

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ О. О. БОГОМОЛЬЦЯ

ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

кафедра фармакогнозії та ботаніки

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: *RHUS TYRHINA* L. ЯК ПЕРСПЕКТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ДУБИЛЬНИХ
РЕЧОВИН В УКРАЇНІ

Виконав: здобувач вищої освіти 5 курсу групи 98Ф4А
напряму підготовки (спеціальності)

22 Охорона здоров'я

226 Фармація, промислова фармація

(шифр і назва напрямку підготовки)

фармація

(назва освітньої програми)

Погранична О. В.

Керівник: к. біол. н., доцентка Махиня Л. М.

Рецензент: д. фарм. н., професорка Гала Л. О.

Київ 2024

ВСТУП

Актуальність теми. Постійно зростаючий ступінь поширення івазивних рослин на місцеві екосистеми призводить до їх зміни та порушення функціонування. Багаточисленні дослідження показують, що інвазії мають ряд переваг перед аборигенними видами, як наприклад площа листової поверхні, вплив на цикл азоту в ґрунті, розміщення пагонів, швидкість росту що дозволяє їм отримати більше ресурсів потрібних для росту і розвитку [20, 38]. Одним з таких видів є *Rhus typhina* L., який за даними глобального інформаційного центру з біорізноманіття вперше з'явився на території України у 1975 році лише в одній локації, а у 2023 таких локацій понад 50 по всій території [16]. Такій інтенсивності поширення сприяло безконтрольне культивування виду, який потім почав поширюватися як рудерал. Одним з методів контролю за поширенням даного виду є його використання в різних галузях промисловості: харчовій, деревообробній, легкій і фармацевтичній.

Переважає більшість досліджень *R. typhina* стосуються генеративних органів і плодів зокрема. Як свідчать літературні дані, сік з плодів оцтового дерева проявляє сечогінну, антисептичну, антигемороїдальну, протизапальну, антиоксидантну та тонізуючу дію [29]. Такі лікувальні властивості головним чином пов'язані зі специфічним фітохімічним складом, зокрема наявністю поліфенолів, наприклад галова кислота, гідролізовані дубильні речовини та антоціани, ненасичених жирних кислот в найбільшій кількості олеїнова та лінолева, вітамінів, таких як рибофлавін, аскорбінова кислота, тіамін [29, 31]. Досліджений мінеральний склад плодів *R. typhina* засвідчив значний вміст фосфору, магнію, натрію, калію, а також достатню наявність для збалансованого харчування таких мінералів як залізо, цинк, мідь і марганець, причому співвідношення цих мікроелементів досить відрізнялася у різних представників залежно від місцезростання [28, 31]. Крім того, сумах виявився багатим на білки, жири, клітковину та золу.

Багатий фітохімічний склад плодів оцтового дерева може бути використаний дієтологами та науковцями для створення дієтичних добавок з сировини не традиційних для нашої флори рослин.

Досліджень, що стосуються листя *R. typhina* досить мало, хоча останні дослідження німецьких вчених свідчать про перспективність цієї сировини як джерела галоїчної кислоти та галотаніну [11, 40]. Спільні дослідження польських та узбецьких вчених довели, що гідролізовані таніни з листя оцтового дерева мають низьку токсичність та високу антиоксидантну активність можуть бути використані в перспективі для запобігання розвитку захворювань спричинених окислювальним стресом [27]. Крім того, високий рівень резистентності патогенних мікроорганізмів у сучасному світі через зловживання антибіотиками постійно зростає. Все частіше для стримування епідемій потрібні нові та ефективні антимікробні засоби і вчені проявляють все більший інтерес до хімічних компонентів рослин, особливо до вторинних фітохімічних речовин, що мають антимікробну активність, яка притаманна і *R. typhina*, як з'ясували канадські вчені [37].

Не залежно від вивчення будь якої з частин *R. typhina* зберігається загальна тенденція зв'язку наявності біологічно активних речовин та місцезнаходження представника. Саме тому, наші дослідження будуть направлені на встановлення фітонутрієнтів та виявлення діагностичних анатомо-морфологічних особливостей у виду, що зростає на території України. Це по-перше дозволить використовувати інвазійний вид, що має тенденцію до інтенсивного поширення по нашій території, а також розширити асортимент сировини, що містить таніни.

Мета і завдання дослідження: фармакогностичне дослідження біологічноактивних сполук листя *R. typhina* та виявлення його діагностичних морфолого-анатомічних особливостей.

Поставлена мета передбачає наступні завдання:

- дослідити макроскопічні характеристики листя *R. typhina*;

- встановити мікроскопічні ознаки притаманні листкам *R. typhina*;
- провести Видоспецифічні якісні та гістохімічні реакції на виявлення основних груп фітонутрієнтів у листі *R. typhina*;
- ідентифікувати таніни в лікарській рослинній сировині *R. typhina* фармакопейним методом

Предмет дослідження: фітохімічні та анатомо-морфологічні характеристики листя *R. typhina*.

Об'єкт дослідження: листя *R. typhina* та його непостійні мікропрепарати.

Методи дослідження. Мікроскопічну експертизу здійснювали з використанням стандартної методики, що подана у Державній фармакопеї України [1, 2].

При проведенні гістохімічних реакцій, тимчасові препарати вивчали у водному та гліцериновому середовищах різної концентрації, використовуючи при цьому мікроскоп ULAB ($\times 40$, $\times 100$, $\times 1000$), який має цифрову мікрофотокамерою Canon EOS 550. Достовірність результатів підтверджувалася шляхом повторення досліджень мінімум десять разів.

Біологічно активні речовини, що характерні для *R. typhina* ідентифіковували шляхом проведення загально прийнятих якісних реакцій та кількісного визначення, зокрема танінів [2-4, 15].

Новизна та значення одержаних результатів.

Вперше розроблено комплексний підхід макро- та мікроскопічних ознак важливих для визначення достовірності лікарської рослинної сировини – листя *R. typhina*, що в перспективі допоможе використати ці ознаки при розробці методів контролю якості сировини.

Ідентифіковано таніни в лікарській рослинній сировині *R. typhina* фармакопейним методом, що в подальшому дозволить використовувати листя *R. typhina* як потенційне джерело дубильних речовин в Україні поряд з традиційними видами, а також є екологічним способом боротьби з інвазійним видом.

Апробація результатів дослідження. Результати дослідження було апробовано на науково-практичній конференції з міжнародною участю "Фармацевтична освіта, наука та практика: стан, проблеми, перспективи розвитку", присвяченої 25-річчю фармацевтичного факультету Національного медичного університету імені О.О. Богомольця.

Публікації. Одні тези.

Структура роботи. Загальна кількість сторінок – 42, кількість розділів – 3, кількість використаних джерел – 40.

РОЗДІЛ 1. *RHUS TYPHINA* L. – НОВИЙ, ІНВАЗИВНИЙ ВИД ДЛЯ ФЛОРИ УКРАЇНИ

1.1. Ботаніко-географічні відомості про *R. typhina* в Україні та світі

Систематичне положення виду

Царство: Рослини (Plantae)

Клада: Судинні рослини (Tracheophyta)

Клада: Покритонасінні (Angiosperms)

Клада: Евдикоди (Eudicots)

Клада: Розиди (Rosids)

Порядок: Сапіндоцвіті (Sapindales)

Родина: Фісташкові (Anacardiaceae)

Рід: Сумах (Rhus)

Вид: Сумах оцтовий (*Rhus typhina* L.)

Синоніми: С. коротковолосий, С. волосистий, оленерогий або оцтове дерево



Рис. 1.1.1. *Rhus typhina* [15].

R.typhina – це розлогий листопадне дерево до 15 м заввишки в природі та до 5-10 м при культивуванні. В природніх умовах зазвичай має досить розгалужене стебло, а при інтродукції 1-3 з повільним чи середнім темпом росту, який можна збільшити за рахунок підщеп (Рис. 1.1.1). Він досить не вибагливий до ґрунтів та вологи, швидко поширюється і вважається одним з найбільш адаптованих дерев, який має високо декоративне яскраво багряне листя восени. Його часто використовують для боротьби з ерозією ґрунтів. Він майже вражається хворобами та шкідниками [13].

Ріст і розвиток інтродукованих рослин видів роду *Rhus* в Україні знаходиться під впливом генотипу та гомогенних, ендогенних, екзогенних факторів регіону інтродукції. Одним з осних є залежність рослин від сезонного ритму кліматичних умов з чергуванням активної фази та фази спокою [9].

Фенофаза набрякання змішаних бруньок, які розташовуються на верхівках головних і бічних пагонів генеративних рослин та вегетативних бруньок починається в I-II декаді квітня, початок апікального росту пагонів досліджуваних рослин розпочинається у II-III декадах квітня. Ріст пагонів *R. typhina* є ортотропним та ізотропний і досягає свого піку в період з I по II травня і становить $90,23 \pm 4,51\%$ від річного приросту. Потім швидкість росту пагонів поступово знижується. Таким чином, до другої декади червня формується понад 98 % річного приросту пагонів рослин [9].

Листки непарнопери́сто складні від 30 до 61 см завдовжки. На одному рахісі може траплятися від 13 до 27 листочків. від весни до осені колір листків насичено зелений, а восени стає помаранчевим або яскраво червоним [13].

Рослина може бути як однодомною так і дводомною. На території України це дводомні дерева. Маточкові квітки жовто-зеленого кольору, що зібрані в досить щільні волоті, завдовжки до 20 см. Восени жіночі квітки перетворюються на яскраво-червоні або бордові волотевидні піраміди.

Чоловічі квітки теж червоного кольору, але їх суцвіття – це пухкі волоті. Квіткування і жіночих, і чоловічих суцвіть починається в кінці червня чи напочатку липня, залежно від погодних умов [13].

Плід – кістянка округлої форми, яскраво-малинового кольору, досить щільно вкриті червоними волосками. Ближче до зими колір плодів стає тьмянішим і більш коричнево-шоколадного кольору, що залишається до весни [13].

Важливим та цікавим є походження та динаміка поширення *R. typhina* у світі, що дає нам зрозуміти адаптивні пристосування даного виду до різних кліматичних зон на швидкість поширення представника по різних континентах.

За даними Plant of the World Online (POWO) - міжнародної спільної програми, основною метою якої є надання доступу до оцифрованих даних про світову флору, зібраних за останні 250 років ботанічних досліджень і спостережень, *R. typhina* поширений від східної Канади до північної центральної та східної частини США (Рис. 1.1.2). Це дерево, яке росте переважно в помірному кліматі [14].

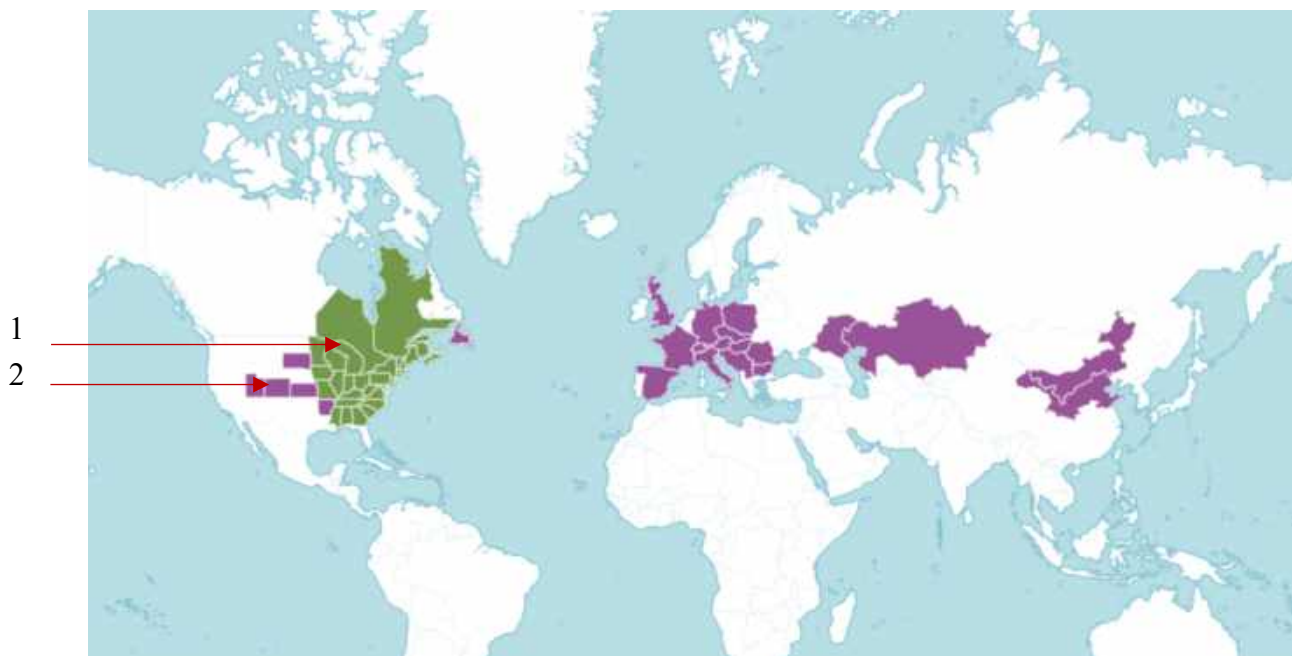


Рис. 1.1.2. Карта світового походження і введення в культуру *R. typhina* :

1 – природне походження, 2 – введено в інтродукцію [14].

Цетрами походження оцтового дерева є окремі штати Америки та Канади, а саме: Алабама, Коннектикут, Делавер, Округ Колумбія, Джорджія, Іллінойс, Індіана, Айова, Кентуккі, Мен, Меріленд, Массачусетс, Мічиган, Міннесота, Міссісіпі, Міссурі, Нью-Брансвік, Нью-Гемпшир, Нью-Джерсі, Нью-Йорк, Північна Кароліна, Нова Шотландія, Огайо, Онтаріо, Пенсильванія, Принц Едвард І, Квебек, Род-Айленд, Південна Кароліна, Теннессі, Вермонт, Вірджинія, Західна Вірджинія, Вісконсін [14].

Якщо проаналізувати карту з подальшою інтордукцією даного виду то ми бачимо як чітко прослідковується розповсюдження у приблизно одній широті не заглиблючись ні далеко на північ, ні глибоко на південь, що вказує нам на все ж не дуже широку еколічну амплітуду представника.

Інтродуковано *R. typhina* у штатах Арканзас, Колорадо, Канзас, Південна Дакота та країнах Австрія, Болгарія, Китай Північно-Центральний, Чехословаччина, Франція, Німеччина, Великобританія, Угорщина, Внутрішня Монголія, Італія, Казахстан, Польща, Румунія, Іспанія, Швейцарія, Югославія, Південно-Європейська частина Азії, та о. Ньюфаундленд [14].

За даними глобального інформаційного фонду біорізноманіння на території України оцтове дерево вперше з'явилося у 1975 році на сході країни [16]. Якщо проаналізувати розповсюдження даного представника по території України то за майже 50 років кількість локалітетів зросла в рази від одного місцезростання у 1975 році до понад 50 локацій. Найбільше скупчення представників спостерігається навколо крупних міських агломераці на півночі та сході нашої країни. Це скоріше за все пов'язано з частим використанням даного виду в озелененнях парків, скверів та культивування в приватних господарствах, з яких вони досить легко «тікають» і швидко вкорінюються в природних середовищах.

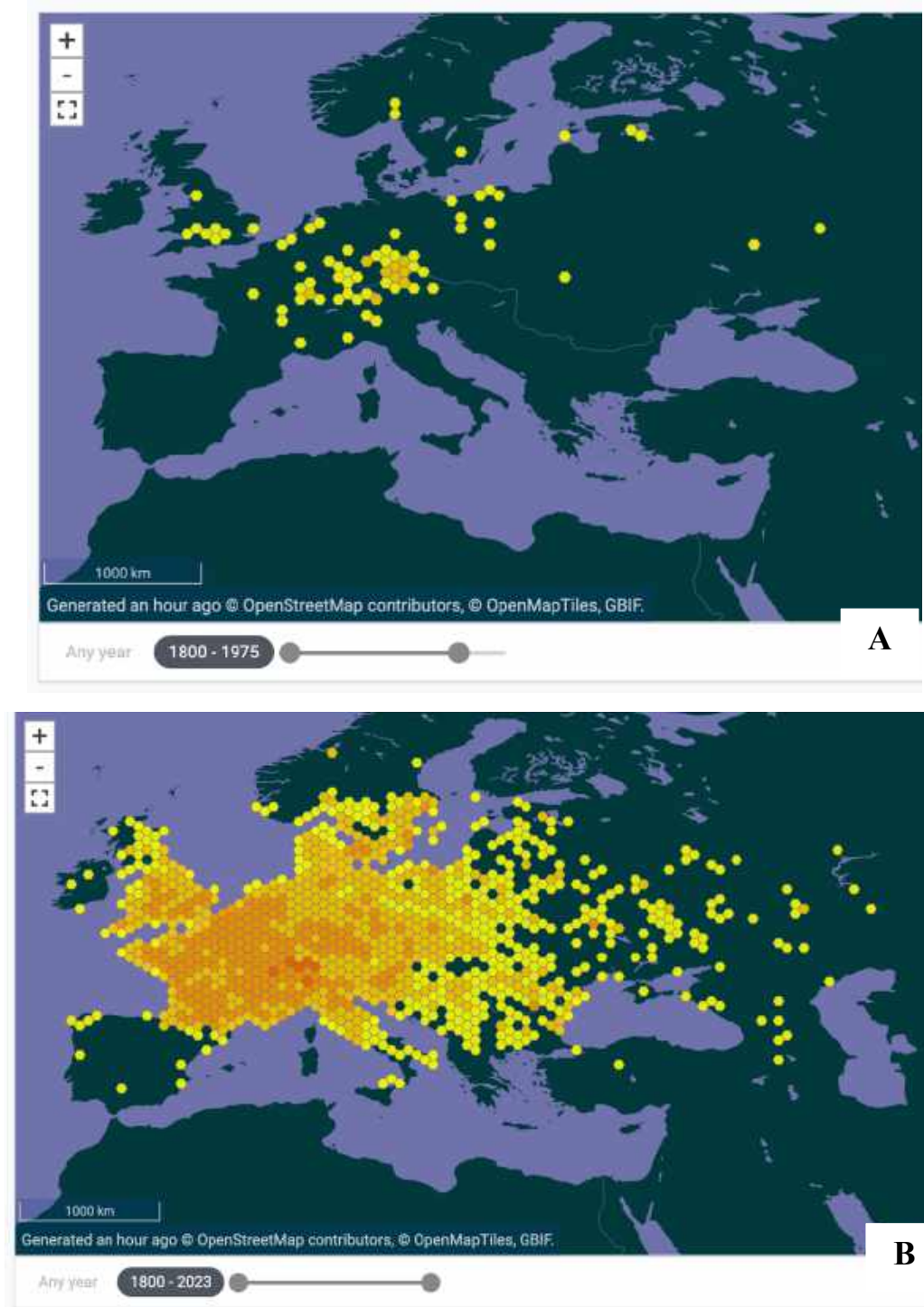


Рис. 1.1.3. Карти поширення *R. typhina* :по території України: 1 – на 1975 рік, 2 – на 2023 рік [16].

Проведений нами ботаніко-географічний аналіз *R. typhina* висвітлює нам проблему швидкої експанції цього виду по території України. Подальше неконтрольоване розповсюдження даного представника може привести до витіснення аборигенних видів природної флори та може спричинити значні

економічні та екологічні наслідки в Україні. Саме тому, одним із безпечних, екологічних способів запобігання безконтрольного розповсюдження оцтового дерева є використання окремих його частин для потреб фармації та медицини, тим більше, що він має ряд цінних компонентів та проявляє цілий спектр лікувальних властивостей.

1.2. Хімічні компоненти листя *R. typhina*.

Основним хімічними складниками листя оцтового дерева є таніни – природні поліфеноли рослинного походження, які є перспективними сполуками для фармакологічного застосування завдяки їхній вираженій та різносторонній біологічній дії, зокрема антибактеріальній.

Гідролізований танін *R. typhina* – 3,6-біс-О-ди-О-галоїл-1,2,4-три-О-галоїл- β -D-глюкоза, проявляє антимікробну активність і запобігає гемолізу, спричиненому бактеріальними токсинами та осмотичному шоку. Це поліфенол також показав високу і специфічну антирадикальну активність щодо активних форм кисню і активних форм азоту, а також захисну дію на еритроцити від оксидативного стресу, спричиненого різними оксидантами, включаючи бісфенол А і його метаболіт гідрохінон [26, 27, 34].

Крім поліфенольних сполук вчених цікавили леткі сполуки наявні в листі оцтового дерева, що за припущеннями могли чинити інсектицидну дію. Німецькі вчені методом перегонки паром отримали 27 мг речовини з неприємним запахом з 500г сировини. В пентановому розчині олії *R. typhina* за допомогою газової та маспектрофотометрії було ідентифіковано понад 70 компонентів. З монотерпенів зустрічалася лише невелика кількість спиртів у низьких концентраціях: ρ -ментадієн-7, ліналоол, терпінеол та гераніол. Основними сесквітерпеновим вуглеводнем був каріофілен, філен, δ –кадинен, γ -кадинен, α -мууролен, гумулен, α -копаєн, та α -транс- β –бергамотен. Одним з найпоширеніших компонентів був дитерпеновий спирт фітол, який супроводжувався продуктом його окиснення – ксагідрофарнезилацетоном [12].

Також були виділені такі сполуки як: m-тридеценілфенол, m-тридецилфенол та m-пентадеценілфенолу. Характерними складовими представників родини Anacardiaceae, до якої належить сумах були довголанцюгові алкілзаміщені феноли карданол (анакардол), суміш 3-пентадецилфенолу, 3-(8-пентадеценіл) фенол, 3-(8,11-пентадекадієніл) фенол та 3-(8,11,14-пентадекатрієніл)-фенол [12].

Частина компонентів *R. typhina* належала до жирних кислот. Серед них були ідентифіковані додеканова, тетрадеканова, пентадеканова, гексадеканова та октадеканова жирні кислоти. Знайдено майже повний ряд n-вуглеводнів від гептану до триаконтану [12, 36].

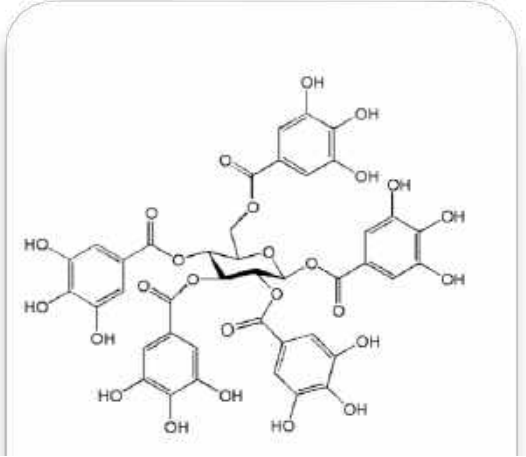
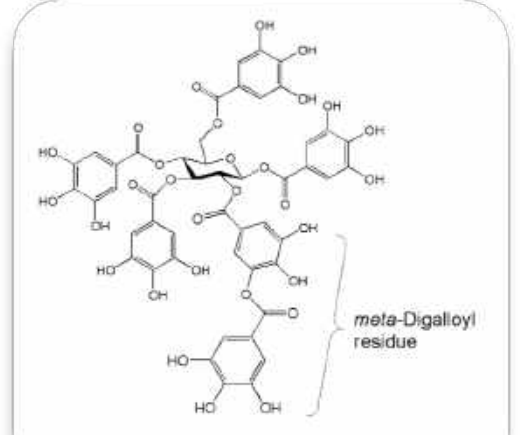
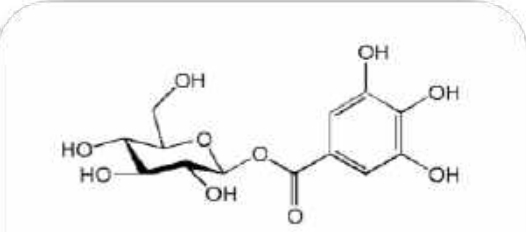
Крім того, в ефірній олії були ідентифіковані довголанцюгові альдегіди. Було ідентифіковано 2-октенал, 2-ноненал, 2-деценал та 2-ундеценал, а також фурфурол, 3-гексан-1-ол, оксан-1-ол, тетрадекан-1-ол, гексадекан-1-ол, октадекан-1-ол, ейкозан-1-ол, докозан-1-ол і бензилсаліцилат. Ці сполуки є поширеними рослинними компонентами, які часто зустрічаються в ефірних оліях та рослинних екстрактах [12].

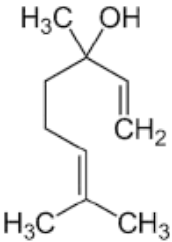
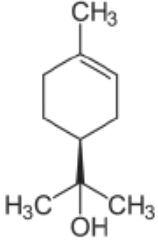
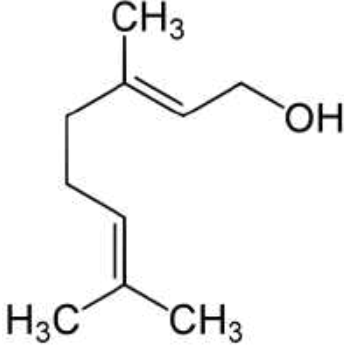
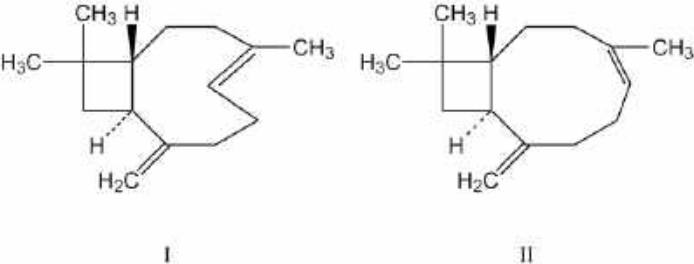
Проаналізувавши такий широкий спектр речовин добутих з листя *R. typhina* дослідники застосували спиртові екстракти (20 г свіжого листя екстрагували 150 мл 96 % етанолу) для обробки рослин пшениці в горщиках, уражених *Metopolophium dirhodum* (Walk.), брюссельської капусти, ураженої *Myzus persicae* (Sulz.), та квасолі, ураженої *Aphis fabae* (Scop.) Смертність попелиць через 24 години після обробки становила від 65 до 74%. Таким чином, ці типові компоненти *Rhus*, які відповідають за токсичні та шкірно-подразнювальні ефекти, можуть бути виключені як інсектицидні засоби у боротьбі з шкідниками [12].

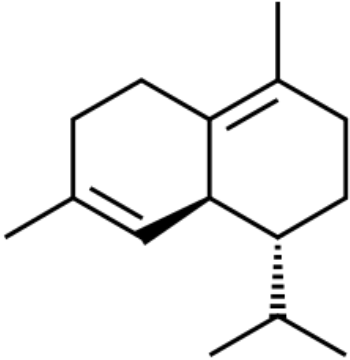
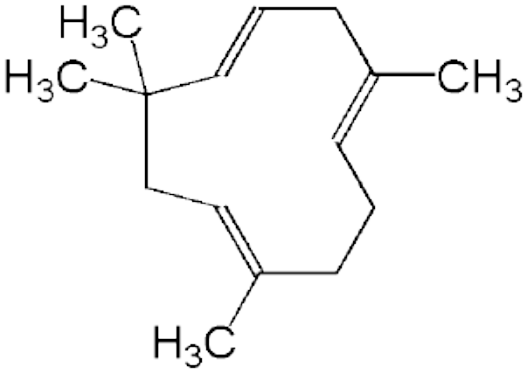
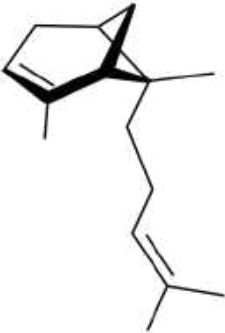
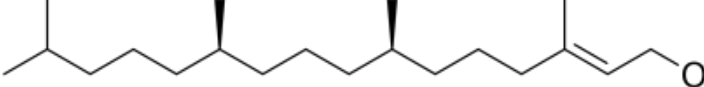
Німецькі вчені встановили наявність двох нових ферментів у листі *R. typhina*, які беруть участь у біосинтезі галотанінів. Це "b-глюкогаллін: 3-О-дигалоил-1,2,4,6-тетра-О-галоилглюкоза 3-О-галоилтрансфераза" (трансфераза D) і "b-глюкогаллін: 3-О-тригалоїл-1, 2,4,6-тетра-О-

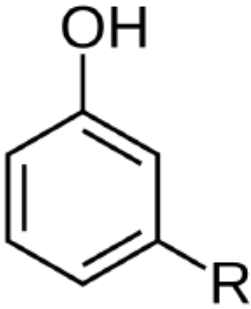
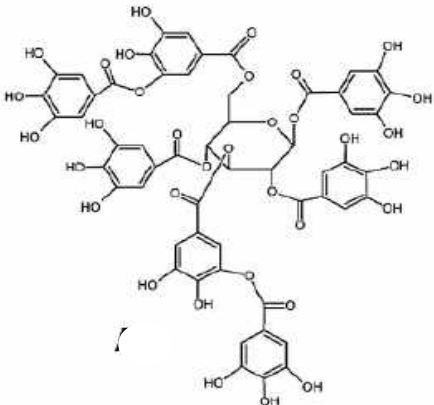
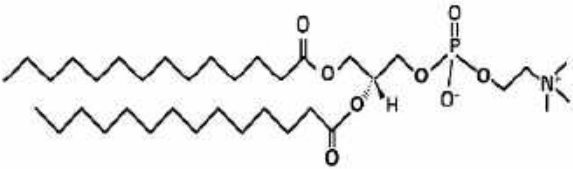
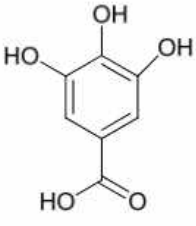
галоїлглюкоза "О-галоїлтрансфераза" (трансфераза Е) [11]. Цим дослідженням вчені з'ясували, що галотаніни синтезуються великою кількістю досить специфічних ферментів.

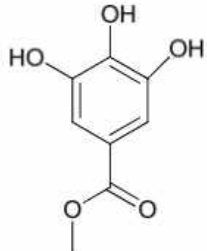
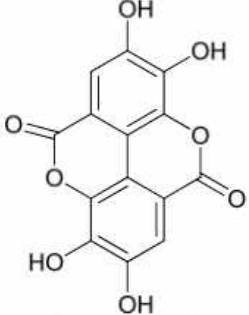
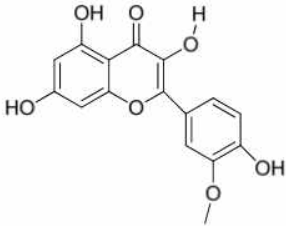
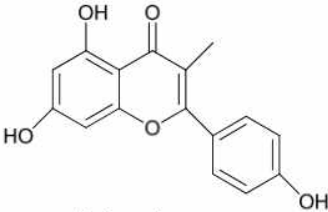

Табл. 1.2.1. Основний компонентний склад листа *R. typhina*

№	Структура	Класифікація	Посилання
1.	 <p>1,2,3,4,6-Penta-O-galloyl- β-D-glucose</p>	фермент	[11]
2.	 <p>2-O-digalloyl- 1,3,4,6-tetra-O-galloyl-β-D-glucose</p>	фермент	[11]
3.		фермент	[11]

	β -glucogallin (1-O-galloyl- β -D-glucose)		
4.	 <p>linalool</p>	спирт	[12]
5.	 <p>terpineol</p>	спирт	[12]
6.	 <p>geraniol</p>	спирт	[12]
7.	 <p>I II</p> <p>caryophyllene</p>	сесквітерпен овий вуглеводень	[12]

8.	 <p style="text-align: center;">δ-cadinene</p>		[12]
9.	 <p style="text-align: center;">humulene</p>	сесквітерпен овий вуглеводень	[12]
10.	 <p style="text-align: center;">β – bergamotene</p>	сесквітерпен овий вуглеводень	[12]
11.	 <p style="text-align: center;">phytol</p>	дигтерпенови й спирт	[12]

12.	 <p>cardanol</p>	алкілзаміщений фенол	[12]
13.	 <p>3,6-bis-O-di-O-galloyl-1,2,4-tri-O-galloyl-β-D-glucose</p>	танін	[34]
14.	 <p>1,2-dimyristoyl-<i>sn</i>-glycero-3-phosphocholine</p>	танін	[34]
15.	 <p>Gallic acid</p>	Дубильні речовини, що гідролізують ся	[5, 40]

16.	 <p>Methyl gallate</p>	Дубильні речовини, що гідролізують ся	[5]
17.	 <p>Ellagic acid</p>	Дубильні речовини, що гідролізують ся	[5]
18.	 <p>Isorhamnetin</p>	флавоноїди	[5]
19.	 <p>Apigenin</p>	флавоноїди	[5]
20.	 <p>Quercetin</p>	флавоноїди	[5]

1.3. *R. typhina* використання у фармації та медицині.

Таніни – це вторинні рослинні метаболіти, які структурно є різноманітною групою поліфенолів, представлених гідролізованими дубильними речовинами, конденсованими дубильними речовинами, флоротанінами, комплексними дубильними речовинами [10], а також галокатехінами та їхніми галлатами [21]. Науковий інтерес до цієї групи рослинних фітохімічних речовин останнім часом зріс завдяки їх різноманітним корисним ефектам для здоров'я, таким як протипухлинна, антиоксидантна, антикоагулянтна, протизапальна, протівірусна та антимікробна дія.

Канадськими вченими були проведені дослідження впливу водно-спиртових екстрактів добутих з плодів та листя *R. typhina* на кишкову паличку, (*Escherichia coli*), золотистий стафілокок (*Staphylococcus aureus*), синьогнійну паличку (*Pseudomonas aeruginosa*) і грибок кандиди альбіканс (*Candida albicans*). Екстракти плодів чинять протимікробну дію на перших трьох представниках в мінімально інгібуючій концентрації 5000 мг/мл до 10000 мг/мл на *E. coli*, *P. aeruginosa*, в концентрації 1250 мг/мл – *S. aureus*. Витяг з листя був ефективний лише до *S. aureus* в мінімальній концентрації 1250 мг/мл. *C. albicans* – виявилася стійкої до обох екстрактів [37].

Подібні дослідження у 2023 році були проведені групою науковців з Польщі, Греції та Узбекистану. Метою даної роботи було вивчення взаємодії таніну добутого з сумаху: 3,6-біс-О-ди-О-галоил-1,2,4-три-О-галоил- β -D-глюкози з ліпосомами DMPC, а також формування та оцінка антимікробної активності нового гібридного біоматеріалу танін-ліпосоми. Згідно з отриманими даними, можна зробити висновок, що танін з *R. typhina* має сильну афінність (здатність речовини зв'язуватися з певним рецептором й утворювати з ним комплекс «речовина — рецептор») до ліпосом і взаємодіє з ними, що призводить до утворення комплексів танін-ліпосоми та утворенням ліпідних нанодоменів. Гібридні нанобіоматеріали танін-

ліпосоми продемонстрували значно сильнішу антибактеріальну активність проти грампозитивних бактерій, таких як *S. aureus*, *S. epidermitis* та *Bacillus cereus*, порівняно з простим екстрактом танінів [34]. Таким чином, було доведено, що використовуючи високу спорідненість танінів до ліпосом, можна створити нові функціональні нанобіоматеріали з сильною антибактеріальною активністю та потенційним фармакологічним застосуванням, але для оптимізації цих композицій та створення їх як терапевтичних препаратів необхідні подальші дослідження [34].

Ці ж дослідники в трохи іншому складі групи, було продемонстровано, що екстракт танінів з *R. typhina*, завдяки своїй здатності зв'язуватися з білками, зокрема з α -синуклеїном, запобігає агрегації білків, проявляючи потенційну нейропротекторну активність при хворобі Паркінсона [33], а також запобігає глікації альбуміну та захищає нервові клітини Neuro2A від оксидативного стресу, спричиненого високими рівнями глюкози [35].

Також південнокорейськими вченими доведено, що водно-оцтовий екстракт з листя *Rhus typhina*, який містить понад 70% , має низький рівень токсичності ($LD_{50} = 5600$ мг/кг) та протипухлинну дію [39]. Фармакологічна активність поліфенолів пов'язана з їхньою здатністю взаємодіяти з біомембранами, що може призводити або до проникнення сполуки в клітини, або до дії на поверхні клітин. В обох випадках взаємодія поліфенолу з мембраною призводить до зміни фізико-хімічних властивостей мембрани та їх функціональності в цілому [34].

Спільна багаторічна робота польських та узбецьких науковців показала, що дубильні речовини сумаху помітно пригнічують гемоліз, викликаний осмотичним шоком. Ці дослідження дозволяють зробити висновок, що дубильні речовини листя *R. typhina* захищають еритроцити від оксидативного стресу, спричиненого бісфенолом А або гідрокіноновим

метаболітом, завдяки своїй антиоксидантній активності і через взаємодію з компонентами еритроцитарної мембрани [8, 22, 23, 25, 27].

Рима Косса з колегами проводила визначення антимікробної та антиоксидантної активності екстракту плодів *R. typhina*. Водно-спиртові екстракти сумаху мали виражений протимікробний ефект на штами *B. cereus*, *B. subtilis*, *S. aureus*, *Listeria monocytogenes*. Крім того, вчені висівали штами *Helicobacter pylori* на суміш агару з екстрактом сумаху і спостерігали відсутність росту мікроорганізму. Антиоксидантна активність екстракту плодів *R. typhina*, виміряна за допомогою методу 2,2-дифеніл-1-пікрілгідразилрадикальної активності (DPPH) виявило збільшення поглинання вільних радикалів зі збільшенням концентрації екстракту [32].

Група вчених з Шеньянського фармацевтичного університету ідентифікувала спектрофотометричним методом дев'ять сполук зі стебла *R. typhina*: галову кислоту, 1-О-галоїл- β -D-глюкози, триптофан, скополін, метилгаллат, фустин, рутин, кверцетин та 1,2,3,4,6-пента-О-галоїл- β -D-глюкозу. Результати показали, що ці дев'ять сполук головним чином відповідають за антиоксидантну здатність стебла *R. typhina*. Це свідчить про те, що стебло оцтового дерева є добрим джерелом антиоксидантів [19].

Дослідники роду *Rhus* за допомогою фракціонування виявили чотири флавоноїди, що проявили виражену протипухлинну активність [30].

Аналіз літературних даних засвідчив, що листя *R. typhina* через свій склад може виступати як природній антимікробний засіб, в ролі антиоксиданта, помітно пригнічує гемоліз, запобігає глікації альбуміну та захищає нервові клітини Neuro2A від оксидативного стресу.

РОЗДІЛ 2. ДАГНОСТИЧНІ МОРФОЛОГО-АНАТОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИСТЯ *R. TYPHINA* ...

2.1. Макроскопічні ознаки листя *R. typhina*

Листки *R. typhina* складають значну частину фітомаси, що використовується для потреб фармації та медицини. Враховуючи наявність двох видів сумаху на території України важливим є встановлення основних, діагностичних, видоспецифічних ознак для первинної діагностики сировини.



Рис. 2.1.1. Листок *R. typhina* [18].

Листок *R. typhina*, непарно-перисто складний, від 45 до 65 см завдовжки, темно-зеленого кольору. Листочки розташовані супротивно на дуже опушеному рахісі, ланцетно-продовгуватої форми, мають загострену верхівку та дрібнопильчастий край. До спільного черешка кріпляться маленькими опушеними черешочками. Кількість листочків складає від 10 до 30 штук, залежно від положення і стадії вегетації, в переважній більшості - 20 штук на спільному рахісі. Окремий листочок довжиною від 5 до 12 см. З нижньої сторони кожен листочок має добре виражену випуклу жилку, що має біло-повстисте опушення, яке вкриває і всю нижню поверхню листкової

пластинки листочка. З верхньої сторони виражене опушення майже відсутнє, центральна жилка має більш світлий колір ніж листкова поверхня. Від кожної центральної жилки листочка почергово, досить рівномірно відходять жилки другого порядку, що формують типове перисте жилкування. Кожна дрібненька жилка має невелику випуклість з нижньої сторони листочка.

2.2. Мікроскопічні особливості листя *R. typhina*

Для діагностики сировини, особливо при ідентифікації домішок, важливе значення набувають мікроскопічні ознаки лікарської рослинної сировини. Листок у *R. typhina* гіпостоматичний, продихові апарати присутні тільки в нижній епідермі. Верхня епідерма складається з товстостінних ромбічнодеформованих клітин з простими прямими порами, що щільно прилягають одні до одних (Рис. 2.2.1. А, В). Оскільки до верхньої епідерми досить сильно приростає мезофіл то він може частково проглядатися через клітини верхньої епідерми. Опушення на верхній епідермі відсутнє.

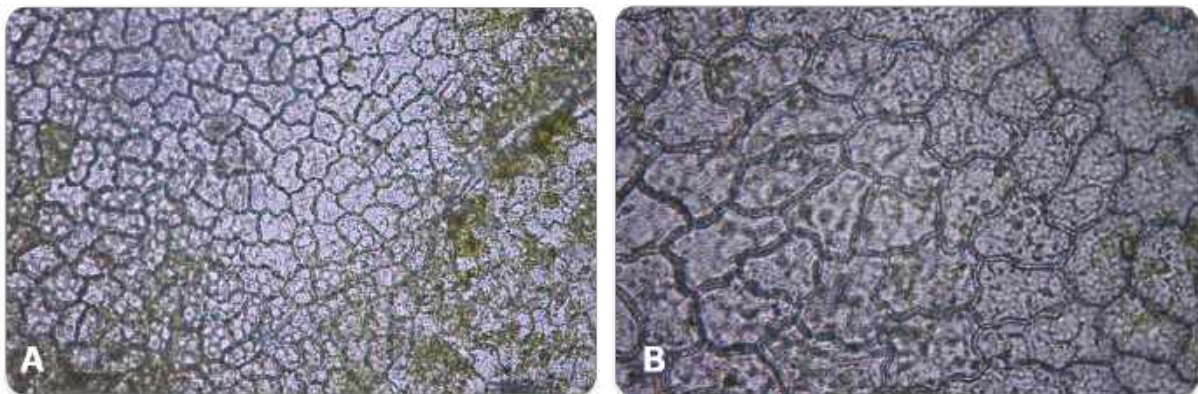


Рис. 2.2.1. Верхня епідерма листка *R. typhina*: А – х400, В – х 1000.

Клітини нижньої епідерми прямокутно-звистостінні з численними актиноцитними продиховими апаратами (Рис. 2.2.2. А, 2В). Продиховий індекс $15,25 \pm 1,5$ %, що притаманно для вище середнього ступеня транспірації. Форма клітин вздовж жилок видовженопрямокутна часто супроводжується простими багатоклітинними волосками. По поверхні листкових пластинки крім простих волосків з багатоклітинною підставкою,

трапляються трихоми з багатоклітинною 10-18 клітинною голівкою в якій перша і остання клітини не мають пари, а решта, що формують основу волоска йдуть парами (Рис. 2.2.2. 1В).

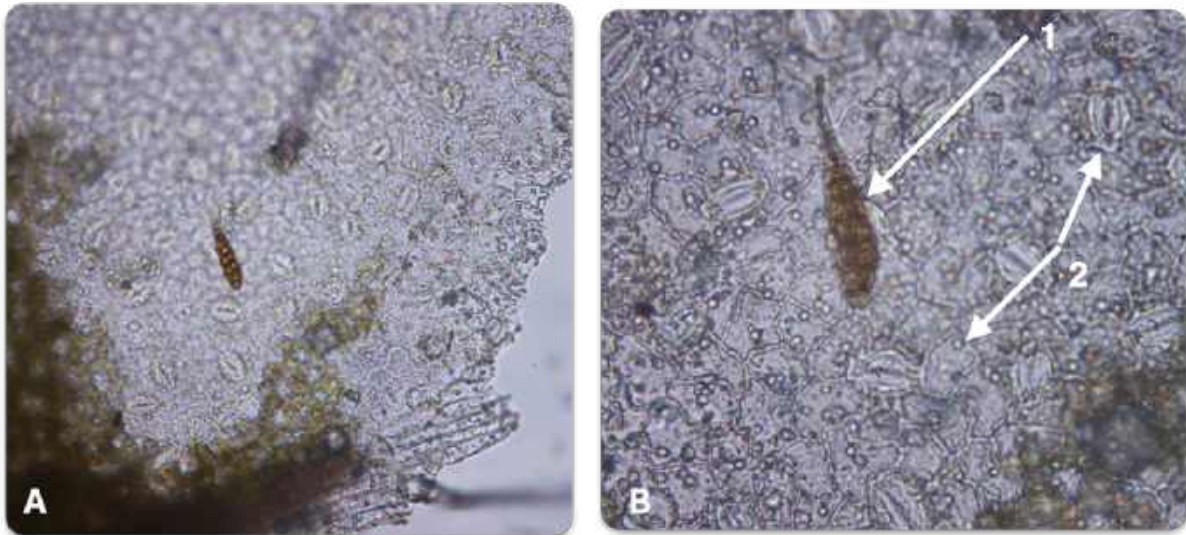


Рис. 2.2.2. Нижня епідерма листка *R. typhina*: А – х400, В – х1000: 1 – головчаста трихома, 2 – актиноцитний продиховий апарат.

Епідерма рахісу представлена прямокутними щільно зімкненими клітинами які мають дуже сильне опушення. Переважна більшість трихом це прості багатоклітинні волоски різної довжини зі світло-коричневим вмістом всередині клітин (Рис. 2.2.3.). Серед простих волосків трапляються головчасті волоски з різною довжиною, шириною і кількістю клітин, що формують голівку (Рис. 2.2.3. С).

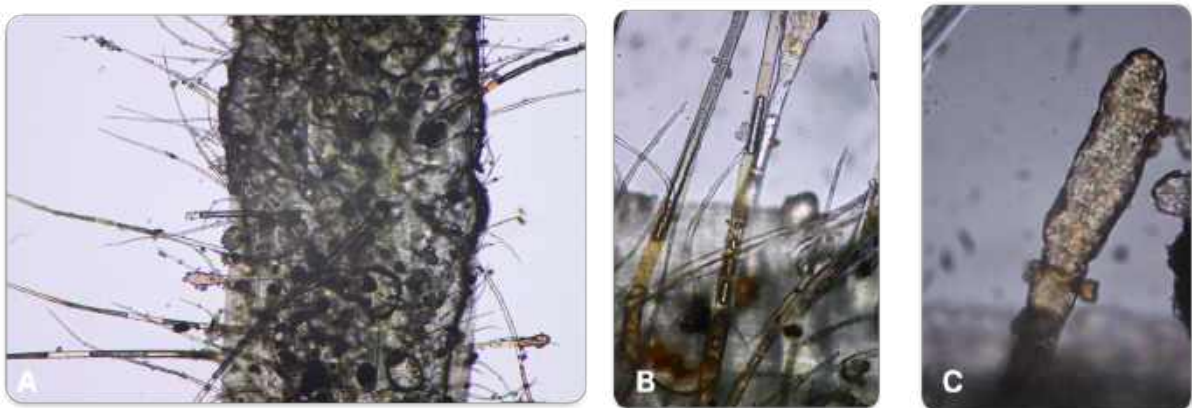


Рис. 2.2.3. Епідерма рахісу *R. typhina*: А – х100, В – х400, С – х1000.

Вздовж напрямку росту волосків в підепідермальних клітинах черешка спостерігаються наявність рядів клітин з друзами (Рис.3.2.5. В).

Поперечний переріз черешка складається з основних трьох частин: покривної, корової і центрального циліндру. покривна тканина представлена одним тонким шаром епідермальних клітин з багатоклітинними трихомами (Рис. 2.2.4. А, В). Корова частина складається з 4-6 шарів клітин пластинчастої коленхіми за якою тягнуться 3-4 смуги хлоренхіми (Рис. 2.2.4. С).

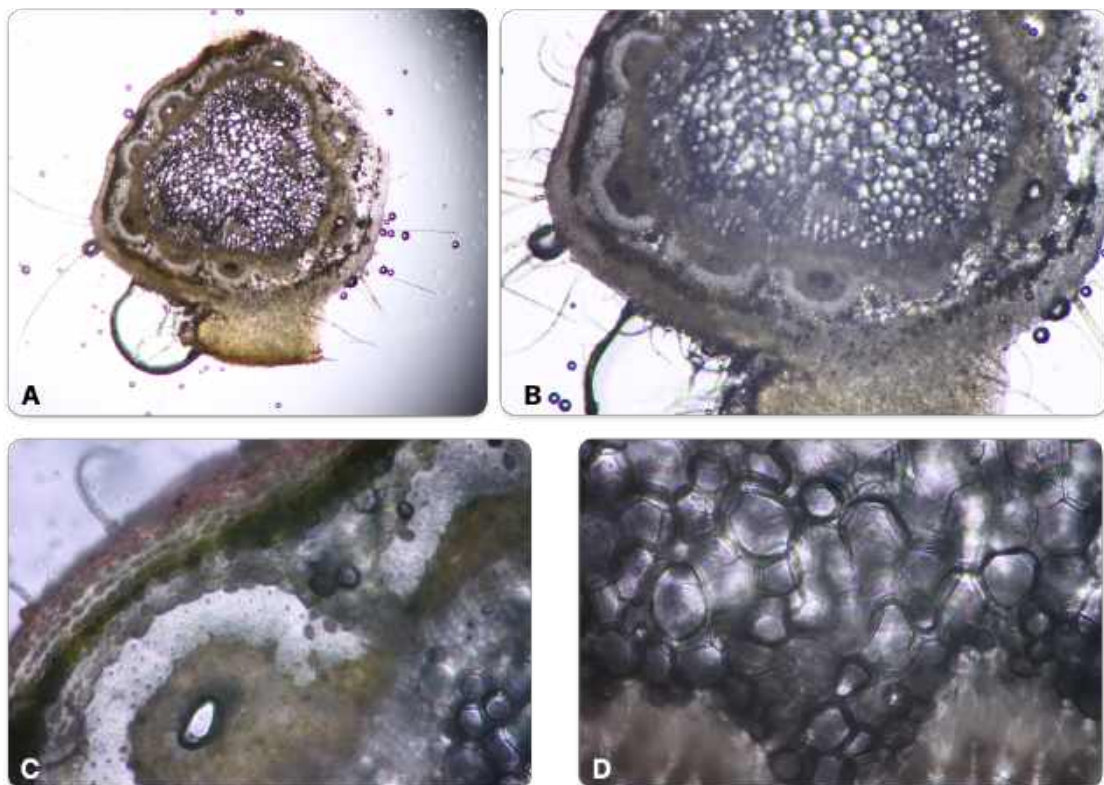


Рис. 2.2.4. Поперечний переріз черешка *R. typhina*: А – х40, В – х100, С – х400, D – х1000.

На межі центрального циліндру та корової частин сформувалося 2-3 шари клітин основної паренхіми. Центральний циліндр представлений розташованими впорядковано по колу колатеральними закритими судинно волокнистими пучками, з добре помітними луб'яними волокнами (Рис. 2.2.4. В, С). В центрі черешка розміщується серцевина вистелена крупними клітинами багаточарової паренхіми (Рис. 2.2.4. D).

РОЗДІЛ 3. ПРОВЕДЕННЯ ФІТОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З

ЛИСТЯ *R. TURHINA*

3.1. Основні методи, прилади та реактиви

Виявлення основних груп діючих речовин були проведені з використанням якісних та гістохімічних реакцій, що відносяться до загальноприйнятих [1-4].

Свіжа сировина була використана для здійснення гістохімічних реакцій. Сировину перед використанням нарізали за допомогою гострого леза тонкими мікросмужками, якщо це стосувалося поперечних перерізів черешка і відокремлювали препарувальною голочкою та пінцетом один два шари клітин верхньої та нижньої епідерми, якщо дослідження торкалися поверхні листової пластинки. Якщо епідерма містила шари хлорофілу то об'єкти висвітлювали водним розчином хлоралгідрату у співвідношенні 4:1. Тимчасові мікропрепарати вивчали під мікроскопом у різних збільшеннях. (x40, x100, x400, x1000).

Окремі гістохімічні та всі якісні реакції проводили використовуючи висушену сировину. перед приготуванням препаратів з висушеної сировини її попередньо проварювали від 1 до 5 хв в у 5% розчині NaOH. Освітлення проводили як і з свіжою сировиною – хлоралгідратом. Дослідження готових мікропрепаратів відбувалося у водному чи гліцериновому середовищах потрібної концентрації [1-4].

Якісні реакції було проведено з метою підтвердження виявлення полісахаридів, дубильних речовин, флавоноїдів та фенольних сполук інформація про наявність яких фрагментарно висвітлена у літературних джерелах [1-4].

Підтвердження *наявності полісахаридів* у сировині встановлювали використовуючи водний витяг. Для його приготування використовували колбу на 100мл в яку поміщували 1,5 г дрібно нарізаної сировини та 50 мл очищеної шляхом дистиляції води. Водну суміш проварювали на водяній

бані впродовж 15-20 хв. Отриманий відвар охолоджували та відфільтровували через кілька шарів ватно-марлевого фільтру. Відстояний та відфільтрований розчин готовий для подальшого осадження спиртом [1-4].

Дослідження **вмісту дубильних речовин** в сировині листя *R. typhina* визначали теж з водного витягу. Для отримання водного відвару брали 3 г сухої, подрібненої сировини і засипали її в колбу місткістю 200мл, а потім туди додавали 100 мл гарячої дистильованої води. Екстракцію проводили на водяній бані 15-20 хв. Екстракт охолоджували, відфільтровували і розливали в пробірки для проведення характерних реакцій [1-4].

Наявність сапонінів досліджували у водно-спиртовому розчині. П'ять грам сухої дрібно нарізаної сировини розміщували у колбі 250мл з притертим шліфом і заливали 50 мл 50% спирту. Колбу приєднували до зворотного холодильника і здійснювали екстракцію протягом 20 хв. отриманий розчин охолоджували та фільтрували через кілька шарів ватно-марлевого фільтру. З отриманого фільтрату відбирали 20 мл та упарювали його до половини об'єму. Отриманий розчин охолоджували і використовували його для проведення реакцій на сапоніни [1-4].

Присутність флавоноїдів у листі *R. typhina* встановлювали з використанням водно-спиртового розчину. До 5 г подрібненого листя додавали п'ятдесят мілілітрів 70% етанолу. Отриману суміш поміщали у колбу зі притертим шліфом, яку в свою чергу з'єднували зі зворотним холодильником. Колба ставилася у ємність з водою, яка мала постійно кипіти. Після 30 хв інтенсивної екстракції витяг профільтровували використовуючи кількох шаровий марлевий фільтр. Для проведення подальших якісних реакцій отриманий екстракт потрібно було ще випарувати до половини об'єму, щоб збільшити концентрацію біологічно активних речовин у досліджуваній сировині [1-4].

3.2. Видоспецифічні гістохімічні реакції з листям *R. typhina*.

Як свідчать досліджені нами літературні джерела у сировині *R. typhina* найбільша кількість дубильних речовин, тому ми провели кілька реакцій на їх ідентифікацію та встановлення природи. Також важливим компонентом у встановленні доброякісності сировини є розташування і будова судинно-волокнистих пучків та верифікація трихом, що дозволить встановлювати відповідність сировини навіть по її фрагментах.

Ідентифікація дубильних речовин

Реакція з галунами

На предметне скло нанесли краплину 1% розчину галунів і розмістили в ній свіжозрізаний, товщиною в пів міліметра зріз черешка листка *R. typhina* [1-4]. Спостерігали появу чорно-синього забарвлення в місцях накопичення дубильних речовин (Рис.3.2.1.).

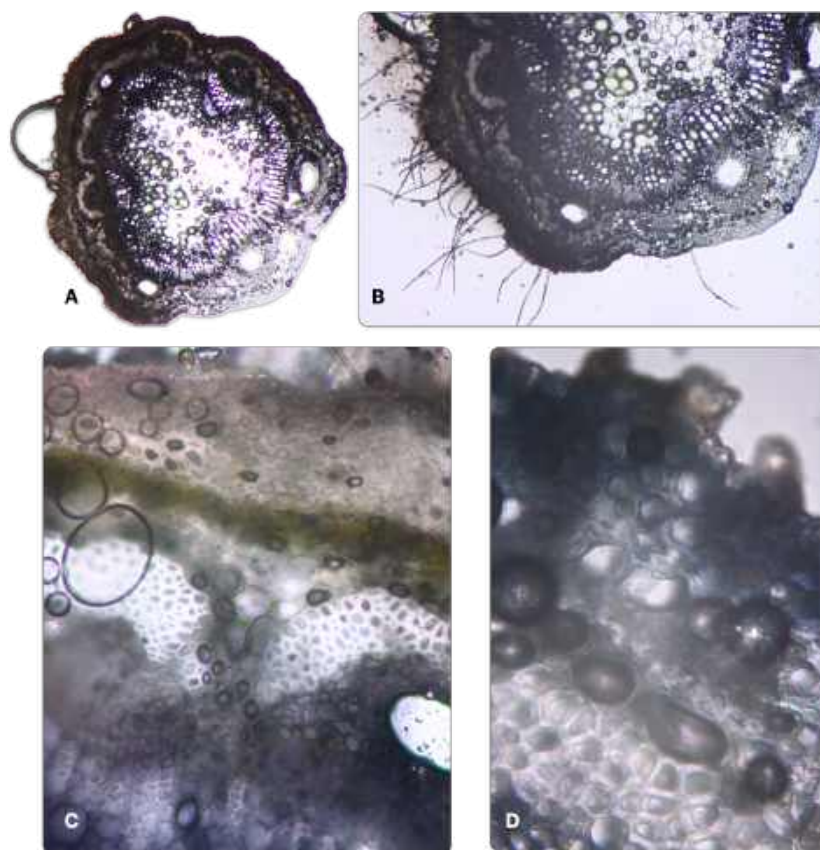


Рис.3.2.1. Виявлення дубильних речовин на поперечному перерізі черешка (з галунами): А – х40, Б – х100, С – 400, D – 1000.

Реакція на конденсовані дубильні речовини

Тонкий зріз рахісу лікарської рослинної сировини розмістили на кілька хвилин в краплі реактиву, що являв собою суміш 0,05г ваніліну, 0,5 г спирту, 0,5 г води та 3г соляної кислоти концентрованої [1-4]. В місцях накопичення конденсованих дубильних речовин спостерігали появу яскраво червоного забарвлення (Рис.3.2.2.).

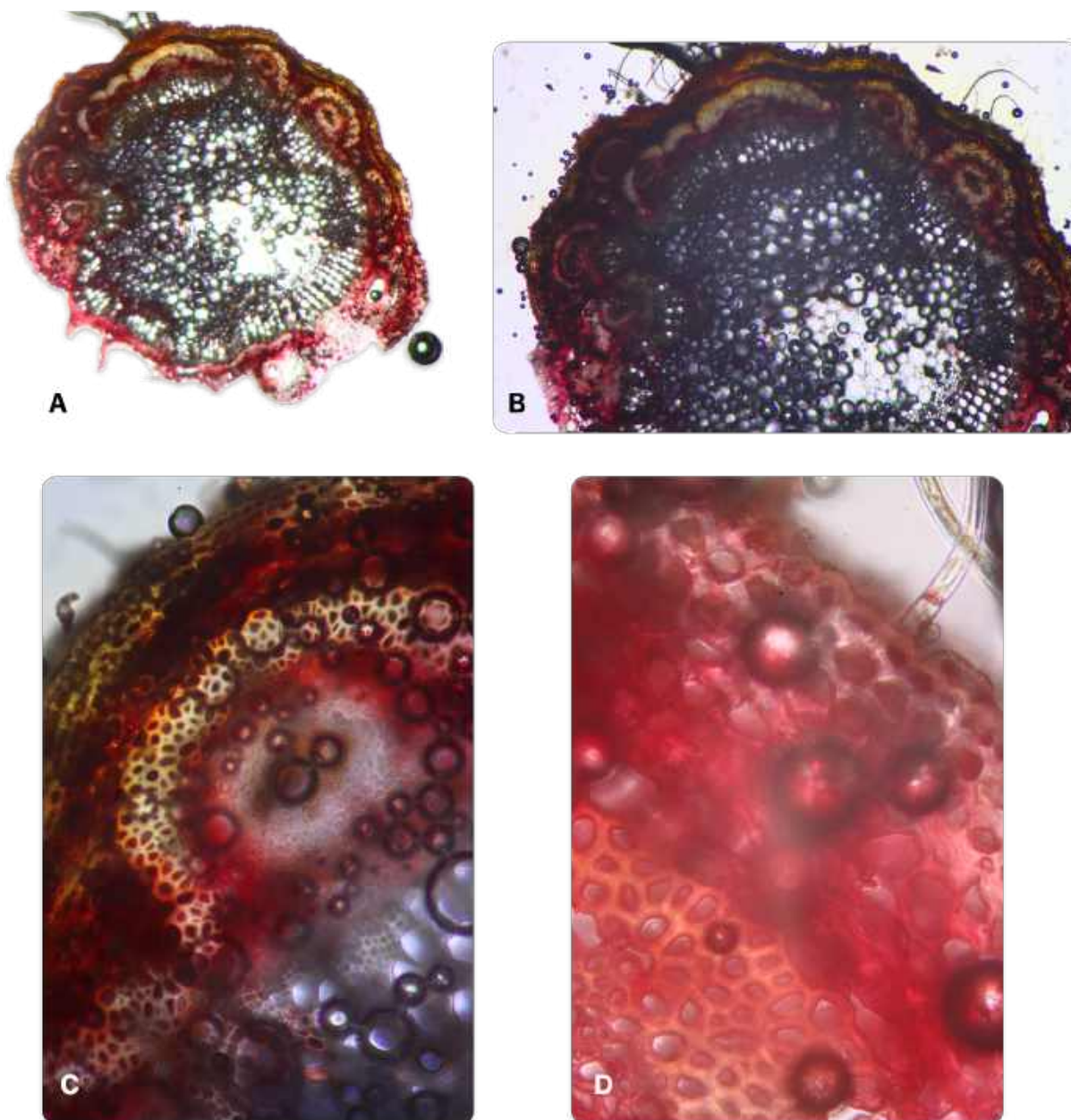


Рис.3.2.2. Результат реакції на наявність конденсованих дубильних речовин на поперечному перерізі черешка листка *R. typhina*: А – x40, Б – x100, С – 400, D – 1000.

Реакція з FeCl_3

Підготовлений тоненький зріз черешка листка помістили на предметне скло на яке попередньо капнули кілька крапель 1% розчину заліза (III) хлориду, зверху поклали предметне скельце і розглядали об'єкт під мікроскопом [1-4].

Клітини або їх оболонки, що містили дубильні речовини, забарвилися в чорно-синій колір (Рис.3.2.3.).

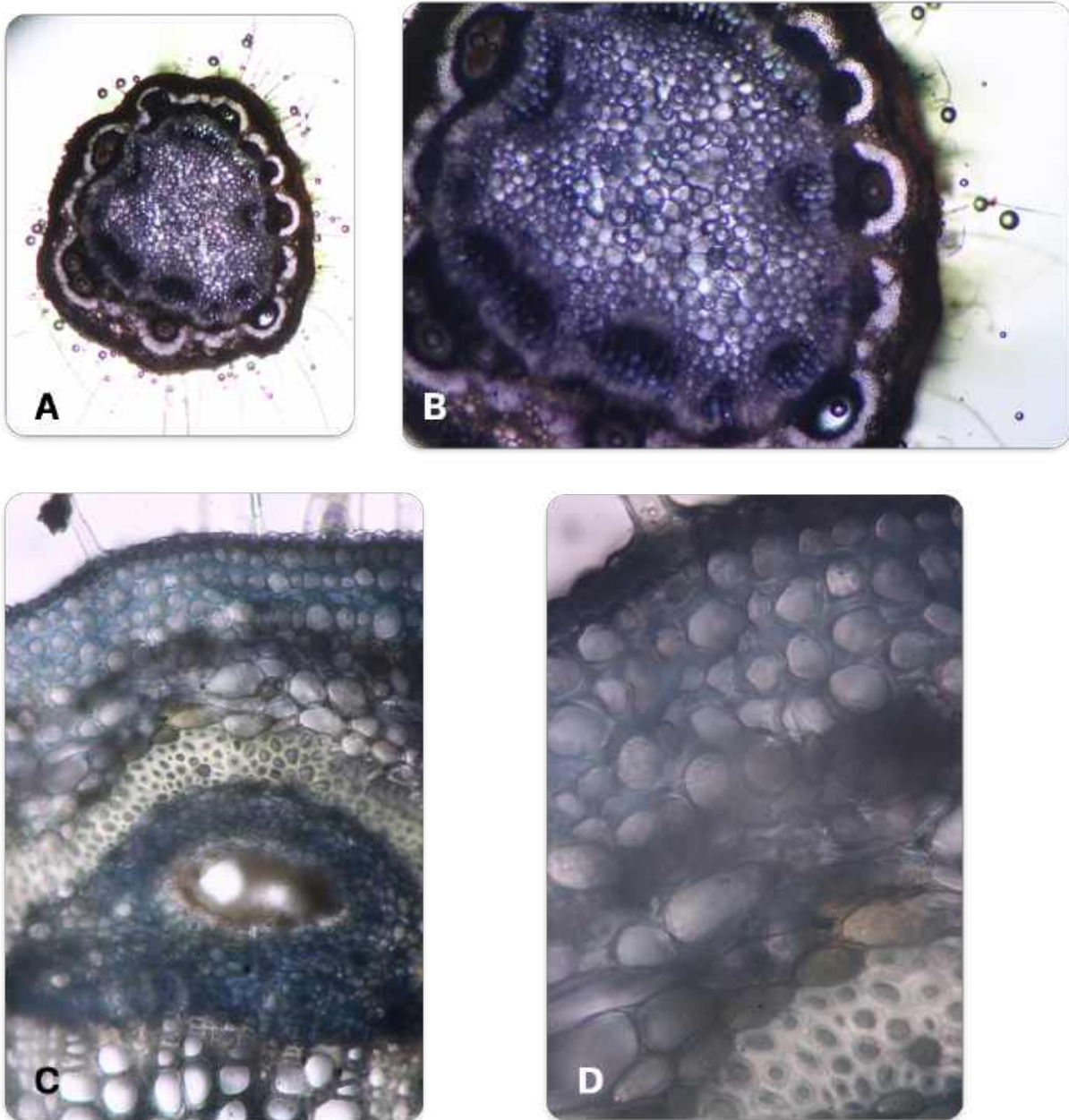


Рис.3.2.3. Результат реакції на виявлення дубильних речовин на поперечному перерізі черешка: А – x40, Б – x100, С – 400, D – 1000.

Виявлення здерев'янілих оболонок

Для проведення даної реакції використовували найширшу частину рахіса листка, через яку робили тоненький зріз гострим лезом. Тимчасовий мікроперпарат клали на предметне скло і додавали 2 краплі 1% розчину флороглюцину розведеного в спирті. Через хвилину наносили краплю концентрованої HCl, а ще за 2 хвилини краплину гліцерину [1-4].

Спостереження змін забарвлення перерізу проводили під світловим мікроскопом. У місцях здерев'яніння спостерігали появу малиново-червоного забарвлення, що вказує на наявність лігніну у ксилемі судинно-волокнистих пучків та луб'яних волокнах флоєми (Рис.3.2.4.).

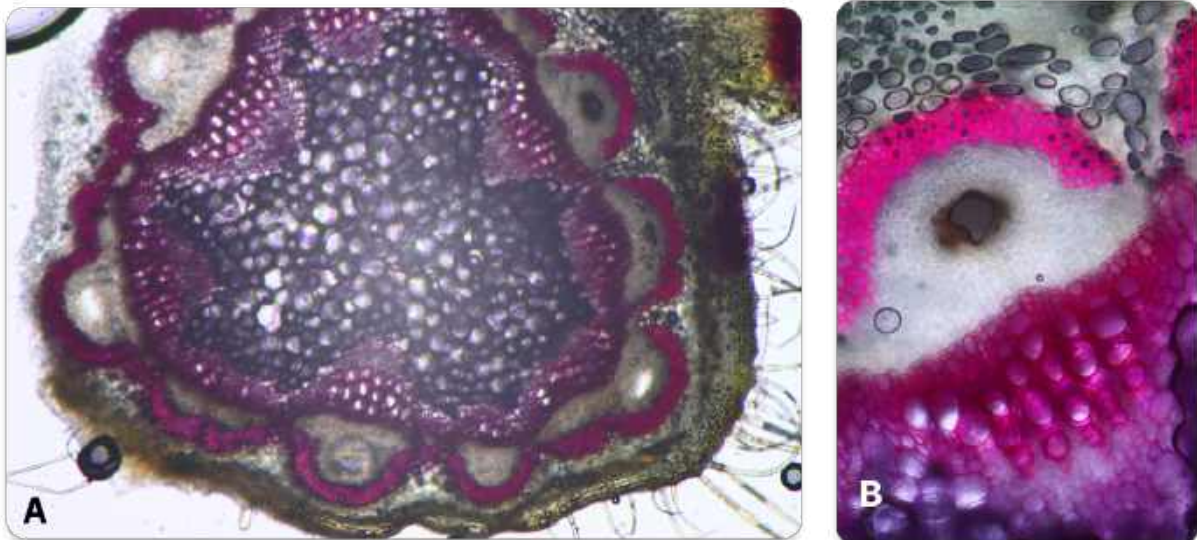


Рис.3.2.4. Ділянки здерев'яніння на поперечному перерізі черешка, як наслідок проведеної реакції: А – х100, Б – х400.

Ідентифікація жирних і ефірних олій

Зі свіжозібраної сировини за допомогою пінцету зняли шар клітин нижньої епідерми та черешка з трихомами та розмістили фрагменти на предметному склі. На епідерми спочатку капнули кілька крапель Судану III, а через 3 хв додали гліцерин, накрили покривним скельцем і розглядали об'єкти під світловим мікроскопом [1-4]. Трихоми забарвилися в помаранчево-червоний колір, що свідчить про наявність жирних та ефірних олій в них (Рис.3.2.5.).

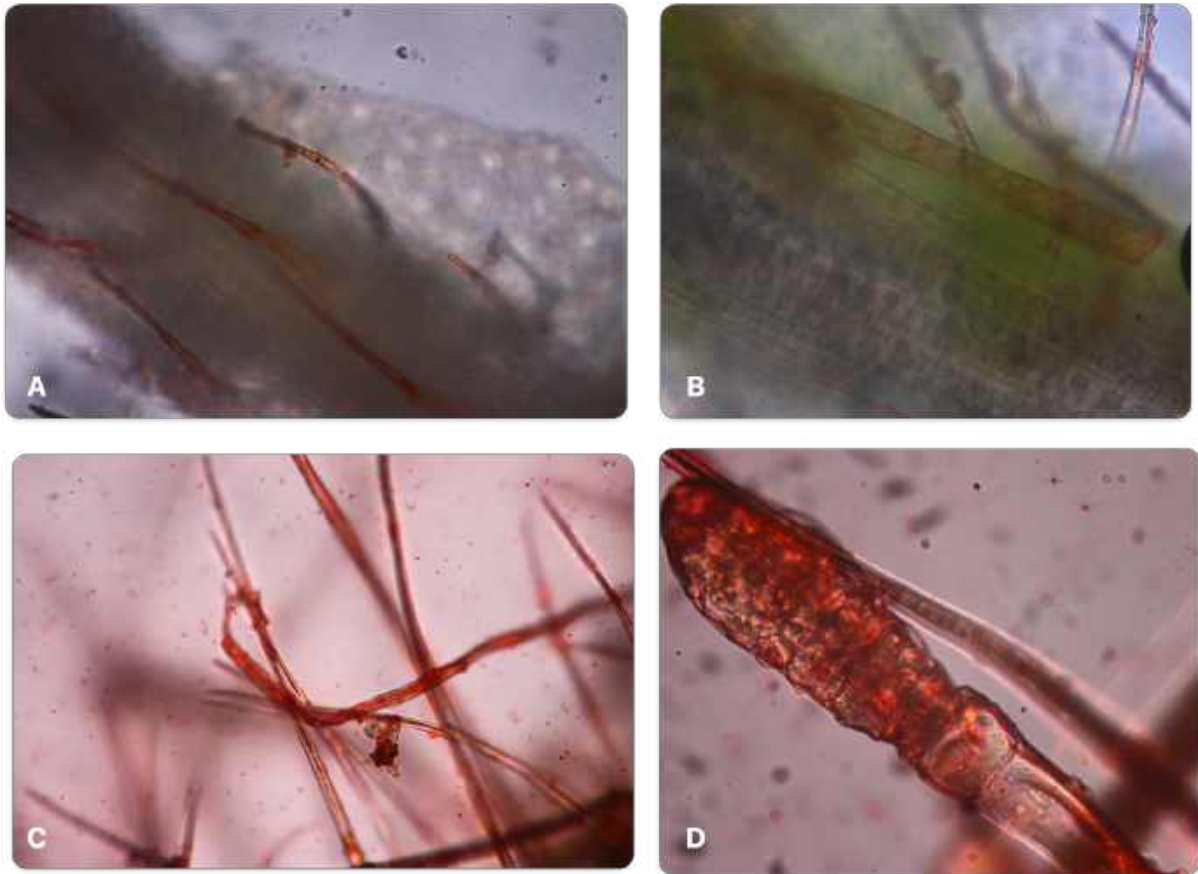









Рис.3.2.5. Результат реакції на наявність жирних та ефірних олій в трихомах епідерми черешка: А – х400, В – х1000 та нижньої епідерми листка: С – х400, D – х1000.

3.3. Якісні реакції з листям *R. typhina*

Проведені гістохімічні реакції виявили основні групи діючих речовин у листі оцтового дерева. Якісні реакції підтвердять результати гістохімічних.

Таблиця 3.3.1. Результати проведених якісних реакцій.

Назва реакції	Об'єм екстракту	Об'єм реактиву	Реактив	Результат реакції	Ілюстрація
Виявлення полісахаридів	25 мл	75мл	етанол	Випав осад мутно-кремово-жовтого кольору	

Проба піноутворення (на сапоніни)	1,5 мл	Інтенсивне струшування протягом хв		Утворилася стійка піна	
Реакція із свинцю ацетатом (на сапоніни, флавоноїди, дубильні речовини)	1 мл	4 краплі	$Pb(C_2H_3O_2)_2$	Випав осад світло жовтого кольору	
Реакція з желатином (на дубильні речовини)	2мл	2 краплі	1% р-н желатину	Відбулося помутніння розчинів	
Реакція з залізо-амонієвими галунами (на дубильні речовини)	1 мл	4 краплі	1% р-ну залізо-амонійних галунів	Колір розчину став темно-зелено-чорним	
Ціанідинова реакція (на флавоноїди)	1мл	3 краплі 2 крупинки	HCl (конц.) Zn	Витяг став брунатного кольору	
Реакція з 1 %-вим розчином ваніліну (на флавоноїди)	1 мл	2 краплі	1 %-вий розчин $C_8H_8O_3$, в середовищі HCl (конц.)	Колір у пробірці набув рожевого кольору	

3.4. Ідентифікація танінів в лікарській рослинній сировині *R. typhina* фармакопейним методом.

Для екстрагування дубильних речовин беремо круглодонну колбу об'ємом 250 мл і поміщуємо туди 180 г подрібненої сировини листя *R. typhina* і заливаємо 150 мл очищеної води. Суміш нагрівають протягом 30 хв на водяній бані, потім охолоджують під проточною водою та переносять вміст колби у мірну колбу місткістю 250 мл. Все, що залишилося в попередній колбі змивають і переливають в 250 мл колбу і доводять її вміст водою до мітки в 250мл. Залишають колбу на певний час поки осад не осяде на дні мірної колби. Далі фільтрують рідину порціями через фільтрувальний папір. Відділяють перші 50 мл фільтрату [2].

Визначаємо суму поліфенолів. До 5 мл фільтрату додаємо 20 мл очищеної води. 2мл суміші отриманого розчину, 1 мл фосфорно-молібденово-вольфрамового реактиву з'єднують з 10 мл води та доводять розчином 290 г/л карбонату натрію до об'єму 25 мл. залишають на 30 хв, а потім вимірюють оптичну густину розчину при довжині хвилі 760 нм, використовуючи при цьому в якості компенсаційного розчину воду. Отримуємо число A_1 [2].

Визначення поліфенолів, що не адсорбуються шкірним порошком. Брали 10 мл фільтрату та додавали до нього 0,1 г фармакопейного стандартного зразку шкірного порошку і впродовж 60 хв енергійно струшують. Отриману суміш фільтрують і виокремлені 5 мл фільтрату водою доводять до 25 мл.

З 2 мл отриманого розчину проводять ті самі дії, що і з попереднім зразком для отримання суми поліфенолів. Отримуємо число A_2 [2].

Отримання стандартного розчину здійснюють безпосередньо перед випробовуванням беруть 50 мг пірогалолу та розчиняють його у воді. Далі доводять тим самим розчинником об'єм до 100 мл. Потім беруть 5мл і водою доводять до мітки в 100 мл.

Від отриманого розчину знову відбирають 2 мл та додають всі ті самі реактиви, що і у випадку для отримання суми поліфенолів, таким чином отримують число A_3 [2].

Вміст танінів у сировині листя *R. typhina* обчислюють по формулі у перерахунку на пірогалол:

$$62,5 (A_1 - A_2)m_2 / A_3 \times m_1$$

де m_1 – маса випробовуваного зразка, у грамах;

m_2 – маса пірогалолу, у грамах.

Проведені обрахунки показали, що вміст танінів у досліджуваному зразку листя *R. typhina* складає $11,85\% \pm 0,26$ у перерахунку на пірогалол.

Якщо порівняти ці дані з традиційними видами сировини в Україні, що містить таніни, такими як кора дуба (*cortex Quercus*), що містить від 3 до 20%, або листя сумаху дубильного (*folia Rhus coriaria*) – 15–25% то оцтове дерево цілком може бути альтернативним джерелом враховуючи його інтенсивне поширення по території України за останні 10 років [7, 17].

Висновки:

1. Проведений детальний аналіз вітчизняних та іноземних джерел та описані ботаніко-географічні особливості виду, його хімічний склад, особливості застосування у фармації та медицині.
2. Описані макроскопічні характеристики листя *R. typhina*, що дозволяють встановити його тотожність.
3. Встановлено, що головними діагностичними анатомічними ознаками листя *R. typhina* є наявність двох типів трихом: простих багатоклітинних та головчастих; кристалів оксалатукальцію – друз; та актиноцитного продихового апарату.
4. Визначено, що листя *R. typhina* містить ряд біологічноактивних речовини, зокрема дубильні речовини, флавоноїди, полісахариди та сапоніни.
5. Встановлено, що вміст танінів у листі *R. typhina* складає $11,85 \pm 0,26\%$ у перерахунку на пірогалол.
6. Подальше детальне вивчення компонентного складу цього виду дозволить розробити проект монографії на сировину листя *R. typhina* та запропонувати його в якості додаткового джерела дубильних речовин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна Фармакопея України. Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Харків: **2014**. – С. 383-384.
2. Державна Фармакопея України. Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Харків: **2015**. Т.1. – с.377.
3. Доля В.С, Книш С.Г, Мозуль В.І.; Мікроскопічний та мікрохімічний аналіз лікарської рослинної сировини. м. Запоріжжя, **2003**. -98 с.
4. Ковальов В. М., Марчишин С. М., Хворост О. П. та ін. Практикум з ідентифікації лікарської рослинної сировини: навч. посіб. Тернопіль: ТДМУ, **2014**. С. 90 – 93.
5. Batiha GE, Ogunyemi OM, Shaheen HM, Kutu FR, Olaiya CO, Sabatier JM, De Waard M. *Rhus coriaria* L. (Sumac), a Versatile and Resourceful Food Spice with Cornucopia of Polyphenols. *Molecules*. **2022** Aug 14;27(16):5179. doi: 10.3390/molecules27165179. PMID: 36014419; PMCID: PMC9414570.
6. Congyan Wang, Jun Liu, Hongguang Xiao, Jiawei Zhou Differences in Leaf Functional Traits Between *Rhus typhina* and Native Species, *Clean. Soil Air Water*. Vol. 44. Iss. 11. **2016** <https://doi.org/10.1002/clen.201600144>
7. Elansary HO, Szopa A, Kubica P, Ekiert H, Mattar MA, Al-Yafrasi MA, El-Ansary DO, El-Abedin TKZ, Yessoufou K. Polyphenol Profile and Pharmaceutical Potential of *Quercus* spp. Bark Extracts. *Plants (Basel)*. **2019** Nov 9;8(11):486. doi: 10.3390/plants8110486. PMID: 31717611; PMCID: PMC6918147.
8. Ewa Olchowik, Agnieszka Sciepek, Saidmukhtar Mavlyanov, Nodira Abdullajanova, Maria Zamaraeva, Antioxidant capacities of polyphenols from Sumac (*Rhus typhina* L.) leaves in protection of erythrocytes against oxidative damage, *Biomedicine & Preventive Nutrition*, Volume 2, Issue 2, **2012**, Pages 99-105. <https://doi.org/10.1016/j.bionut.2011.06.008>.
9. Formation and morphology of *Rhus typhina* L. inflorescence in conditions of the right bank forest steppe of Ukraine / Т. Kovalchuk, I. Didenko, L. Ishchuk // *Trakya Univ J Nat Sci*. - **2022**. - Vol. 23(2): P. 185-191. DOI: 10.23902/trkjniat.1073916
10. Fraga-Corral, M.; Otero, P.; Cassani, L.; Echave, J.; Garcia-Oliveira, P.; Carpena, M.; Chamorro, F.; Lourenço-Lopes, C.; Prieto, M.A.; Simal-Gandara, J. Traditional applications of tannin rich extracts supported by scientific data: Chemical composition, bioavailability and bioaccessibility. *Foods* **2021**, *10*, 251.

11. Fröhlich B, Niemetz R, Gross GG. Gallotannin biosynthesis: two new galloyltransferases from *Rhus typhina* leaves preferentially acylating hexa- and heptagalloylglucoses. *Planta*. **2002** Nov;216(1):168-72. doi: 10.1007/s00425-002-0877-3. Epub 2002 Nov 12. PMID: 12430027.
12. Hans-Jürgen Bestmann, Beate Classen, Uwe Kobold, Otto Vostrowsky, Fred Klingauf, Ursula Stein. Steam volatile constituents from leaves of *Rhus typhina*. *Phytochemistry*, Volume 27, Issue 1, 1988, Pages 85-90. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(88\)80595-8](https://doi.org/10.1016/0031-9422(88)80595-8)
13. <https://plantfacts.osu.edu/pdf/0247-959.pdf>
14. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:70939-1>
15. <https://thumbs.dreamstime.com/z/rhus-typhina-20070240.jpg?w=576>
16. <https://www.gbif.org/species/3190538>
17. https://www.researchgate.net/publication/289425314_Determination_of_the_Tanning_Capacity_of_a_Rhus_Coriaria_L_Extract_and_Its_Antioxidant_Activity
18. <https://www.shutterstock.com/image-photo/rhus-typhina-staghorn-sumac-leaf-260nw-718345261.jpg>
19. Liu T, Li Z, Li R, Cui Y, Zhao Y, Yu Z. Composition analysis and antioxidant activities of the *Rhus typhina* L. stem. *J Pharm Anal*. 2019 Oct;9(5):332-338. doi: 10.1016/j.jpha.2019.01.002. Epub **2019** Jan 2. PMID: 31929942; PMCID: PMC6951479.
20. M. van Kleunen, E. Weber, M. Fischer, A Meta-analysis of Trait Differences between Invasive and Non-invasive Plant Species, *Ecol. Lett.* **2010**, *13*, 235–245.
21. Okuda, T.; Ito, H. Tannins of constant structure in medicinal and food plants—Hydrolysable tannins and polyphenols related to tannins. *Molecules* **2011**, *16*, 2191–2217.
22. Olchowik E, Lotkowski K, Mavlyanov S, Abdullajanova N, Ionov M, Bryszewska M, Zamaraeva M. Stabilization of erythrocytes against oxidative and hypotonic stress by tannins isolated from sumac leaves (*Rhus typhina* L.) and grape seeds (*Vitis vinifera* L.). *Cell Mol Biol Lett*. 2012 Sep;17(3):333-48. doi: 10.2478/s11658-012-0014-7. Epub **2012** Apr 10. PMID: 22491984; PMCID: PMC6275782.
23. Olchowik-Grabarek E, Makarova K, Mavlyanov S, Abdullajanova N, Zamaraeva M. Comparative analysis of BPA and HQ toxic impacts on human erythrocytes, protective effect mechanism of tannins (*Rhus typhina*). *Environ Sci Pollut Res Int*. 2018 Jan;25(2):1200-1209. doi: 10.1007/s11356-017-0520-2. Epub **2017** Oct 29. PMID: 29082470; PMCID: PMC5766716.
24. Olchowik-Grabarek E, Mavlyanov S, Abdullajanova N, Gieniusz R, Zamaraeva M. Specificity of Hydrolysable Tannins from *Rhus typhina* L. to Oxidants in Cell and Cell-Free Models. *Appl Biochem Biotechnol*. 2017

- Feb;181(2):495-510. doi: 10.1007/s12010-016-2226-1. Epub 2016 Sep 6. PMID: 27600811.
25. Olchowik-Grabarek E, Swiecicka I, Andreeva-Kovaleskaya Z, Solonin A, Bonarska-Kujawa D, Kleszczyńska H, Mavlyanov S, Zamaraeva M. Role of structural changes induced in biological membranes by hydrolysable tannins from sumac leaves (*Rhus typhina* L.) in their antihemolytic and antibacterial effects. *J Membr Biol.* **2014** Jun;247(6):533-40. doi: 10.1007/s00232-014-9664-x. Epub 2014 May 3. PMID: 24793101.
 26. Olchowik-Grabarek, E.; Makarova, K.; Mavlyanov, S.; Abdullajanova, N.; Zamaraeva, M. Comparative analysis of BPA and HQ toxic impact on human erythrocytes, protective effect mechanism of tannins (*Rhus typhina*). *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* **2018**, *25*, 1200–1209.
 27. Olchowik-Grabarek, E.; Mavlyanov, S.; Abdullajanova, N.; Gieniusz, R.; Zamaraeva, M. Specificity of hydrolysable tannins from *Rhus typhina* L. to oxidants in cell and cell-free models. *Appl. Biochem. Biotechnol.* **2017**, *181*, 495–510.
 28. Özcan, M. and H. Haciseferogullari, **2004**. Acondiment [sumac (*Rhus coriariae* L.) fruits]: Some physico- chemical properties. *Bulg. J. Plant Physiol.*, *30*: 74- 84.
 29. R. Kossah, C. Nsabimana, H. Zhang and W. Chen, **2010**. Optimization of Extraction of Polyphenols from Syrian Sumac (*Rhus coriaria* L.) and Chinese Sumac (*Rhus typhina* L.) Fruits. *Research Journal of Phytochemistry*, *4*: 146-153. <https://scialert.net/abstract/?doi=rjphyto.2010.146.153>
 30. Rayne S, Mazza G. Biological activities of extracts from sumac (*Rhus* spp.): a review. *Plant Foods Hum Nutr.* **2007** Dec;62(4):165-75. doi: 10.1007/s11130-007-0058-4. Epub 2007 Oct 2. PMID: 17909971.
 31. Rima Kossah, Consolate Nsabimana, Jianxin Zhao, Haiqin Chen, Fengwei Tian, Hao Zhang and Wei Chen, **2009**. Comparative Study on the Chemical Composition of Syrian Sumac (*Rhus coriaria* L.) and Chinese Sumac (*Rhus typhina* L.) Fruits. *Pakistan Journal of Nutrition*, *8*: 1570-1574. DOI: [10.3923/pjn.2009.1570.1574](https://doi.org/10.3923/pjn.2009.1570.1574)
 32. Rima Kossah, Hao Zhang, Wei Chen, Antimicrobial and antioxidant activities of Chinese sumac (*Rhus typhina* L.) fruit extract, *Food Control*, Volume 22, Issue 1, **2011**, Pages 128-132. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.06.002>.
 33. Sekowski, S.; Ionov, M.; Abdulladjanova, N.; Makhmudov, R.; Mavlyanov, S.; Milowska, K.; Bryszewska, M.; Zamaraeva, M. Interaction of α -synuclein with *Rhus typhina* tannin—Implication for Parkinson’s disease. *Colloids Surf. B Biointerfaces* **2017**, *155*, 159–165.
 34. Sekowski, S.; Naziris, N.; Chountoulesi, M.; Olchowik-Grabarek, E.; Czerkas, K.; Veiko, A.; Abdulladjanova, N.; Demetzos, C.; Zamaraeva, M. Interaction of *Rhus typhina* Tannin with Lipid Nanoparticles: Implication

- for the Formulation of a Tannin–Liposome Hybrid Biomaterial with Antibacterial Activity. *J. Funct. Biomater.* **2023**, *14*, 296. <https://doi.org/10.3390/jfb14060296>
35. Sekowski, S.; Olchowik-Grabarek, E.; Dubis, A.T.; Sharan, L.; Kumar, A.; Abdulladjanova, N.; Markiewicz, P.; Zamaraeva, M. Inhibition of AGEs formation, antioxidative, and cytoprotective activity of Sumac (*Rhus typhina* L.) tannin under hyperglycemia: Molecular and cellular study. *Mol. Cell. Biochem.* **2023**, *478*, 443–457.
36. Sunan Wang, Fan Zhu Chemical composition and biological activity of staghorn sumac (*Rhus typhina*), *Food Chemistry*, Volume 237, 2017, Pages 431-443. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.111>.
37. Vandal J, Abou-Zaid MM, Ferroni G, Leduc LG. Antimicrobial activity of natural products from the flora of Northern Ontario, Canada. *Pharm Biol.* 2015 Jun;53(6):800-6. doi: 10.3109/13880209.2014.942867. Epub **2015** Feb 20. PMID: 25697605.
38. Wang C. Y. H. G. Xiao, J. Liu, L. Wang, D. L. Du, Insights into Ecological Effects of Invasive Plants on Soil Nitrogen Cycling, *Am. J. Plant Sci.* **2015**, *6*, 34–46.
39. Wang, L.; Xu, M.L.; Xin, L.; Ma, C.; Yu, G.; Saravanakumar, K.; Myeong-Hyeon, W. Oxidative stress induced apoptosis mediated anticancer activity of *Rhus typhina* fruits extract in human colon cancer. *Med. Chem. Res.* **2019**, *28*, 917–925.
40. Werner RA, Rossmann A, Schwarz C, Bacher A, Schmidt HL, Eisenreich W. Biosynthesis of gallic acid in *Rhus typhina*: discrimination between alternative pathways from natural oxygen isotope abundance. *Phytochemistry.* **2004** Oct;65(20):2809-13. doi: 10.1016/j.phytochem.2004.08.020. PMID: 15474568.

SUMMARY

Pohranychna Oleksandra

RHUS TYPHINA L. AS A PERSPECTIVE SOURCE OF TANNINS IN UKRAINE

Department of Pharmacognosy and Botany

Scientific supervisor: Associate Professor of the Department, PhD (BiolSc), Associate Professor **Makhynia Larysa**

Keywords: *Rhus typhina*, leaves, tannin

Introduction. The ever-increasing impact of invasive plants on Ukrainian ecosystems leads to disruption of their functioning. Invasives have a number of advantages over native species, they are not picky about environmental conditions and have a wide ecological amplitude. One of these species is *Rhus typhina* L. Over the past 50 years, it has already established more than fifty habitats in Ukraine, according to the Global Biodiversity Information Center. One of the methods of containing this species is its use in various industries: food, woodworking, light industry, and pharmaceuticals.

Materials and methods. Micropreparations for histochemical reactions were examined in aqueous medium and aqueous glycerol solutions of different concentrations under a ULAB microscope ($\times 40$, $\times 100$, $\times 1000$) equipped with a Canon EOS 550 digital microphotocamera. The main groups of biologically active substances (BAS) were detected by means of generally accepted qualitative reactions and quantitative determination.

Results. A detailed bibliosemantic review of the main active substances of various parts of *R. typhina* and leaves in particular was conducted. Specific phytochemicals were found to be: polyphenols, such as gallic acid, hydrolyzed tannins and anthocyanins, unsaturated fatty acids in the largest amount of oleic and linoleic acids, vitamins such as riboflavin, ascorbic acid, and thiamine. The mineral composition of the fruits and leaves of *R. typhina* was analyzed, which revealed a significant content of phosphorus, magnesium, sodium, potassium, as well as sufficient presence of such minerals as iron, zinc, copper and manganese for a balanced diet, and the ratio of these trace elements varied significantly among different representatives depending on the habitat.

Much attention is paid to the morphometric and anatomical parameters of *R. typhina* leaves, which will be used to establish the authenticity of the raw material. The length of the leaf varies from 45 to 65 cm. The leaf is unpaired-pinnately compound with lanceolate-oblong leaflets oppositely attached to a common very pubescent rachis. The number of leaflets varies from 10 to 30, each leaflet is 5 to 12 cm long. On the lower side, each leaflet has a well-defined convex vein with white-felted pubescence that covers the entire lower leaf blade.

Conclusions. It was determined that the leaf of *R. typhina* is dorsiventral, hypostomate. Stomatal apparatus is of actinocytic type. Stomatal index is 15.25 ± 1.5 %. The lower epidermis of the leaf blade is densely covered with two types of trichomes: simple hairs with a multicellular base and trichomes with a multicellular 10-18 cells head and a unicellular base.

A number of histochemical and qualitative reactions were performed to identify the main groups of biologically active substances, including tannins, flavonoids, polysaccharides, and saponins. The tannin content in *R. typhina* leaves was found to be $11.85\% \pm 0.26$ in terms of pyrogallol.

Further detailed study of the component composition of this species will allow to develop a draft monograph on the raw materials of *R. typhina* leaves and offer it as an additional source of tannins.

