівня знань, умінь та навичок учнів з досліджуваної теми. На цьому етапі проводилися діагностичні роботи (тестові завдання закритого та відкритого типів), усне опитування (фронтальне та індивідуальне) та педагогічне спостереження за пізнавальною активністю школярів під час вступного уроку. Метою констатувального етапу було зафіксувати вихідний стан сформованості знань

про секреторні структури рослин в обох групах до початку формувального впливу.

Формувальний етап включав упровадження розробленої методики навчання в експериментальній групі. Під час цього етапу використовувалися різноманітні методи та прийоми навчання, спрямовані на активізацію пізнавальної діяльності учнів: лабораторне дослідження з використанням живих об’єктів (м’ята, пеларгонія, хвоя, цитрусові), робота з мікропрепаратами («Епідерма листка герані», «Поперечний зріз хвої сосни»), проблемне навчання (постановка запитань «чому сосна плаче смолою?», «звідки береться запах у м’яти?»), створення схем-класифікацій, перегляд відеофрагментів гутації та виділення латексу. Контрольна група на цьому ж етапі вивчала аналогічний матеріал, але без застосування зазначених активних методів, обмежуючись роботою з підручником та стандартними ілюстраціями.

Контрольний етап передбачав повторну перевірку рівня знань учнів для визначення ефективності застосованої методики та порівняння результатів контрольної й експериментальної груп. Діагностичний інструментарій на контрольному етапі був аналогічним до констатувального (тести, усне опитування), однак завдання було модифіковано, щоб уникнути ефекту впізнавання. Крім того, додатково використовувалися завдання на встановлення відповідності між типом секреторної структури та її функцією, а також завдання на аналіз мікрофотографій. Отримані результати були проаналізовані та узагальнені, що дозволило зробити обґрунтовані висновки щодо ефективності запропонованого підходу.

Щодо методів дослідження, то для досягнення поставленої мети та виконання завдань дослідження було використано комплекс теоретичних і емпіричних методів, що забезпечили валідність та надійність отриманих даних.

До теоретичних методів належали: аналіз та узагальнення науково-методичної літератури з проблеми дослідження (включаючи підручники,

посібники з ботаніки, статті з методики викладання біології), порівняння різних підходів до викладання тем, пов’язаних з анатомічною будовою рослин, а також систематизація отриманої інформації щодо особливостей секреторних структур рослин (їхньої класифікації, локалізації, функцій). Теоретичний аналіз дозволив виявити прогалини в чинних навчальних програмах та обґрунтувати необхідність введення додаткового матеріалу про секреторні тканини.

Серед емпіричних методів були використані педагогічне спостереження, тестування, усне опитування та педагогічний експеримент. Педагогічне спостереження застосовувалося з метою виявлення рівня зацікавленості учнів у вивченні теми, їхньої активності під час виконання завдань, а також особливостей пізнавальної діяльності (здатності до аналізу, синтезу, порівняння) під час уроків біології. Тестування та усне опитування дали змогу визначити рівень сформованості знань учнів про секреторні структури рослин як на констатувальному, так і на контрольному етапах. Тестові завдання включали як репродуктивні питання (наприклад, «що таке латекс?»), так і питання на розуміння (наприклад, «поясніть, чому гутація частіше спостерігається у вологому повітрі?»).

Важливим методом дослідження був педагогічний експеримент, який проводився з метою перевірки ефективності запропонованих методичних підходів до ознайомлення учнів із секреторними структурами рослин в реальних умовах навчального процесу. Експеримент мав природний характер (не порушував логіки навчального процесу) та проводився в рамках годин, відведених на вивчення розділів ботаніки. На рисунку 3.2. наведено фрагмент спостереження за роботою експериментальної групи під час виконання лабораторного дослідження.



Рисунок 3.2. Спостереження за роботою експериментальної групи

Для обробки результатів дослідження використовувалися елементи кількісного та якісного аналізу, що дозволило порівняти рівень знань учнів контрольної та експериментальної груп і зробити відповідні висновки.

Для визначення ефективності запропонованих методичних підходів було проведено порівняльний аналіз результатів навчальних досягнень учнів контрольної та експериментальної груп (табл.3.1.)

Таблиця 3.1.

Оцінка рівня знань в контрольній та експериментальній групах

Рівень	Контрольна	Експериментальн	Контрольн	Експериментальн

знань	група (до експерименту)	а група (до експерименту)	а група (після)	а група (після)
Високий	14%	15%	18%	36%
Середній	46%	44%	50%	48%
Низький	40%	41%	32%	16%

Для більш наочного представлення динаміки змін рівня знань учнів контрольної та експериментальної груп на основі даних таблиці 3.1. побудовано графік (рис. 3.3).

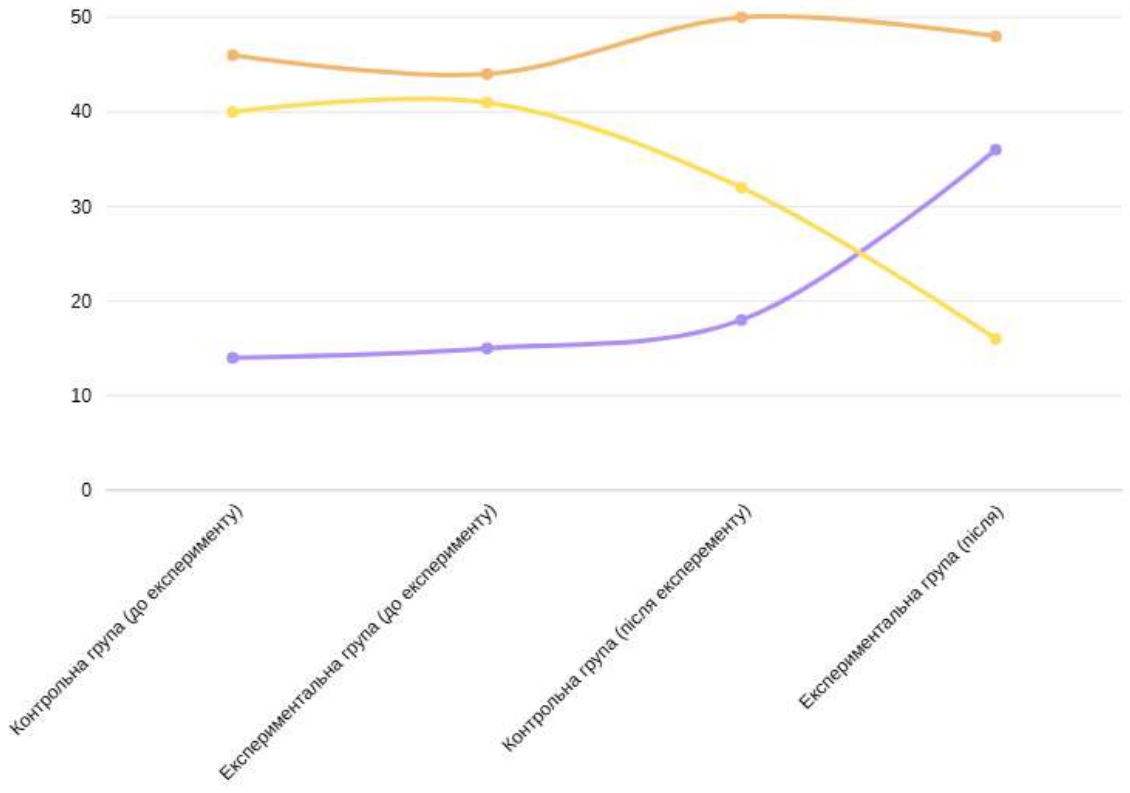


Рисунок 3.3. Графік динаміки змін рівня знань учнів

Аналіз результатів, поданих у таблиці 3.1. та відображених на графіку (рис. 3.3), показав, що після впровадження розроблених методичних прийомів в експериментальній групі значно зріс відсоток учнів з високим рівнем знань (з 15% до 36%, тобто на 21 відсотковий пункт), а кількість учнів

з низьким рівнем суттєво зменшилася (з 41% до 16%, тобто на 25 відсоткових пунктів). У контрольній групі позитивна динаміка була значно скромнішою: високий рівень зріс лише на 4% (з 14% до 18%), а низький знизився на 8% (з 40% до 32%). Важливо відзначити, що в експериментальній групі після експерименту не залишилося жодного учня, який би демонстрував повну відсутність знань (нульовий рівень), тоді як у контрольній групі окремі учні все ще мали фрагментарні уявлення.

Це свідчить про те, що використання наочних матеріалів (мікрофотографій, схем, відео), мікроскопічних зображень живих об’єктів та елементів дослідницької діяльності (лабораторне дослідження, евристична бесіда) сприяє значно кращому засвоєнню учнями знань про секреторні структури рослин порівняно з традиційним пояснювально-ілюстративним навчанням. Особливо помітним є вплив запропонованої методики на подолання низького рівня знань: в експериментальній групі частка учнів з низьким рівнем скоротилася більш ніж удвічі, тоді як у контрольній – лише на п’яту частину. Отримані результати підтверджують ефективність запропонованих методичних підходів та доцільність їх використання у процесі викладання біології в закладах загальної середньої освіти.

По яких же, власне, критеріях ми формували рівні знань учнів щодо секреторних структур рослин? Для визначення рівня засвоєння учнями знань про секреторні структури рослин було розроблено відповідні критерії оцінювання навчальних досягнень, які ґрунтувалися на таксономії Блума (рівні «знання», «розуміння», «застосування»). Оцінювання здійснювалося за трьома рівнями: високий, середній та низький. Опис кожного рівня наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Критерії оцінювання рівня сформованості знань учнів про секреторні структури рослин

Рівень	Характеристика знань учнів

сформованості знань	
Високий	Учень вільно оперує поняттями, пов’язаними із секреторними структурами рослин (секрет, латекс, нектарники, смоляні ходи, гідатоди, залозисті волоски, схізогенні та лізигенні вмістища); правильно пояснює їх будову та функції; може наводити приклади різних типів секреторних структур (нектарники яблуні, смоляні ходи сосни, ефіроолійні залозки м’яти, молочники чистотілу); самостійно аналізує схеми та мікрофотографії, встановлює причинно-наслідкові зв’язки між будовою секреторної структури та її роллю в життєдіяльності рослини.
Середній	Учень розуміє основні поняття теми, може назвати окремі секреторні структури рослин (зазвичай 2-3 типи) та їхні функції, але потребує допомоги вчителя під час пояснення складніших аспектів будови (наприклад, відмінностей між схізогенними та лізигенними вмістищами) та класифікації. При роботі зі схемами та мікрофотографіями може припускатися неточностей, потребує навідних запитань.
Низький	Учень має фрагментарні знання про секреторні структури рослин (називає лише 1-2 типи, часто плутає їх з іншими тканинами); відчуває значні труднощі під час пояснення їх будови та функцій; не може самостійно працювати зі схемами або навчальними ілюстраціями, відповіді носять репродуктивний характер без розуміння суті.

Отримані критерії, подані в таблиці 3.2, дали змогу об’єктивно оцінити рівень засвоєння навчального матеріалу учнями під час проведення педагогічного експерименту та здійснити порівняльний аналіз результатів контрольної та експериментальної груп. Важливо зазначити, що оцінювання проводилося незалежним експертом (другим учителем біології), який не був обізнаний про розподіл учнів на групи, що виключало суб’єктивізм. Результати експерименту переконливо демонструють, що цілеспрямоване введення матеріалу про секреторні структури з використанням активних методів навчання є не лише доцільним, але й необхідним для формування повноцінних знань про анатомію та фізіологію рослин у курсі біології 7 класу. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на адаптацію запропонованої методики для старших класів у межах вивчення фізіології рослин та біохімії вторинного метаболізму.

3.2. Висновки щодо ефективності застосування запропонованих методичних прийомів

Проведений педагогічний експеримент, який охоплював констатувальний, формувальний та контрольний етапи, дав змогу всебічно оцінити ефективність запропонованих методичних прийомів ознайомлення учнів із секреторними структурами рослин (ССР) у процесі вивчення біології в 7 класі. Експериментальне дослідження ґрунтувалося на порівнянні результатів навчання в контрольній групі (традиційна методика) та експериментальній групі (методика з використанням спеціально розроблених прийомів: лабораторне дослідження живих об’єктів, робота з мікропрепаратами, евристична бесіда, проблемне навчання, візуалізація через мікрофотографії та схеми).

У ході дослідження було встановлено, що використання наочних матеріалів (зокрема, мікрофотографій залозистих волосків, смоляних ходів та ефіроолійних вмістищ), схем класифікації секреторних структур, а також

елементів дослідницької діяльності (розтирання листків м’яти, розглядання шкірки цитрусових під лупою, мікроскопіювання зрізів хвої) сприяє значно більш глибокому розумінню учнями особливостей будови та функцій секреторних структур рослин порівняно з традиційним пояснювально-ілюстративним навчанням. Учні експериментальної групи не лише запам’ятовували назви структур, але й розуміли причинно-наслідкові зв’язки між їхньою анатомічною організацією та виконуваними функціями (наприклад, зв’язок між наявністю епітеліальної вистилки в смоляних ходах і здатністю до тривалої секреції смоли).

Застосування таких методичних прийомів, як евристична бесіда («Чому сосна «плаче» смолою?», «Звідки береться аромат м’яти?», «Для чого кактусам залозисті волоски?»), проблемне навчання (постановка питання «Як рослина захищається від тварин, якщо не може втекти?») та дослідницька діяльність, активізує пізнавальну діяльність учнів, підвищує їхню зацікавленість у вивченні тем, пов’язаних з анатомічною будовою рослин, а також сприяє формуванню цілісного уявлення про різноманітність рослинних тканин.

Важливо відзначити, що в експериментальній групі спостерігалася вища навчальна мотивація: учні самостійно приносили додаткові рослинні об’єкти (листки різних видів м’яти, шкірку лимона, гілочки ялівцю) та ставили додаткові запитання, що виходили за межі програми. Це свідчить про формування стійкого пізнавального інтересу до ботаніки як науки.

Порівняльний аналіз результатів навчальних досягнень учнів контрольної та експериментальної груп, проведений на основі розроблених критеріїв (високий, середній, низький рівні), показав позитивну динаміку рівня засвоєння навчального матеріалу саме в експериментальній групі (Рис.3.4.). Зокрема, спостерігалося суттєве збільшення кількості учнів з високим рівнем знань (з 15% до 36%, тобто на 21 відсотковий пункт) та значне зменшення частки учнів з низьким рівнем засвоєння матеріалу (з 41% до 16%, тобто на 25 відсоткових пунктів). У контрольній групі зміни були

незначними: високий рівень зріс лише на 4% (з 14% до 18%), низький знизився на 8% (з 40% до 32%). Таким чином, приріст високого рівня в експериментальній групі виявився в 5,25 раза більшим, ніж у контрольній, а зниження низького рівня – більш ніж у 3 рази ефективнішим.

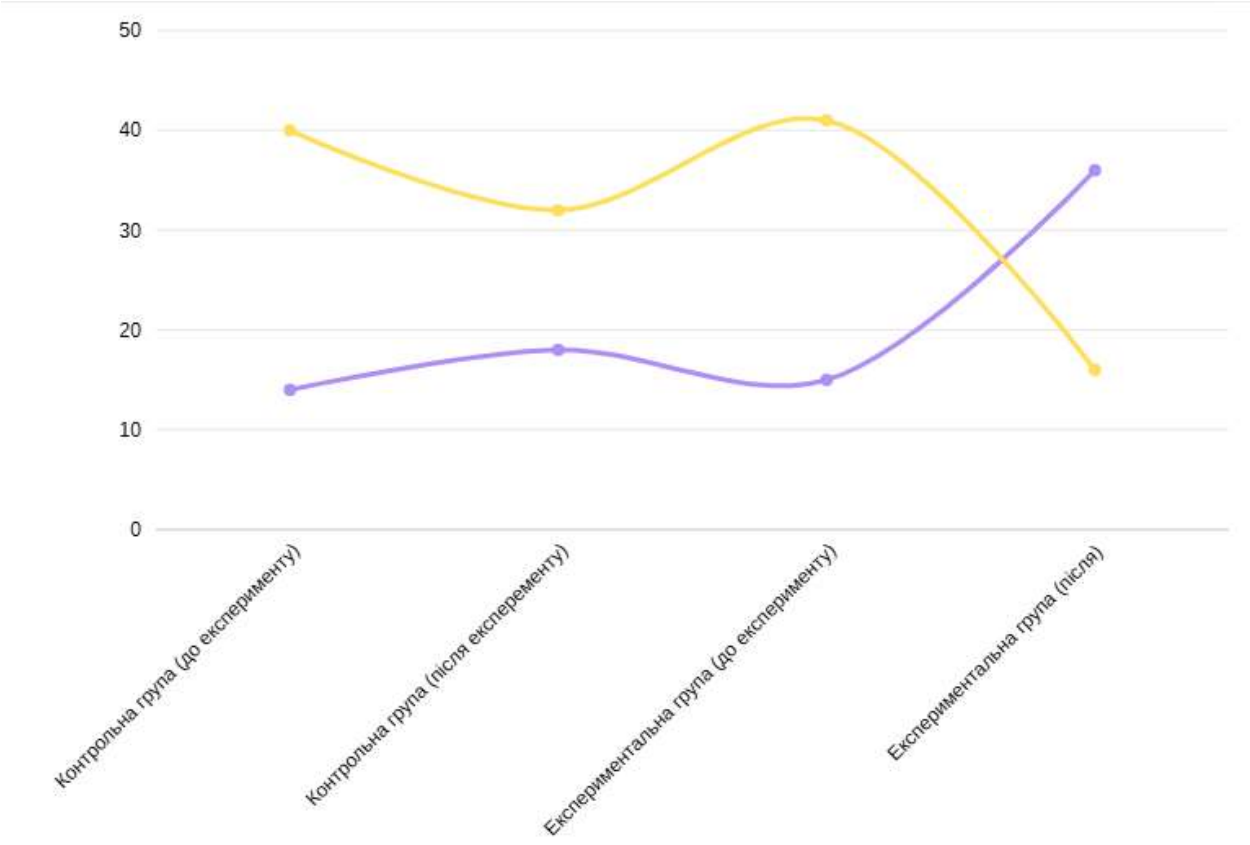


Рисунок. 3.4. Графік результатів навчальних досягнень учнів

Отримані результати свідчать про те, що використання запропонованих методичних прийомів під час вивчення тем, пов’язаних із секреторними структурами рослин, є педагогічно доцільним, науково обґрунтованим та сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу. Особливу цінність має те, що запропонована методика не потребує значного додаткового матеріально-технічного забезпечення (достатньо наявних у школі мікроскопів, лупи, найпростіших реактивів та живих об’єктів, які можна знайти в шкільному кабінеті біології або на пришкільній ділянці). Це робить її доступною для впровадження в більшості закладів загальної середньої освіти незалежно від їхнього матеріального забезпечення.

Крім того, експериментально підтверджено, що інтеграція відомостей про секреторні структури в уже наявні теми («Будова клітини», «Тканини рослин», «Різноманітність вищих рослин») не порушує логіки викладання, а навпаки, збагачує її конкретними прикладами, які демонструють зв’язок будови з функцією. Це відповідає принципам розвивального навчання та компетентнісного підходу, закладеного в чинному Державному стандарті базової середньої освіти. Учні експериментальної групи показали кращі результати не лише в репродуктивних завданнях (назвати структуру), але й у завданнях на аналіз (порівняти будову смоляного ходу та молочника) та синтез (пояснити, чому гутація спостерігається у вологих умовах).

Таким чином, результати педагогічного експерименту підтверджують ефективність запропонованих методичних підходів і дають підстави рекомендувати їх використання у практиці викладання біології в закладах загальної середньої освіти. Перспективи подальших досліджень вбачаємо в адаптації запропонованої методики для вивчення секреторних структур у курсі біології 6 класу (з урахуванням вікових особливостей), а також у розробці дидактичних матеріалів (робочих зошитів, електронних ресурсів, віртуальних лабораторних робіт) для дистанційного навчання. Додаткового вивчення потребує питання про вплив запропонованої методики на формування в учнів екологічного мислення та розуміння ролі біорізноманіття в хімічній взаємодії рослин із середовищем.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження, яке охоплювало теоретичний аналіз науково-методичної літератури, узагальнення даних про секреторні структури рослин та експериментальну перевірку ефективності запропонованих методичних підходів до їх вивчення в шкільному курсі біології, було зроблено низку узагальнених висновків.

Дослідження підтвердило, що секреторні структури рослин (залозисті волоски, нектарники, гідатоди, молочники, смоляні ходи, схізогенні та лізигенні вмістища) є спеціалізованими клітинами або тканинами, що продукують біологічно активні речовини – ефірні олії, смоли, латекс, нектар, алкалоїди. Ці структури виконують захисну, регуляторну, екологічну (атрактивну та алелопатичну) та енергетичну функції, забезпечуючи адаптацію рослин до біотичних і абіотичних факторів середовища. Попри високе наукове та прикладне значення (фармація, харчова промисловість, сільське господарство), тема секреторних структур у чинних шкільних програмах з біології для 6–7 класів представлена фрагментарно або взагалі відсутня, що створює суперечність між потребою у формуванні цілісних знань про рослинний організм та обмеженими можливостями традиційного підручника.

Розроблено методичні підходи до ознайомлення учнів із секреторними структурами на різних етапах навчання. Для 6 класу, під час вивчення тем «Будова рослинної клітини» та «Тканини рослин», доцільно використовувати аналогії (клітина – місто, секреторні клітини – цехи або фабрики), візуалізацію (схематичні малюнки, мікрофотографії) та елементарні практичні дії (розтирання листка м’яти для виявлення ефірних олій). У 7 класі, під час вивчення теми «Різноманітність вищих рослин», найефективнішою формою є лабораторне дослідження, в межах якого учні працюють із живими об’єктами (пеларгонія, м’ята, цитрусові, хвоя, кульбаба, чистотіл) та мікропрепаратами (епідерма листка герані, поперечний зріз хвої сосни). Запропонована методика передбачає дотримання правил безпеки

(уникання контакту ефірних олій з очима, їдкого соку чистотілу зі шкірою) та поетапне оформлення результатів спостережень у вигляді малюнків, підписів та висновків.

Результати педагогічного експерименту, проведеного на базі закладу загальної середньої освіти протягом 2025–2026 навчального року за участю 15 учнів 7 класу, розподілених на контрольну та експериментальну групи, засвідчили ефективність запропонованої методики. На констатувальному етапі обидві групи демонстрували близькі результати: високий рівень знань мали 14–15% учнів, середній – 44–46%, низький – 40–41%. На контрольному етапі в експериментальній групі відсоток учнів з високим рівнем зріс до 36% (приріст на 21%), а з низьким знизився до 16% (зниження на 25%). У контрольній групі зміни були значно меншими: високий рівень зріс лише до 18% (приріст на 4%), низький знизився до 32% (зниження на 8%). Таким чином, приріст високого рівня в експериментальній групі виявився у 5,25 раза більшим, ніж у контрольній, а зниження низького рівня – більш ніж у 3 рази ефективнішим.

Для об’єктивного вимірювання рівня сформованості знань про секреторні структури було розроблено трирівневу шкалу (високий, середній, низький) з детальними характеристиками кожного рівня. Високий рівень передбачав вільне оперування поняттями, здатність наводити приклади різних типів секреторних структур, аналізувати схеми та мікрофотографії. Середній рівень характеризувався розумінням основних понять, але потребував допомоги вчителя при поясненні складніших аспектів. Низький рівень фіксував фрагментарні знання та значні труднощі в роботі з наочними матеріалами. Застосування цих критеріїв дозволило забезпечити валідність та надійність отриманих даних.

Ключовими факторами, що зумовили ефективність запропонованої методики, є використання наочних матеріалів (мікрофотографії, схеми, відеофрагменти), залучення живих об’єктів (листки м’яти, пеларгонії, хвоя, шкірка цитрусових), елементи дослідницької діяльності (лабораторне

дослідження, евристична бесіда, проблемні запитання), а також зв’язок навчального матеріалу з повсякденним життям (аромат квітів, смола сосни, каучук, бурштин). Учні експериментальної групи демонстрували не лише вищі репродуктивні результати, але й краще розуміння причинно-наслідкових зв’язків між будовою секреторних структур та їхніми функціями, а також виражену навчальну мотивацію.

Розроблені методичні підходи можуть бути рекомендовані до впровадження в практику викладання біології в закладах загальної середньої освіти. Вони не потребують значного додаткового матеріально-технічного забезпечення (достатньо наявних у школі мікроскопів, лупи, найпростіших реактивів та живих об’єктів із шкільної ділянки або кабінету біології), що робить їх доступними для більшості шкіл незалежно від рівня матеріального забезпечення. Запропонована методика відповідає принципам компетентнісного підходу та розвивального навчання, закладеним у чинному Державному стандарті базової середньої освіти, оскільки формує в учнів не лише предметні знання, але й дослідницькі вміння, критичне мислення та екологічну свідомість.

Перспективи подальших досліджень вбачаються в адаптації запропонованої методики для вивчення секреторних структур у 6 класі з урахуванням вікових особливостей молодших підлітків, а також у розробці дидактичного забезпечення для дистанційного навчання: віртуальних лабораторних робіт, інтерактивних схем, відеоінструкцій з мікроскопіювання, тестових завдань з автоматичною перевіркою. Окремим напрямом може стати вивчення впливу запропонованої методики на формування екологічного мислення учнів, зокрема розуміння ролі вторинних метаболітів у хімічній взаємодії рослин з іншими організмами.

Таким чином, результати проведеного дослідження підтвердили, що цілеспрямоване введення матеріалу про секреторні структури рослин із використанням наочних методів, лабораторного дослідження та евристичної бесіди сприяє підвищенню рівня знань учнів, активізації їхньої пізнавальної

діяльності та формуванню цілісних уявлень про анатомію та фізіологію рослин. Запропоновані методичні підходи є педагогічно доцільними, науково обґрунтованими та можуть бути рекомендовані до широкого впровадження в практику викладання біології в основній школі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Богданова А., Горшкова Л. До питання вивчення видільних структур у конопель. *Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка*. URL: https://www.rusnauka.com/12_KPSN_2013/Biologia/2_133447.doc.htm.

2. Варенюк В.А. Тема 1: клітина : Конспект. Хмельн. загальноосвіт. санатор. шк.-інтернату I-III ступенів №2, 2015. 18 с. URL: https://education.km.ua/uploads/Розробки%20уроків_%20Тема%20клітина_%20Варенюк%20В_А_%20СШ%20Інтернат%20№2.pdf (дата звернення: 11.04.2026).

3. Видільні тканини внутрішньої секреції - Видільні (секреторні) тканини - рослинні тканини - ботаніка з основами гідроботаніки (водні рослини україни) - Б.Є. Якубенко - 2011. *Бібліотека біологічних дисциплін*. URL: https://lifelib.info/botany/water/113.html (дата звернення: 12.04.2026).

4. Гонтова Т. М., Сербін А. Г. Секреторні структури. *Фармацевтична енциклопедія*. URL: https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/496/sekretorni-strukturi (дата звернення: 12.04.2026).

5. Даценко В. В. Лекція на тему: «Механічні тканини, їх функції, особливості будови». *Всеосвіта*. URL: https://vseosvita.ua/library/embed/01008vob-954a.docx.html (дата звернення: 11.04.2026).

6. Ліханов А., Мельничук М., Якубенко Б. Будова, розвиток і функції секреторної системи humulus lupulus l. (cannabaceae). *Національний університет біоресурсів і природокористування України*. 2013. № 3. С. 342–350.

7. Матеріали для мікроколонкової хроматографії. *Медтехніка Київ*. URL: https://medigran.com/catalog/laboratory/microkolonkova-hromografia (дата звернення: 12.04.2026).

8. Мікроморфологічні ознаки (анатомічна структура листків та стебел, ультраструктура насінин) sempervivum globiferum l. / П. Воробей та ін. *Екологічні науки*. 2020. № 1(28). С. 316–323. URL: https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.51 (дата звернення: 12.04.2026).

9. Наконечна С. В. Перспективне планування процесу формування загальнобіологічного поняття. *Всеосвіта*. URL: https://vseosvita.ua/blogs/perspektyvne-planuvannia-protsesu-formuvannia-zahalnobiolohichnoho-poniattia-37767.html (дата звернення: 10.04.2026).

10. Органна, тканинна та клітинна структура рослин. *LibreTexts - Ukrayinska*. https://ukrayinska.libretexts.org/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F/%D0%91%D0%BE%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0/%D0%9D%D0%B5%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%B5_%D0%B6%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%8F_(Briggs)/01%3A_%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D1%96%D0%BB%D0%B8/1.06%3A_%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%B0%2C_%D1%82%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B0_%D1%82%D0%B0_%D0%BA%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0_%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD

11. Підручники з біології для 6 класу. *Шкільні підручники онлайн*. URL: https://pidruchnyk.com.ua/6klas/biologija6/ (дата звернення: 12.04.2026).

12. Підручники з біології для 7 класу НУШ. *Шкільні підручники онлайн*. URL: https://pidruchnyk.com.ua/7klas/biologija7/ (дата звернення: 12.04.2026).

13. Підсумкова робота з теми "Різноманітність вищих рослин" 7 клас. *Всеосвіта*. URL: https://vseosvita.ua/library/pidsumkova-robota-z-temy-riznomanitnist-vyshchykh-roslyn-889157.html (дата звернення: 10.04.2026).

14. Рослинні тканини. *Elib LNTU*. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/Дяків%202-готовий/page6.html (дата звернення: 12.04.2026).

15. Тканини і органи рослин - Задорожний. *Природнича*. URL: https://prirodnicha.org/gdz/17-tkanyny-i-orhany-roslyn-zadorozhnyi (дата звернення: 12.04.2026).

16. Тканини рослин 6 клас. *Всеосвіта*. URL: https://vseosvita.ua/library/embed/0100d8pj-c553.docx.html (дата звернення: 10.04.2026).

17. Урок-презентація "Біологія 7 клас НУШ. Тканини рослин. Твірна та покривна, основна, механічна, провідна тканини рослин". *Освітній проект «На Урок» для вчителів*. URL: https://naurok.com.ua/urok-prezentaciya-biologiya-7-klas-nush-tkanini-roslin-tvirna-ta-pokrivna-osnovna-mehanichna-providna-tkanini-roslin-497631.html (дата звернення: 12.04.2026).

18. Що таке флуоресцентна мікроскопія. *Китайські електронні інструменти, паяльна станція, постачальники вимірювальних приладів, виробники, фабрика - GVDA*. URL: https://ua.gvda-instrument.com/info/what-is-fluorescence-microscopy-96167619.html (дата звернення: 12.04.2026).

19. Šarić, Darija; Kalođera, Zdenka; Lacković, Zdravko. Psihotropna biljna vrsta Salvia divinorum Epl. & Jativa- izvor najpotentnijeg halucinogena u prirodi. *Farmaceutski glasnik*. 2010. No. 66. P. 523–541. URL: https://repozitorij.pharma.unizg.hr/object/pharma:1681.