

УДК 615.32:577.15/17:001.891

Олексій КОВРЕГІН

аспірант кафедри клінічної фармакології, Інститут підвищення кваліфікації спеціалістів фармації, Національний фармацевтичний університет, вул. Григорія Сковороди, 53, м. Харків, Україна, 61002 (3349366@gmail.com)

ORCID: 0009-0000-5269-4073

SCOPUS: 59216173400

Лариса МАХИНЯ

кандидат біологічних наук, доцент кафедри фармакогнозії та ботаніки, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, вул. Євгена Чикаленка, 22, м. Київ, Україна, 01024 (larisamahin@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-8095-4255

SCOPUS: 57216546884

Інна ВЛАДИМИРОВА

доктор фармацевтичних наук, професор кафедри клінічної фармакології, Інститут підвищення кваліфікації спеціалістів фармації, Національний фармацевтичний університет, вул. Григорія Сковороди, 53, м. Харків, Україна, 61002 (i.vladimirova@nuph.edu.ua)

ORCID: 0000-0002-4846-8839

SCOPUS: 24077332100

Бібліографічний опис статті: Коврегін О., Махиня Л., Владимірова І. (2024). Мікроскопічні та гістохімічні дослідження трави зимолюбки зонтичної (*Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton). *Фітотерапія. Часопис*, 4, 224–231, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2024-4-224>

МІКРОСКОПІЧНІ ТА ГІСТОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАВИ ЗИМОЛЮБКИ ЗОНТИЧНОЇ (*CHIMAPHILA UMBELLATA* (L.) W. BARTON)

Актуальність. У вітчизняній народній медицині зимолюбка зонтична відома як засіб, який підвищує діурез, дезінфікує сечові шляхи, підвищує виділення з організму азотистих і хлористих солей, знижує вміст цукру в крові, збуджує апетит, покращує травлення тощо. Трава зимолюбки багата на вміст біологічно активних речовин, зокрема арбутин, гомоарбутин, гіперозид, авікулярин, кемпферол, гірку речовину урсон, амірин (0,21%), ериколін, фенольні сполуки, органічні кислоти тощо.

Тому дослідження, спрямовані на стандартизацію трави зимолюбки, є актуальними та обґрунтованими.

Мета дослідження. Мікроскопічне та гістохімічне вивчення трави зимолюбки зонтичної *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton.

Матеріал і методи. Для виготовлення мікропрепаратів брали попередньо розмочену у воді суху сировину трави зимолюбки зонтичної. Фрагмент органу рослини проварювали у 5% розчині NaOH протягом 3–5 хв для мацерації клітин та легкого відокремлення епідерми від мезофілу.

Із метою просвітлення об'єктів їх проварювали у водному розчині хлоралгідрату (4:1). Приготовлені мікропрепарати досліджували у водному середовищі та водних розчинах гліцерину різної концентрації під мікроскопом за допомогою мікроскопа фірми ULAB (збільшення $\times 40$, $\times 100$, $\times 1000$) із цифровою мікрофотокамерою Canon EOS 550. Для забезпечення об'єктивних результатів кожен зразок вивчався в десятикратній повторюваності.

Продуктивний індекс обчислювали згідно зі стандартною методикою ДФУ.

Результати дослідження. Листок *Chimaphilla umbellata* дорзовентральний, гіпостоматичний. На поверхні як адаксіальної, так і абаксіальної епідерми виражено залягають шари кутину, наявність якого підтвердили і гістохімічні реакції. Тип анатомічної будови стебла – безпучковий. Стебло вкрите перидермою з неоднорідним верхнім рядом клітин, залишків епідерми, зовнішня поверхня якої має добре розвинений кутикулярний шар, типовий для ксерофільних рослин, із бородавчастими, сосочкоподібними трихомами. Проведені гістохімічні реакції із сировиною трави зимолюбки зонтичної свідчать про наявність таких біологічно активних речовин, як арбутин, таніни, ліпіди, воскоподібні речовини (кутин), лігнін.

Висновок. Досліджено мікроскопічні діагностичні ознаки трави зимолюбки зонтичної, які будуть використані під час стандартизації лікарської рослинної сировини та розроблення методів контролю якості на сировину. За допомогою гістохімічних реакцій у сировині виявлено ліпофільні сполуки (кутин та краплі ліпідної природи), дубильні речовини, арбутин, виявлено клітини з лігніфікованими стінками.

Ключові слова: зимолюбка зонтична, трава, біологічно активні речовини, мікроскопічні дослідження, гістохімічні дослідження.

Oleksiy KOVREGIN

Graduate Student at the Department of Clinical Pharmacology, Institute for Advanced Training of Pharmacy Specialists National University of Pharmacy, H. Skovorody str., 53, Kharkiv, Ukraine, 61002 (3349366@gmail.com)

ORCID: 0009-0000-5269-4073

SCOPUS: 59216173400

Larysa MAKHYNIA

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Pharmacognosy and Botany, O. Bogomolets National Medical University, Chikalenka str., 22, Kyiv, Ukraine, 01601 (larisamahin@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-8095-4255

SCOPUS: 57216546884

Inna VLADYMYROVA,

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor at the Department of Clinical Pharmacology of Institute for Advanced Training of Pharmacy Specialists National University of Pharmacy, H. Skovorody str., 53, Kharkiv, Ukraine, 61002 (i.vladimirova@nuph.edu.ua)

ORCID: 0000-0002-4846-8839

SCOPUS: 24077332100

To cite this article: Kovregin O., Makhynia L., Vladymyrova I. (2024). Mikroskopichni ta histokhimichni doslidzhennia travy zymoliubky zontychnoi (*Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton) [Microscopic and histochemical studies of *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 4, 224–231, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2024-4-224>

MICROSCOPIC AND HISTOCHEMICAL STUDIES OF *CHIMAPHILA UMBELLATA* (L.) W. BARTON

Relevance of the research. In domestic folk medicine, *Chimaphila umbellata* is known as a means that increases diuresis, disinfects the urinary tract, increases excretion of nitrogenous and chloride salts from the body, lowers blood sugar, stimulates appetite, improves digestion, etc. Its grass is rich in biologically active substances, in particular, arbutin, homoarbutin, hyperoside, avicularin, kaempferol, the bitter substance urson, amyrin (0.21%), ericoline, phenolic compounds, organic acids, etc.

Therefore, research aimed at the standardization of *Chimaphila umbellata* is relevant and justified.

The purpose of the research is the microscopic and histochemical study of the herb *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton.

Material and methods. For the production of micropreparations, dry raw materials of the *Chimaphila umbellata* herb pre-soaked in water were taken. A fragment of the plant organ was boiled in a 5% NaOH solution for 3-5 min to macerate the cells and easily separate the epidermis from the mesophyll.

To illuminate the objects, they were boiled in an aqueous solution of chloral hydrate (4:1). The prepared micropreparations were examined in an aqueous environment and aqueous solutions of glycerol of different concentrations under a microscope using a ULAB microscope (magnification $\times 40$, $\times 100$, $\times 1000$) with a Canon EOS 550 digital microphoto camera. To ensure objective results, each sample was studied in tenfold repetition.

The respiratory index was calculated according to the standard SPU method.

Research results. The leaf of *Chimaphylla umbellata* is dorsoventral, hypostomatic. On the surface of both the adaxial and abaxial epidermis, there are distinct layers of cutin. Its presence was confirmed by histochemical reactions. The type of anatomical structure of the stem is unbundled. The stem is covered with a periderm with a heterogeneous upper row of cells, remnants of the epidermis, the outer surface of which has a well-developed cuticular layer, typical of xerophilous plants, with warty, papilla-like trichomes. The conducted histochemical reactions with the raw material of the grass show such biologically active substances as: arbutin, tannins, lipids, waxy substances (cutin), and lignin.

Conclusion. Microscopic diagnostic signs of the *Chimaphila umbellata* grass, which will be used in the standardization of medicinal plant raw materials and the development of quality control methods for raw materials, were studied. With the help of histochemical reactions, lipophilic compounds (cutin and compounds of lipid nature), tannins, arbutin, and cells with lignified walls were detected in the raw materials.

Key words: *Chimaphila umbellata*, grass, biologically active substances, microscopic studies, histochemical studies.

Вступ. Актуальність. Рід *Chimaphila* є типовим представником родини Ericaceae, який у природі зростає у Європі, Бутані, Китаї, Японії, Кореї тощо, він включає близько п'яти видів (Urooj Ali, 2024). *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton – багаторічна трав'яниста рослина. Має повзуче кореневище й невелике (8–10 см заввишки), розгалужене, дерев'яниюче в нижній частині стебло. Листки вічно-

зелені, короткочерешкові, цупкі, шкірясті, блискучі, видовжено-оберненоклиноподібні, по краю пилчастозазублені, зближені в кільця. Квітки середнього розміру, правильні, двостатеві, 5-пелюсткові, рожеві, зібрані на верхівці стебла в зонтиковидну китицю. Плід – коробочка. Цвіте у червні – липні (Гродзінський, 1992). Поширена у лісах Полісся, Лівобережного Лісостепу та Гірського Криму (Шерстюк, 2017).

Трава містить арбутин, гомоарбутин (Alaa Elshafei, 2021), гіперозид, авікулярин, кемпферол, гірку речовину урсон, амірин (0,21%), ериколін, дубильні речовини (близько 5%) (Yu Yue, 2024), органічні кислоти, смоли, камедь, слиз. Також у траві містяться ситостерин, хінна і галола кислота, метиловий ефір саліцилової кислоти, вітаміни, мікроелементи та інші біологічно активні речовини (Гродзінський, 1992).

У народній медицині зимолоубка відома як засіб, що підвищує діурез (Подплетня, 2017), дезинфікує сечові шляхи, підвищує виділення з організму азотистих і хлористих солей (Babenko, 2019).

Настій трави вживають при хронічних захворюваннях нирок (альбумінурія, гематурія, нефрит), при запальних процесах і піску в сечовому міхурі, хронічному гонорейному уретриті, звуженні уретри, при захворюваннях передміхурової залози, при набряках і водянці, захворюванні суглобів і подагрі, діабеті та диспепсії (Подплетня, 2017; Das Neeladrisingha, 2022).

Як в'язучий засіб настій п'ють при запаленнях шлунково-кишкового тракту та катарі верхніх дихальних шляхів, як загальнозміцнювальний і тонізуючий засіб – при внутрішніх захворюваннях, зумовлених надмірним фізичним навантаженням (Гродзінський, 1992; Galvan, 2008).

Мета дослідження. Мікроскопічне та гістохімічне вивчення трави зимолоубки зонтичної *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton.

Матеріали та методи дослідження. Мікроскопічні дослідження проводили відповідно до класичних методик (Доля, 2003; Ковальов, 2014).

Для виготовлення мікропрепаратів брали попередньо розмочену у воді суху сировину трави зимолоубки зонтичної. Фрагмент органу рослини проварювали у 5% розчині NaOH протягом 3–5 хв для мацерації клітин та легкого відокремлення епідерми від мезофілу.

Із метою просвітлення об'єктів їх проварювали у водному розчині хлоралгідрату (4:1). Приготовлені мікропрепарати досліджували у водному середовищі та водних розчинах гліцерину різної концентрації під мікроскопом за допомогою мікроскопа фірми ULAB (збільшення $\times 40$, $\times 100$, $\times 1000$) із цифровою мікрофотокамерою Canon EOS 550. Для забезпечення об'єктивних результатів кожен зразок вивчався в десятикратній повторюваності.

Продиховий індекс обчислювали згідно зі стандартною методикою, яка наведена у Державній фармакопеї України (2015).

Результати дослідження та їх обговорення. Гістохімічні реакції.

На ліпофільні сполуки: кутин та краплі ліпідної природи.

Поперечний переріз, верхню та нижню епідерми листка *Ch. umbellata* поміщали в розчин Судану III на 3–4 хв, залишки реактиву прибирали фільтрувальним папером, зріз промивали у 50% етанолі. Очищений від залишків реактиву зріз переносили у краплю гліцерину і розглядали під мікроскопом. Кутин та ліпідні краплі забарвлюються в рожево-помаранчевий колір.

На дубильні речовини:

На поперечний переріз листка, стебла та верхньої, нижньої епідерми нанесли кілька крапель 1% розчину феруму (III) хлориду. Через 3 хв залишки реактиву видаляли фільтрувальним папером, а зрізи розміщували в краплях води і розглядали під мікроскопом. Клітини, які містять дубильні речовини, забарвлюються у синьо-чорний колір.

На арбутин:

На поперечний переріз стебла, листка та верхньої, нижньої епідерми наносили кілька крапель розведеної азотної кислоти. Зрізи відразу розглядали під мікроскопом, оскільки реакція проходила дуже інтенсивно, і клітини, які містили арбутин, спочатку забарвлювалися в яскраво-помаранчевий колір, а потім швидко переходили у світло-жовтий.

На здерев'яніння:

Для виявлення клітин з лігніфікованими стінками поміщали поперечний переріз стебла у 1% спиртовий розчин флороглюцину, а потім фільтрувальним папером видаляли залишки реактиву і наносили одну краплю хлористоводневої кислоти. Через 1 хв зріз переносили у краплю гліцерину та розглядали під мікроскопом. Під дією реактивів здерев'янілі оболонки набували яскраво-малинового забарвлення.

Мікроскопічні ознаки

Листок *Chimaphilla umbellata* дорзовентральний, гіпостоматичний. На поверхні як адаксіальної, так і абаксіальної епідерми виражено залягають шари кутину, наявність якого підтвердили і гістохімічні реакції.

Нижня епідерма представлена звивистостінними клітинами, які мають товсті оболонки з простими прямими порами (рис. 1 А–D). У ній досить щільно розташовуються актиноцитні продихові апарати (рис. 1С, D1). Продихи поверхневі не занурені в епідерму. Продиховий індекс становить $21,2 \pm 0,32$, що свідчить про середній ступінь транспірації.

При просвітленні препаратів хлоралгідратом мезофіл висвітлювався до світло помаранчевого кольору і в один два шари щільно прилягав до нижньої епідерми (рис 1 А–В 2).

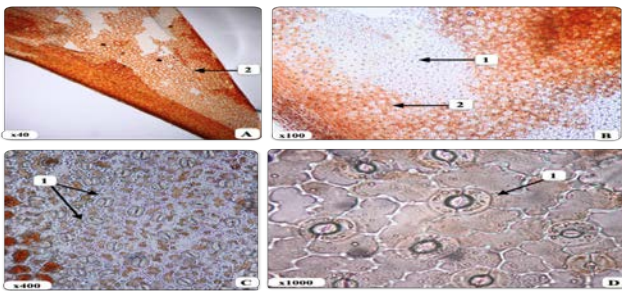


Рис. 1. Нижня епідерма листка *Ch. umbellata* (знебарвлена хлоралгідратом): 1 – актиноцитний продиховий апарат, 2 – клітини мезофілу

Без проварювання епідерми в хлоралгідраті мезофіл, що прилягає до нижньої епідерми буро-коричневого кольору, продихи ледь проглядаються (рис. 2. А–D 1). Стають добре помітні міжклітинники аеренхімного шару, які знаходяться під епідермою (рис. 2. В, D 4). Клітини епідерми, що вкривають жилки, прямокутної форми, товстостінні з простими прямими порами (рис. 2. С 3). У місцях, де добре відділився мезофіл в епідермі, чітко видно речовини ліпідної природи у формі кульок світло-жовтого кольору, які густо розташовуються в епідермі (рис. 2. А 2).

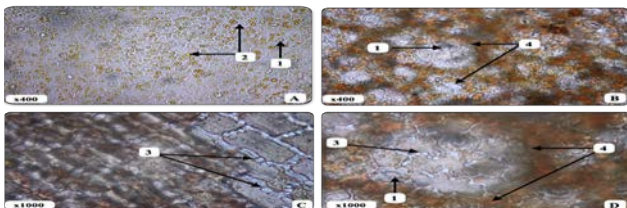


Рис. 2. Нижня епідерма листка *Ch. umbellata*: 1 – актиноцитний продиховий апарат, 2 – ліпідні включення, 3 – прості прямі пори, клітин епідерми над жилками, 4 – аеренхіма мезофілу

Клітини верхньої епідерми мають більш правильну видовжено-прямокутну форму з незначними звивистими вигинами. Клітинні стінки потовщені з простими прямими порами (рис. 3. В, Е 2). Під час відділення верхньої епідерми разом з одним-двома шарами мезофілу відділяються магістральні, кільчасті судини жилок листка (рис. 3. А–D 1). Біля жилок концентрується скупчення кристалів оксалату кальцію – друзи (рис. 3. В–D 4). Мезофіл кулястої форми висвітлюється хлоралгідратом у світло-жовтий колір і в кілька шарів щільно прилягає до верхньої епідерми (рис. 3. F 3).

Без обробки верхньої епідерми хлоралгідратом мезофіл має насичено коричнево-брунатний колір і щільно, без наявних міжклітинників прилягає до неї (рис. 4. А–D 1). За великого збільшення добре

проглядаються прості прямі пори в клітинах (рис. 4. А–D 2). Краплі ліпідної природи мають меншу густоту і розмір порівняно з нижньою епідермою і добре ідентифікуються на збільшенні в x1000 разів (рис. 4. D 3).

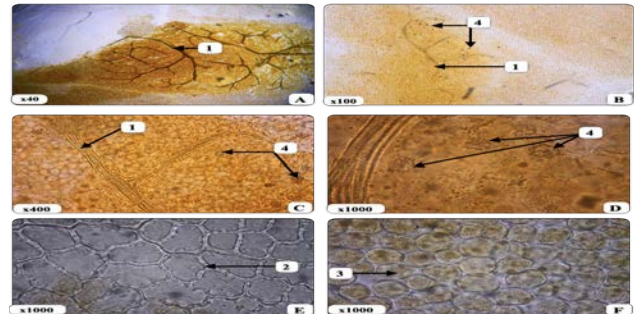


Рис. 3. Верхня епідерма листка *Ch. umbellata* (знебарвлена хлоралгідратом): 1 – магістральні жилки, 2 – клітини епідерми з простими прямими порами, 3 – мезофіл, 4 – друзи

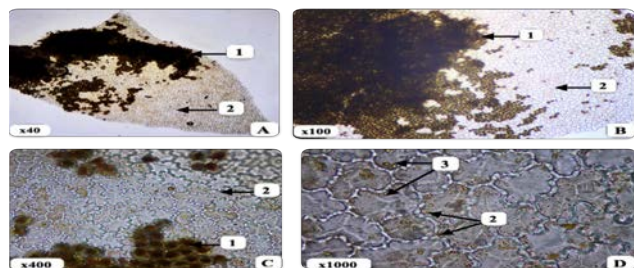


Рис. 4. Верхня епідерма листка *Ch. umbellata*: 1 – клітини мезофілу, 2 – клітини епідерми з простими прямими порами, 3 – включення ліпідної природи

Поперечний переріз через листову пластинку дає змогу побачити всі структури типового дорзовентрального листка. Зовнішня стінка клітин верхньої та нижньої епідерми сильно потовщена і кутинізована, кутикула товста (рис. 5. А, В, D 2). Далі під верхньою епідермою від трьох до п'яти рядів стовпчастого (палісадного) мезофілу, який займає до половини м'якоті листка, заповненого коричнево-червоним умістом (рис. 5. С 4), за яким аж до нижньої епідерми залягають пухко розташовані клітини губчастого мезофілу, що утворюють розвинену систему міжклітинників (рис. 5. С 3). У центрі листка розміщується крупний колатеральний закритий судинно-волокнистий пучок, по обидва боки якого в мезофілі функціонують більш дрібні пучки, по 8–10 у кожен бік (рис. 5. А–С 1). По обидва боки центрального судинно-волокнистого пучка видні тяжі коленхіми (рис. 5. С 5).

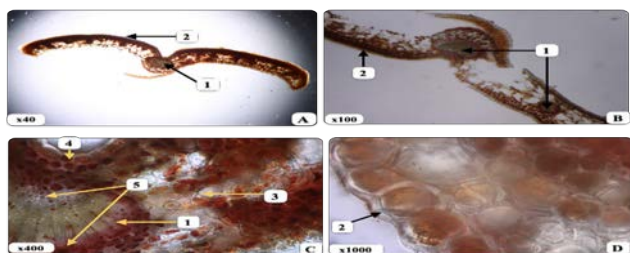


Рис. 5. Поперечний переріз через листок *Ch. umbellata*: 1 – судинно-волокнистий пучок, 2 – шар кутикули, 3 – губчастий мезофіл, 4 – стовпчастий мезофіл, 5 – тяжі коленхіми

Поперечний переріз стебла відображає безпучковий тип анатомічної будови. Стебло вкрите перидермою (рис. 6. D 1) з неоднорідним верхнім рядом клітин, залишків епідерми, зовнішній поверхня якої має добре розвинений кутикулярний шар (рис. 6. D 8), типовий для ксерофілних рослин, із бородавчастими, сосочкоподібними трихомами (рис. 6. D 6). За перидермою розташовується шар лубу, представлений луб'яними волокнами, луб'яною паренхімою, ситоподібними рубками з клітинами супутницями (рис. 6. А–С 2). За лубом розміщується кількошарове кільце камбіальних клітин (рис. 6. В, С 3). Нижче камбію сформована смуга клітин деревини, яка має у своєму складі судини і трахеї деревини, деревну паренхіму та волокна (рис. 6. А–С 4).

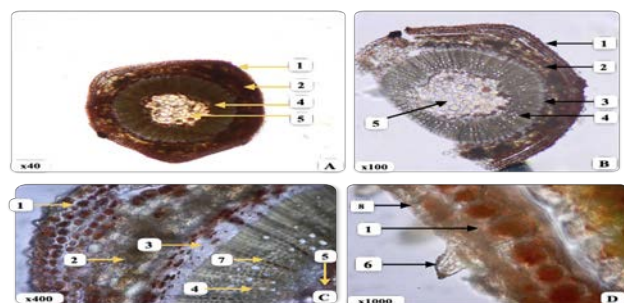


Рис. 6. Поперечний переріз через стебло *Ch. umbellata*: 1 – перидерма, 2 – луб, 3 – камбій, 4 – деревина, 5 – серцевина, 6 – сосочкоподібна трихома, 7 – серцевинні промені, 8 – кутикулярний шар

Центр стебла займають клітини основної паренхіми серцевини із заповненим буро-коричневим умістом клітинами, які розташовуються по периферії (рис. 6. А–С 5). Від луб'яної частини до серцевини через усю деревину і камбій простягаються серцевинні промені (рис. 6. С 7).

Для підтвердження наявності певних біологічно активних речовин ми провели низку гістохімічних реакцій.

Реакція із Суданом III дала позитивний результат і забарвила жовті краплі ліпідної природи, які містилися в епідермі листка, у рожево-помаранчевий колір (рис. 7. А–D).

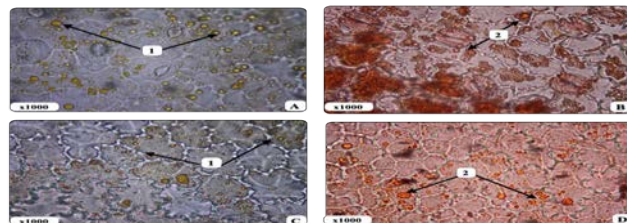


Рис. 7. Установлення локалізації речовин ліпідної природи у нижній А, В та верхній С, D епідермі листка *Ch. umbellata*: А, С – до реакції, В, D – результат реакції. 1 – краплі ліпідної природи до реакції, 2 – краплі ліпідної природи під дією Судану III

Кутин, що знаходився у потовщеній зовнішній стінці верхньої та нижньої епідерми листка – кутикулі та кутинізованих залишках епідерми стебла, під дією Судану III набув рожево-помаранчевого кольору (рис. 8, 9. А–D).

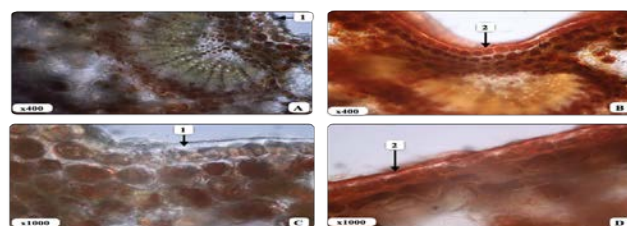


Рис. 8. Виявлення кутину на поперечному перерізі листка *Ch. umbellata*: А, С – до реакції, В, D – результат реакції. 1 – кутикула до реакції (А, В – верхня, С, D – нижня), 2 – шар кутину під дією Судану III

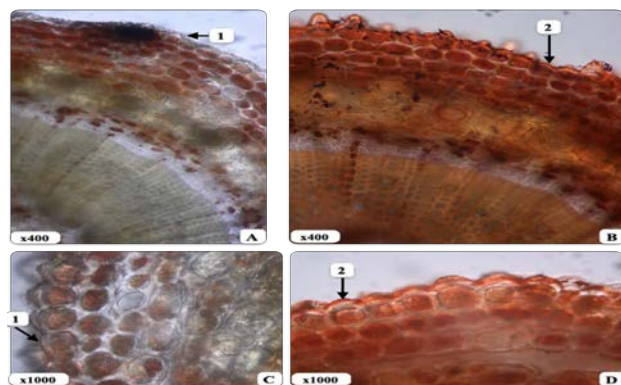


Рис. 9. Ідентифікація кутину на поперечному перерізі стебла *Ch. umbellata*: А, С – до реакції, В, D – результат реакції. 1 – кутикула до реакції (А, В – верхня, С, D – нижня), 2 – шар кутину під дією Судану III

Для підтвердження наявності та встановлення місць локалізації дубильних речовин у сировині *Ch. umbellata* були проведені реакції на зрізах епідерми листової пластинки, поперечного перерізу листка та стебла з FeCl_3 .

Дубильні речовини під дією реактиву забарвлюються в синьо-чорний колір і у нижній епідермі листка *Ch. umbellata* концентруються у пухкому мезофілі з великою кількістю крупних міжклітинників (рис. 10. В) у верхній – знаходяться у щільно розташованих однорідних клітинах мезофілу (рис. 10. D).

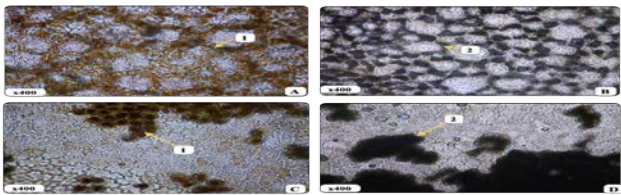


Рис. 10. Локалізація танінів у нижній А, В та верхній С, D епідермі листка *Ch. umbellata*: А, С – до реакції, В, D – результат реакції.

1 – клітини мезофілу нижньої та верхньої епідерми до реакції, 2 – результат реакції з FeCl_3

Локалізація дубильних речовин, забарвлених у синьо-чорний колір, за поперечного перерізу листка розміщується у щільній стовпчастій паренхімі, яка знаходиться під верхньою епідермою, і кількох шарах губчастої, що знаходиться нижче, а також у клітинах основної паренхіми навколо судинно-волокнистого пучка та в декількох нижніх рядах мезофілу, що прилягають до нижньої епідерми (рис. 11. А–D).

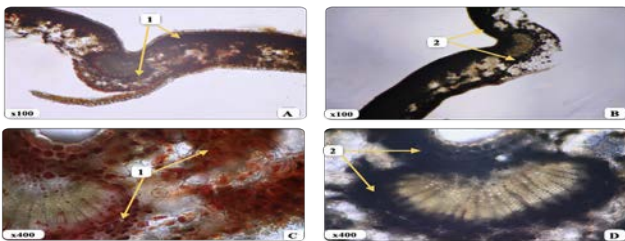


Рис. 11. Наявність танінів на поперечному перерізі листка *Ch. umbellata*: А, С – до реакції, В, D – результат реакції. 1 – мезофіл до реакції, 2 – результат реакції з FeCl_3

На поперечному розрізі стебла місця зосередження дубильних речовини синьо-чорного забарвлення розташовані в перидермі, луб'яній паренхімі й одношаровому кільці паренхімних клітин серцевини, що відділяє, таким чином, деревину від серцевини, та безпосередньо в поодиноких клітинах серцевини (рис. 12. А–D).

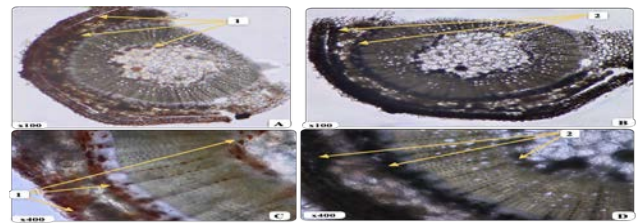


Рис. 12. Виявлення танінів на поперечному перерізі стебла *Ch. umbellata*: А, С – до реакції, В, D – результат реакції. 1 – місця потенційної концентрації дубильних речовин, 2 – результат реакції з FeCl_3

Оскільки, за літературними даними, сировина *Ch. umbellata* містить арбутин, то на встановлення місць його локалізації була проведена реакція з розведеною нітратною кислотою. Забарвлення клітин, які містили арбутин в епідермі, поперечному розрізі стебла і листка, було на початку реакції насичено-помаранчевим і швидко переходило у світло-жовте та супроводжувалося інтенсивним виділенням пухирців газу.

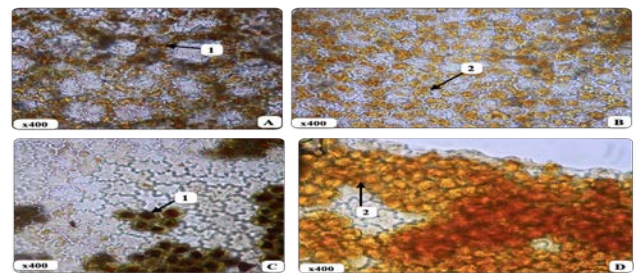


Рис. 13. Ідентифікація арбутину в нижній А, В та верхній С, D епідермі листка *Ch. umbellata*: А, С – до реакції, В, D – результат реакції. 1 – клітини мезофілу нижньої та верхньої епідерми до реакції, 2 – результат реакції з розведеною нітратною кислотою

У нижній та верхній епідермі арбутин накопичувався в клітинах стовпчастого та губчатого мезофілу (рис. 13. А–D). Дані місця локалізації арбутину прослідковувалися і за поперечного розрізу листка, а також додалася їх концентрація навколо судинно-волокнистого пучка (рис. 14. А–D).

Для поперечного перерізу стебла арбутин прослідковувався у коровій паренхімі перидерми, луб'яній паренхімі та луб'яних волокнах флоєми, а також у зовнішньому шарі основної паренхіми серцевини та наявними окремими клітинами-ідіобластами у центрі серцевини (рис. 15. А–D).

Для встановлення клітин з лігніфікованими оболонками було використано флороглюцин із концентрованою хлористоводневою кислотою, під дією

яких здерев'янілі оболонки набули яскраво-малинового забарвлення. На поперечному перерізі це шар деревини (рис. 16. A–D).

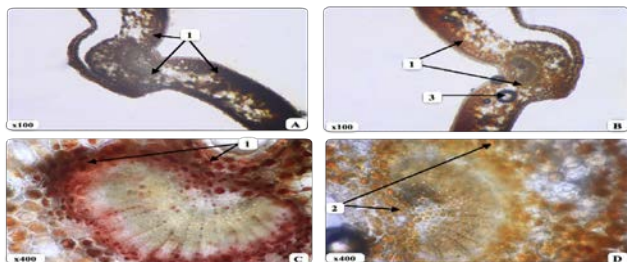


Рис. 14. Концентрація арбутину на поперечному перерізі листка *Ch. umbellata*: A, C – до реакції, B, D – результат реакції. 1 – мезофіл до реакції, 2 – результат реакції з нітратною кислотою, 3 – виділення пухирців газу внаслідок інтенсивного проходження реакції

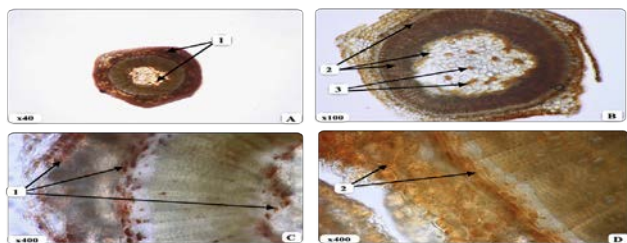


Рис. 15. Установлення місць накопичення арбутину на поперечному перерізі стебла *Ch. umbellata*: 1 – місця потенційної концентрації арбутину, 2 – результат реакції з нітратною кислотою, 3 – клітина-ідіобласт з арбутином

Висновки

Уперше проведено комплексні мікроскопічні дослідження та встановлено діагностичні ознаки трави зимолобки зонтичної:

– листок *Chimaphilla umbellata* дорзовентральний, гіпостоматичний. На поверхні як адаксіальної, так і абаксіальної епідерми виражено залягають шари кутикули;

– нижня епідерма представлена звивистостінними клітинами, які мають товсті оболонки з простими прямими порами. У ній досить щільно

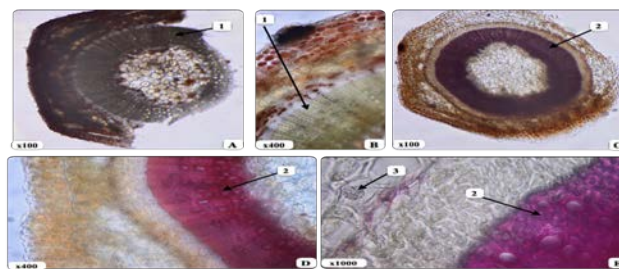


Рис. 16. Виявлення місць здерев'яніння на поперечному перерізі стебла *Ch. umbellata*: 1 – місця потенційної концентрації здерев'янілих клітин, 2 – результат реакції з флороглюцином та HCl, 3 – друза

розташовуються актиноцитні продишові апарати;

– клітини верхньої епідерми мають більш правильну видовжено-прямокутну форму з незначними звивистими вигинами. Клітинні стінки потовщені, з простими прямими порами. Біля жилок концентрується скупчення кристалів оксалату кальцію – друзи;

– стебло вкрите перидермою з неоднорідним верхнім рядом клітин, залишків епідерми, зовнішня поверхня якої має добре розвинений кутикулярний шар, типовий для ксерофільних рослин, із бородавчастими, сосочкоподібними трихомами.

Для підтвердження наявності певних біологічно активних речовин проведено низку гістохімічних реакцій: реакція із Суданом III дала позитивний результат на речовини ліпідної природи; із $FeCl_3$ визначили наявність дубильних речовин; реакцією з розведеною нітратною кислотою визначили арбутин в епідермі, поперечному розрізі стебла і листка; для встановлення клітин із лігніфікованими оболонками було використано флороглюцин із концентрованою хлористоводневою кислотою, під дією яких здерев'янілі оболонки набули яскраво-малинового забарвлення.

Одержані результати будуть використані під час стандартизації лікарської рослинної сировини та розроблення методів контролю якості на сировину.

ЛІТЕРАТУРА

Chimaphila umbellata; a biotechnological perspective on the coming-of-age prince's pine / Ali Urooj et al. *Phytochem. Rev.* 2024. Vol. 23. P. 229–244. DOI: 10.1007/s11101-023-09880-1.

Лікарські рослини : енциклопедичний довідник / відп. ред. А. М. Гродзінський. Київ : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана ; Олімп, 1992. 544 с.

Шерстюк М. Ю. Аналіз віталітетної структури ценопопуляції *Chimaphila umbellata* (L.) у лісових фітоценозах Новгород-Сіверського Полісся. *ScienceRise: Biological Science.* 2017. № 1(4). С. 40–45.

Chemical constituents of *Chimaphila japonica* Miq / Yue Yu et al. *Biochemical Systematics and Ecology.* 2021. Vol. 95. P. 104219. DOI: 10.1016/j.bse.2020.104219.

Constituents of *Chimaphila japonica* and Their Diuretic Activity / Yu Yue et al. *Molecules.* 2024. Vol. 29 (5). P. 1092. DOI: 10.3390/molecules29051092.

Фітотерапевтичні лікарські засоби з нефропротекторною активністю / О. А. Подплетня та ін. *Теоретична медицина*. 2017. № 22(1). С. 10–19.

Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols / V. Katalinic et al. *Food Chemistry*. 2006. Vol. 94 (4). P. 550–557. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.12.004.

Phenolic compounds in Plants: biogenesis and functions / L. M. Babenko et al. *Ukr. Biochem. J.* 2019. Vol. 91 (3). P. 5–18. DOI: 10.15407/ubj91.03.005.

Chimaphila umbellata extract exerts anti-proliferative effect on human breast cancer cells via RIP1K/RIP3K-mediated necroptosis / D. Neeladrisingha et al. *Phytomedicine Plus*. 2022. Vol. 2 (1). P. 3–10.

Antifungal and antioxidant activities of the phytomedicine pipsissewa, Chimaphila umbellata / J. Galván et al. *Phytochemistry*. 2008. Vol. 69 (3). P. 738–746. DOI: 10.1016/j.phytochem.2007.09.007.

Практикум з ідентифікації лікарської рослинної сировини : навчальний посібник / В. М. Ковальов та ін. Тернопіль : ТДМУ, 2014. 264 с.

Доля В. С., Книш С. Г., Мозуль В. І. Мікроскопічний та мікрохімічний аналіз лікарської рослинної сировини. Запоріжжя, 2003. 98 с.

Державна фармакопея України : у 3-х т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Харків, 2015. Т. 1. 1128 с.

REFERENCES

Urooj, A., Khan, M. M., Khan, N., Rida, T. H., Usama, H. M., Asghar, M. U., & Abbasi, B. H. (2024). Chimaphila umbellata; a biotechnological perspective on the coming-of-age prince's pine. *Phytochem. Rev.* 23, 229–244. DOI: 10.1007/s11101-023-09880-1.

Hrodzinskiy, A. M. (Red.). (1992). *Likarski roslyny: entsyklopedychnyi dovidnyk* [Medicinal plants: an encyclopedic guide]. Kyiv: Ukrainska entsyklopediia im. M. P. Bazhana: Olimp [in Ukrainian].

Sherstiuk, M. Iu. (2017). Analiz vitalitetnoi struktury tsenopopuliatsii Chimaphila umbellata (L.) u lisovykh fitotsenozakh Novhorod-Siverskoho polissia [Analysis of the vitality structure of Chimaphila umbellata (L.) coenopopulations in forest phytocenoses of the Novgorod-Siversky Polysya.]. *ScienceRise: Biological Science*, 1(4), 40–45 [in Ukrainian].

Yue, Y., Alaa, E., Xuedan, Z., Shengyu, C., Yixuan, W., Menghua, P., Yiming, W., Mei, J., Gao, L., & Mingshan, Z. (2021). Chemical constituents of Chimaphila japonica Miq. *Biochemical Systematics and Ecology*, 95, 104219. DOI: 10.1016/j.bse.2020.104219.

Yue, Y., Deri, H., Jinze, L., Chenghao, W., Yuhong, S., Mingyue, L., Xuan, H., Dongzhou, K., Jun, Z. M., Hong, C., & Mingshan, Z. (2024). Constituents of Chimaphila japonica and Their Diuretic Activity. *Molecules*, 29(5), 1092. DOI: 10.3390/molecules29051092.

Podpлетnia, O. A., Khomiak, N. V., Sokolova, K. V., Kaidash, S. P., & Khomiak, O. V. (2017). Fitoterapevtychni likarski zasoby z nefroprrotektoornoiu aktyvnistiou [Phytherapeutic drugs with nephroprotective activity]. *Teoretychna medytsyna*, 22(1), 10–19 [in Ukrainian].

Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., & Jukic, M. (2006). Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*, 94(4), 550–557. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.12.004.

Babenko, L. M., Smirnov, O. E., Romanenko, K. O., Trunova, O. K., & Kosakivska, I. V. (2019). Phenolic compounds in Plants: biogenesis and functions. *Ukr. Biochem. J.* 91(3), 5–18. DOI: 10.15407/ubj91.03.005.

Das, N., Subhashish, S., Chandrachur, G., Komal, K., Debabrata, S., & Partha, R. (2022). Chimaphila umbellata extract exerts anti-proliferative effect on human breast cancer cells via RIP1K/RIP3K-mediated necroptosis. *Phytomedicine Plus*, 2(1), 3–10.

Galván, J., Nadereh, Mir-R., Matthew, J., Monica, A., Ashkan, G., Durst, T., Philippe, P., Virginie, T. A., Teun, B., Richard, S., Cruz, I., Arnason, J. T., & Smith, M. L. (2008). Antifungal and antioxidant activities of the phytomedicine pipsissewa, Chimaphila umbellata. *Phytochemistry*, 69(3), 738–746. DOI: 10.1016/j.phytochem.2007.09.007.

Kovalov, V. M., Marchyshyn, S. M., Khvorost, O. P., Isakova, T. I., Kovalova, A. M., & Popova, N. V. (2014). *Praktykum z identyfikatsii likarskoi roslynnoi syrovyny: navch. posib* [Workshop on identification of medicinal plant raw materials: training. manual]. Ternopil: TDMU [in Ukrainian].

Dolia, V. S., Knysh, S. H., & Mozul, V. I. (2003). Mikroskopichnyi ta mikrokhimichnyi analiz likarskoi roslynnoi syrovyny [Microscopic and microchemical analysis of medicinal plant raw materials]. *Zaporizhzhia* [in Ukrainian].

ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». (2015). *Державна Фармакопея України: в 3 т.* [State Pharmacopoeia of Ukraine: in 3 volumes.]. (2-ге вид.). (Т. 1). Харків: ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів» [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 05.10.2024.

Стаття прийнята до друку 28.10.2024.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Внесок авторів:

Коврегін О.В. – ідея, дизайн дослідження, участь у написанні статті;

Махиня Л.М. – експеримент, анотації, висновки, резюме;

Владимирова І.М. – анотації, висновки, резюме.

Електронна адреса для листування з авторами:

3349366@gmail.com