



## Мікроскопічні дослідження пагонів *Salix cinerea* L. флори України

Н. В. Бородіна<sup>\*C,D</sup>, В. М. Ковальов<sup>E</sup>, О. М. Кошовий<sup>A,F</sup>, О. В. Гамуля<sup>B</sup>

Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Представники родини *Salicaceae* – цінні джерела лікарської рослинної сировини, яку здавна застосовують у народній медицині. В європейських країнах деякі види роду верба є офіційними рослинами. Саме кору верби в багатьох країнах називають природним аспірином. Відвар із кори верби використовують як протималярійний, жарознижувальний, ранозагоювальний, антисептичний, кровоспинний, в'язкий і протизапальний засіб. Рослини роду *Salix* L. відрізняються різноманітністю компонентного складу та містять комплекс біологічно активних сполук: поліфенольних сполук, фенологлікозидів, саліцилатів, флавоноїдів, гідроксикоричних кислот, ефірних олій, вітамінів, каротиноїдів, полісахаридів, мікроелементів. Кора молодих гілок різних видів роду верба, як-от *Salix purpurea* L., *Salix fragilis* L., *Salix daphnoides* Vill., включена у видання європейської фармакопеї, а з 2014 року – до Державної Фармакопеї України. Розширення сировинної бази лікарської рослинної сировини – актуальна проблема, яку можливо вирішити шляхом уведення у фармацевтичну практику систематично близьких автохтонних та інтродукованих видів верб, які поширені в Україні.

**Мета роботи** – визначення мікроскопічних діагностичних ознак пагонів верби попелястої (*Salix cinerea* L.) флори України для ідентифікації лікарської рослинної сировини.

**Матеріали та методи.** Об'єкт дослідження – сухі пагони *Salix cinerea* L. Рослинну сировину збирали у травні–серпні 2016–2018 рр. у Харківській, Закарпатській, Київській областях. Дослідження анатомічної будови пагонів верби попелястої виконали, застосовуючи методи світлової та електронної мікроскопії. Ультраструктуру поверхні епідермальної тканини листків додатково вивчали, використовуючи методи сканувальної мікроскопії.

**Результати.** Здійснили поглиблене вивчення анатомічної будови пагонів *Salix cinerea* L. і встановили основні діагностичні мікроскопічні ознаки лікарської сировини.

**Висновки.** Результати дослідження суттєво розширюють відомості щодо анатомічної будови пагонів *Salix cinerea* L. флори України та використовуватимуться під час стандартизації сировини видів родини вербові.

### Микроскопические исследования побегов ивы пепельной (*Salix cinerea* L.) флоры Украины

Н. В. Бородина, В. Н. Ковалев, О. Н. Кошевой, О. В. Гамуля

Представители семейства *Salicaceae* – ценные источники лекарственного растительного сырья, которое издавна применяется в народной медицине во многих странах мира. В европейских странах некоторые виды рода ива являются официальными растениями. Именно кору ивы во многих странах называют природным аспирином. Отвар из коры ивы используют как противомаларийное, жаропонижающее, ранозаживляющее, антисептическое, кровоостанавливающее, вяжущее и противовоспалительное средство. Растения рода *Salix* L. отличаются разнообразием компонентного состава и содержат комплекс биологически активных соединений: полифенольных соединений, фенологликозидов, салицилатов, флавоноидов, гидроксикоричных кислот, эфирных масел, витаминов, каротиноидов, полисахаридов, микроэлементов. Кора молодых ветвей разных видов рода ива, а именно *Salix purpurea* L., *Salix fragilis* L., *Salix daphnoides* Vill., включена в издания Европейской фармакопеи, а с 2014 года – в Государственную Фармакопею Украины. Расширение сырьевой базы лекарственного растительного сырья – актуальная проблема, которую возможно решить за счет введения в фармацевтическую практику систематически близких автохтонных и интродуцированных видов ив, широко распространенных в Украине.

**Цель работы** – определение микроскопических диагностических признаков побегов ивы пепельной (*Salix cinerea* L.) флоры Украины для идентификации лекарственного растительного сырья.

**Материалы и методы.** Исследование анатомического строения побегов ивы пепельной проводили с применением методов световой и электронной микроскопии. Ультраструктуру поверхности эпидермальной ткани листьев дополнительно изучали, используя методы сканирующей микроскопии.

**Результаты.** Проведено углубленное изучение анатомического строения побегов *Salix cinerea* L. флоры Украины и установлены основные диагностические микроскопические признаки лекарственного сырья.

#### ВІДОМОСТІ ПРО СТАТТЮ



<http://pharmed.zsmu.edu.ua/article/view/184189>

УДК: 615.322:582.681.81:581.4  
DOI: 10.14739/2409-2932.2019.3.184189

Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2019. – Т. 12, № 3(31). – С. 276–284

Ключові слова: *Salix cinerea* L., пагони, мікроскопічні ознаки, СЕМ.

\*E-mail: natalijaborodina@gmail.com

Надійшла до редакції: 15.08.2019 // Після доопрацювання: 28.08.2019 // Прийнято до друку: 04.09.2019

**Выводы.** Результаты исследования значительно расширяют сведения об анатомическом строении побегов *Salix cinerea* L. флоры Украины и будут использованы при стандартизации сырья видов семейства ивовые.

**Ключевые слова:** *Salix cinerea* L., побеги, микроскопические признаки, СЭМ.

**Актуальные вопросы фармацевтической и медицинской науки и практики. – 2019. – Т. 12, № 3(31). – С. 276–284**

### Microscopic research of shoots of the *Salix cinerea* L. of Ukrainian flora

N. V. Borodina, V. M. Kovalov, O. M. Koshovyi, O. V. Hamulia

Representatives of the *Salicaceae* family are valuable sources of medicinal plant material that has been used in traditional medicine in many countries around the world. In European countries, some willow species are official plants. It is the bark of willow in many countries called natural aspirin. The decoction of the willow bark is used as an antimalarial, antipyretic, wound healing, antiseptic, hemostatic, astringent and anti-inflammatory agent. Plants of the genus *Salix* L. have a variety of component composition and contain a complex of biologically active compounds: primarily polyphenolic compounds, phenol glycosides, salicylates, flavonoids, hydroxycoric acids, essential oils, vitamins, carotenoids, polysaccharides. The bark of young branches of different willow species, including *Salix purpurea* L., *Salix fragilis* L., *Salix daphnoides* Vill., have been included in the edition of the European Pharmacopoeia and since 2014 to the State Pharmacopoeia of Ukraine. Expanding the raw material base of medicinal plant raw materials is an urgent problem that can be solved through the introduction into the pharmaceutical practice of systematically close autochthonous and introduced willow species widespread in Ukraine.

**The purpose of this work** is the determination of microscopic diagnostic features of the willow goat (*Salix cinerea* L.) shoots of Ukrainian flora for the plant material identification.

**Materials and methods.** The object of the study was dry shoots of *Salix cinerea* L. Vegetable raw materials were collected in May–August 2016–2018 in Kharkiv, Zakarpattia and Kyiv region of Ukraine.

The study of the anatomical structure of goat willow shoots was performed using the methods of light and electron microscopy. The ultrastructure of the epidermal leaf tissue surface was further studied using scanning microscopy techniques.

**Results.** An in-depth study of the anatomical structure of the shoots of *Salix cinerea* L. has been carried out and the main diagnostic macro- and microscopic features of perspective medicinal raw materials have been established.

**Conclusions.** The obtained results significantly expand information on the anatomical structure of shoots of *Salix cinerea* L. flora of Ukraine and could be used in the standardization of raw materials of species of the family Willow.

**Key words:** *Salix cinerea* L., shoots, microscopic features, SEM.

**Current issues in pharmacy and medicine: science and practice 2019; 12 (3), 276–284**

До перспективних джерел лікарської рослинної сировини належать види роду верба (*Salix*) сімейства вербові (*Salicaceae*), які поширені у флорі України, мають великі сировинні запаси та здавна застосовуються в народній медицині в багатьох країнах світу. Давні слов'яни вважали вербу священним деревом, символом безперервності життя. Освячена верба і нині користується великою пошаною серед українців, їй приписують магічну силу [7]. У деяких країнах Європи, Азії та в Північній Америці види роду верба – офіційні рослини. Кора молодих гілок різних видів роду верба, як-от *Salix purpurea* L., *Salix fragilis* L., *Salix daphnoides* Vill., включена у видання європейської фармакопеї [14,19], а з 2014 року – до Державної Фармакопеї України [5].

Верби – один із найбільших родів деревних порід помірного клімату. За різними даними, у світі їх нараховують 350–600 видів. Згідно з науковим даними, природно в Україні зростають майже 25 видів роду *Salix* [8], що належать до 3 підродів і 16 секцій. У Карпатах зосереджена найбільша кількість автохтонних видів верб [10,22].

Одним із найпоширеніших чагарникових видів в Україні є верба попеляста. Верба попеляста (*Salix cinerea* L., ива пепельная, Grey willow; родина Вербові – *Salicaceae*, належить до підроду *Vetrix*, секції *Vetrix*, підсекція *Laeves*) – дводомна рослина родини вербових. Сірий, густоопушений

кущ 3–6 м заввишки. Деревина під корою – з частими валиками до 15–30 мм завдовжки. Листки чергові, дуже опушені, зверху сірувато-зелені, зісподу – сірувато-повстисті, 4–12 см завдовжки, подовжено ланцетні або подовжено яйцеподібні, коротко загострені, пилчасті або майже цілокраї, з дуже випнутими 10–16 парами бічних жиллок. Бруньки та молоді пагони також укриті сіруватим пушком. Квіти верби попелястої одностатеві, зібрані у великі сережки без опушення. Верба попеляста має маточкові й тичинкові квітки з редукованою оцвітиною. Вони зібрані в сережки. Кожна квітка сидить у пазусі волосистої приквіткової луски. Сережки великі, тичинкові – яйцеподібної форми, маточкові – циліндричні, повислі (до 6 см). Цвіте в березні–квітні, до появи листя. Плід – коробочка. Насінина волосиста. Верба попеляста має цікаву особливість – запасні «сплячі» бруньки. Якщо гілка пошкоджена, вони розпускаються та перетворюються у укриті листками пагони. Життєздатними такі бруньки можуть залишатися дуже довго, а розпускаються, коли гілку або стовбур зламати. Росте майже по всій території України. Цей високий гіллястий кущ часто утворює суцільні зарості на вологих луках, болотах, у вологих лісах. Вирощують як фітомеліоративну рослину [8,10].

За даними наукової літератури, препарати кори верби мають широкий спектр терапевтичних властивостей:

аналгетичну, антимікробну [18,19], знеболувальну, заспокійливу, седативну, протизапальну, жарознижувальну [17,18], потогінну, протималярійну, антисептичну, кровоспинну, в'язку та ранозагоювальну [18]. Перспективність використання лікарських рослин у медичній практиці зазвичай оцінюють за їхнім хімічним складом і фармакологічними властивостями. Увагу приділяли дослідженню біологічно активних речовин рослин роду верба. Раніше встановлено, що вони містять різні класи природних сполук: фенологікозиди [2,14,23], леткі сполуки [21,22], вуглеводи, амінокислоти, макро- та мікроелементи, ліпофільні сполуки [11,19]. Відомості фахової літератури вказують на переважання в хімічному складі сполук фенольної природи [1,14] (фенолоспирти, гідроксикоричні та гідроксибензойні кислоти, кумарини, флавоноїди, дубильні речовини) [2,12]. Здійснили дослідження з визначення летких [20] і фенольних сполук листя *Salix cinerea* L. [2]. Також методом GC/MS вивчили леткі сполуки та карбонові кислоти *Salix caprea* L. [1] і *Salix rosmarinifolia* L. [24], *Salix myrsinifolia* Salisb. [25]. Визначили елементний склад деяких видів верб флори України [11].

Як показує досвід, впровадження в медичну практику нових видів лікарської рослинної сировини і важливим етапом фармакогностичної експертизи залишається мікроскопічний аналіз [4,13,15]. Анатомічна будова видів роду верба досліджена недостатньо. Оpubліковані матеріали вивчення морфолого-анатомічної будови кори та пагонів верби білої, верби тритичинкової та верби пурпурової. Є дані щодо анатомічного опису кори верби вавилонської. Раніше було здійснене вивчення морфолого-анатомічної будови пагонів *Salix caprea* L. флори України [3,22].

Розширення сировинної бази рослин родини *Salicaceae* – актуальна проблема, яку можна вирішити шляхом уведення в фармацевтичну практику систематично близьких автохтонних [9,22] та інтродукованих видів верб, що поширені в Україні.

## Мета роботи

Визначення мікроскопічних діагностичних ознак пагонів верби попелястої (*Salix cinerea* L.) флори України для ідентифікації рослинної сировини.

## Матеріали і методи дослідження

Об'єкт дослідження – сухі пагони *Salix cinerea* L. Рослинну сировину збирали у 2016–2018 рр. у Харківській (зразки сировини заготовлені в ботанічному саду Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна та в ботанічному саду Національного фармацевтичного університету, м. Харків), Закарпатській (зразки сировини заготовлені над річкою Тиса біля с. Стеблівка Хустського району Закарпатської області) та Київській (зразки сировини з колекції верб Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України) областях країни. Пагони 1 року збирали в період завершення повного розвитку

асиміляційної системи (червень–липень), щонайменше з трьох різних дерев і формували об'єднаний зразок. Усі зразки підтверджували, використовуючи експертний висновок канд. біол. наук, завідувача кафедри ботаніки та екології рослин, куратора Гербарію ХНУ імені В. Н. Каразіна Ю. Г. Гамулі.

Виготовлення та дослідження мікропрепаратів проводили за методиками, які детально викладені у статтях ДФУ [6]. Для мікроскопічних досліджень використовували рослинну сировину, фіксовану в суміші гліцерин – етанол – вода (1:1:1) і повітряно-суху сировину. Освітлення мікроскопічних препаратів здійснювали нагріванням зразків протягом 2–3 хвилин у 3–5 % водному розчині натрію гідроксиду, не допускаючи зайвого розм'якшення. Після кип'ятіння матеріал промивали 2–3 рази дистильованою водою та готували препарат листя, пагонів із поверхні, поперечного зрізу та здрібноної на порошок сировини [5,12] у розчині хлоралгідрату. Діагностичні мікроскопічні ознаки фіксували за допомогою мікроскопа «Granum» при збільшенні  $\times 40$ ,  $\times 100$ ,  $\times 400$  разів. Фотознімки робили за допомогою фотоапарата Sony DSC-W80 [12,22].

Ознаки деяких морфологічних структур сировини вивчали, порівнюючи з фармакопейною статтею «Верби кора» [5,17]. Під час мікроскопічного дослідження лікарської рослинної сировини звертали увагу на діагностичні елементи стебла верби, структуру клітин епідермісу, наявність, кількість, тип продихів, характеристику волосків і залозок, тип листової пластинки.

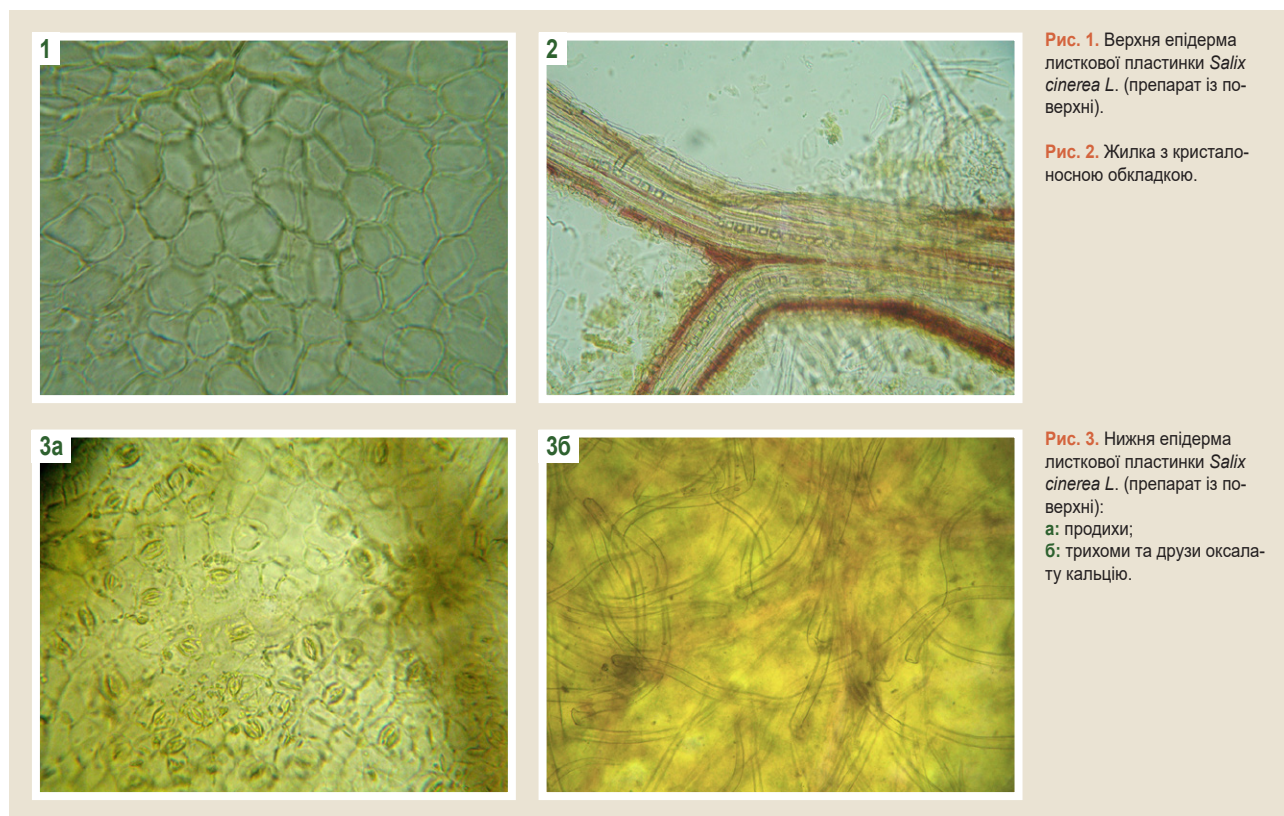
Ультраструктуру поверхні епідермальної тканини листків додатково вивчали, використовуючи методи сканувальної мікроскопії. Відбирали непошкоджені фрагменти листків рослин, потім фіксували на латунному столику й напилювали тонким шаром золота та платини у вакуумній установці. Ультраструктуру поверхні листових пластинок вивчали за допомогою SEM JSM-6060 LA. Мікроструктуру поверхні листків описували згідно з термінологією, що узагальнена у працях [16,22].

## Результати та їх обговорення

Результати анатомічного дослідження пагонів *Salix cinerea* L. наведені на рис. 1–15. Листкова пластинка дорзовентрального типу будови, гіпостоматична.

Верхня епідерма представлена багатокутними клітинами, здебільшого майже округлими, з рівномірно потовщеними оболонками (рис. 1). З адаксіального боку листової пластинки продихи відсутні. Прості одноклітинні трихоми наявні тільки вздовж жилок, дуже рідко. Епідерма над жилкою дрібноклітинна. Над жилками клітини видовжені, вздовж жилки переважно прозенхімні прямостійні. Жилка з кристалоносною обкладкою (рис. 2).

Нижня епідерма має чималу кількість продихів. Тип продихового апарату – парацитний. Клітини нижньої епідерми значно менші за розміром, ніж клітини верхньої епідерми (рис. 3). Оболонки клітин нижньої епідерми



**Рис. 1.** Верхня епідерма листової пластинки *Salix cinerea* L. (препарат із поверхні).

**Рис. 2.** Жилка з кристалоносною обкладкою.

**Рис. 3.** Нижня епідерма листової пластинки *Salix cinerea* L. (препарат із поверхні):  
а: продихи;  
б: трихоми та друзи оксалату кальцію.

прямі. Нижня епідерма рясно вкрита трихомами. Трихоми прості, одноклітинні, тонкостінні, з загостреною верхівкою.

**Ультраструктура поверхні.** Адаксіальна поверхня листової пластинки *Salix cinerea* L. ямчаста (рис. 4). Проекції та обриси епідермальних клітин варіюють: над мезофілом виявлені ізодіаметричні клітини з прямокутними проекціями та прямими обриси, в області провідних пучків – з витягнутими проекціями та прямими обриси. Антиклінальні стінки клітин епідерми потовщені. Межі клітин чіткі. Зовнішні периклінальні стінки клітин епідерми плоскі. Кутикула добре розвинена. Опушення просте, сформоване дуже довгими простими трихомами. На адаксіальній поверхні листової пластинки наявний добре розвинений епікутикулярний віск, який представлений потужними кірками та нерівнокраїми пластинками. Кутикула гладка, добре розвинена.

Дослідження ультраструктури абаксіальної поверхні (рис. 5) показало: нижня епідерма характеризується наявністю продихів, що знаходяться на одному рівні з основними епідермальними клітинами, неорієнтовані своєю довшою віссю вздовж середньої жилки листка. Наявне густе опушення, що сформоване простими трихомами. Кутикула добре розвинена. Епікутикулярний віск представлений повздовжньо-агрегованими родлетами.

Отже, в дослідженого виду *Salix cinerea* L. абаксіальна поверхня чітко відрізняється від адаксіальної. У результаті вивчення ультраструктури поверхні листка *Salix cinerea* L. виявили діагностичні мікроморфологічні

ознаки: тип рельєфу поверхні, тип та орієнтація кристалів воску, тип трихом, розміщення продихів відносно рівня основних епідермальних клітин, що мають значення для розроблення сучасних методик контролю якості.

На поперечному зрізі листкова пластинка дорзовентральна (рис. 6).

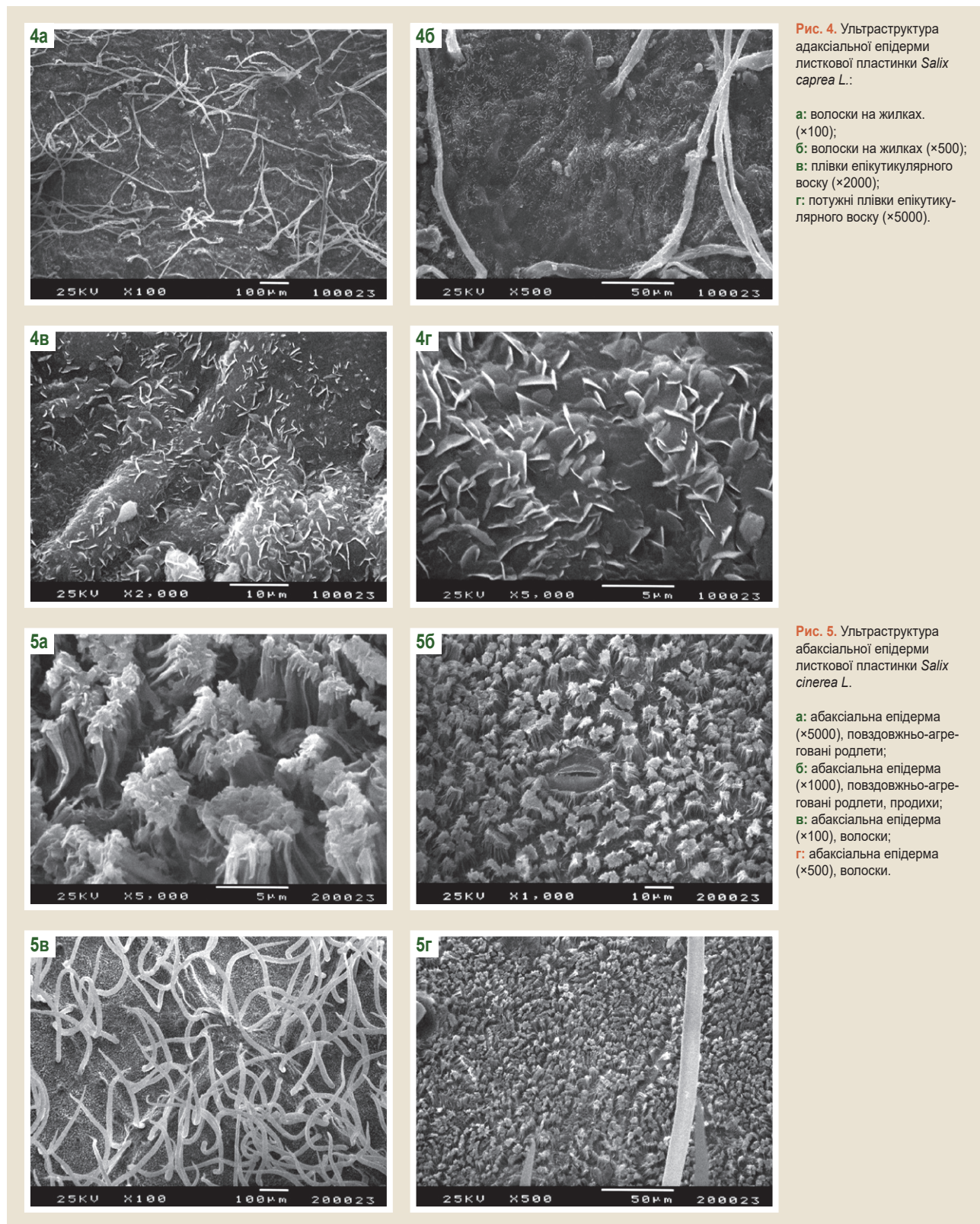
Під верхньою епідермою наявний шар клітин гіподерми, який не так добре виражений, як, наприклад, у верби козячої [19]. Мезофіл складається з клітин, що розташовані дуже щільно. В мезофілі наявні ідіобласти з друзами. Палісадна паренхіма двошарова, клітини верхнього шару значно витягнуті. Клітини губчатої паренхіми розміщені щільно, міжклітинники майже відсутні, клітини мають трохи прямокутну форму.

Центральна жилка рясно вкрита трихомами, виступає з обох боків (рис. 7). З адаксіального боку виступ має округло-трикутну форму, утворений коленхімою.

Центральна жилка на поперечному зрізі однопучкова (рис. 7). Субепідермальний шар представлений кутовою коленхімою. Основна паренхіма центральної жилки складається з великих паренхімних клітин, в яких є друзи, поодинокі кристали.

Ксилема провідного пучка складається зі спіральних судин. Серцевинні промені однорядні. Флоема дрібноклітинна. З зовнішнього боку флоєми розташовані окремі ділянки механічних волокон. У клітинах флоєми є друзи. Судинно-волокнисті пучки мають кристалоносну обкладку (рис. 2).

Черешок рясно вкритий трихомами (рис. 9). Клітини епідерми дрібні, паренхімні, часто прямокутної форми.



**Рис. 4.** Ультраструктура адаксіальної епідерми листкової пластинки *Salix caprea* L.:  
 а: волоски на жилках. (×100);  
 б: волоски на жилках (×500);  
 в: плівки епікутикулярного воску (×2000);  
 г: потужні плівки епікутикулярного воску (×5000).

**Рис. 5.** Ультраструктура абаксіальної епідерми листкової пластинки *Salix cinerea* L.  
 а: абаксіальна епідерма (×5000), поздовжньо-агреговані родлети;  
 б: абаксіальна епідерма (×1000), поздовжньо-агреговані родлети, прориди;  
 в: абаксіальна епідерма (×100), волоски;  
 г: абаксіальна епідерма (×500), волоски.

Біля основи черешок має трикутно-серпоподібну, дещо ребристу форму. Наявні 3 провідні пучки. Біля листкової подушечки черешок має округло-трикутну форму (рис. 9). У середній частині черешок має округлу форму. З трьох пучків утворюється центральний провідний пучок. Під

епідермою (на поперечному зрізі) розташована кутова коленхіма – 3–4 шари. Основна паренхіма крупноклітинна, у клітинах є друзи. У шарі паренхіми з верхнього боку черешка – великі міжклітинники. Анатомічна будова черешка аналогічна будові центральної жилки (рис. 9).



Рис. 6. Поперечний зріз листової пластинки *Salix cinerea* L.

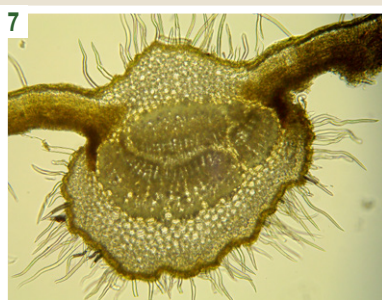


Рис. 7. Центральна жилка листової пластинки *Salix cinerea* L. (на поперечному зрізі).

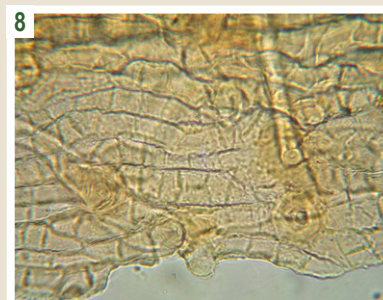


Рис. 8. Епідерма черешка листя *Salix cinerea* L. (препарат із поверхні).

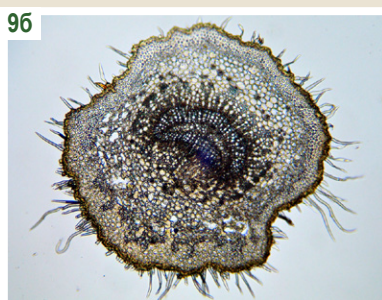


Рис. 9. Черешок листя *Salix cinerea* L. (на поперечному зрізі): а: верхня частина; б: середня частина; в: частина листової подушечки.

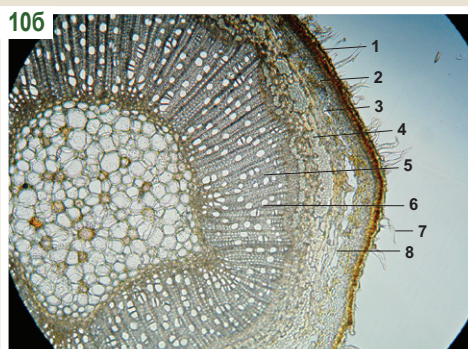


Рис. 10. *Salix cinerea* L. першого року (на поперечному зрізі): а: округлої форми; б: анатомічна будова пагона: 1 – епідерміс; 2 – коленхіма; 3 – міжклітинники; 4 – склеренхіма; 5 – ксилема; 6 – серцевинні промені; 7 – трихоми; 8 – паренхіма первинної кори з великими міжклітинниками.

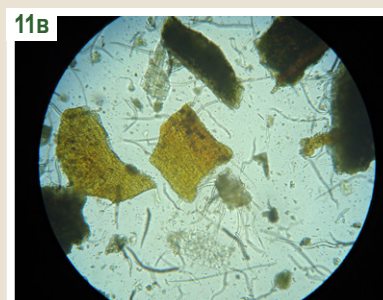
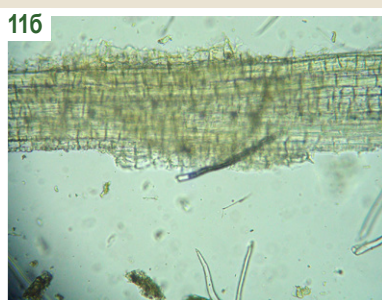


Рис. 11. Елементи порошку пагонів *Salix cinerea* L.: а: прості волоски, фрагменти мезофілу листа; б: луб'яні волокна, волоски; в: фрагменти кірки, окремі прості волоски.

Протягом мікроскопічних досліджень звертали увагу на діагностичні елементи пагонів і клітин епідермісу, тип листової пластинки, наявність і тип продихів, характеристику волосків.

Результати дослідження підтвердили, що пагони *Salix cinerea* L. мають характерну будову стебла для рослин родини вербові.

Пагін на поперечному зрізі у верхній частині має округлу, дещо ребристу форму (рис. 10). Пагін покритий простими довгими одноклітинними волосками з тонкими стінками. Під епідермою розташовані до 6 шарів пластинчастої коленхіми. Паренхіма первинної кори – пухка, з великими міжклітинниками (рис. 10). Клітини мають хлоропласти, також наявні друзи. Волокна первинного

лубу у групах різного розміру, кількість клітин різна. Зі зростанням гілки ділянки лубу зливаються в кільце лубу. Ксилема має вигляд кільця. Клітини паренхіми ксилеми тонкостінні. Серцевинні промені однорядні. Клітини серцевини тонкостінні, багатокутні.

Діагностичні ознаки порошку пагонів *Salix cinerea L.* (рис. 11): фрагменти епідерми з волосками, окремі волоски, ділянки спіралеподібних судин, фрагменти мезофіла листа, фрагменти провідних пучків із кристалоносною обкладкою, паренхіма з друзами, волокна ксилеми, фрагменти кірки, волокна флоєми (рис. 11).

## Висновки

Здійснили поглиблене вивчення анатомічної будови та встановили основні діагностичні ознаки пагонів *Salix cinerea L.*:

1. Пагін на поперечному зрізі має округлу форму, покритий простими довгими одноклітинними волосками з тонкими стінками, під епідермою розташовані до 6 шарів пластинчасто-кутової колєнхіми, паренхіма первинної кори пухка, з великими міжклітинниками, наявні друзи, волокна первинного лубу у групах різного розміру, ксилема у вигляді кільця, судини пористі, серцевинні промені однорядні.

2. Листкова пластинка дорзовентрального типу будови, гіпостоматична.

3. Верхня епідерма багатокутна, з рівномірно потовщеними оболонками, з верхнього боку листкової пластинки продихи відсутні, прості одноклітинні волоски є тільки в жилках.

4. Нижня епідерма має чималу кількість продихів, тип продихового апарату – парацитний, клітини нижньої епідерми менші за розміром, ніж клітини верхньої епідерми, рясно вкрита волосками, які прості, одноклітинні, тонкостінні, з загостреною верхівкою.

5. Кристалічні включення кальцію оксалату представлені друзами і призматичними кристалами, розташованими вздовж жилок (кристалоносна обкладка).

6. У порошку сировини є фрагменти епідерми з волосками, окремі волоски, ділянки спіралеподібних судин, фрагменти мезофілу листа, фрагменти провідних пучків із кристалоносною обкладкою, паренхіма з друзами, волокна ксилеми, фрагменти кірки, волокна флоєми.

7. Отримані дані дають можливість здійснювати ідентифікацію сировини *Salix cinerea L.*

8. Уперше за допомогою сканувального електронного мікроскопа досліджена ультраструктура поверхні епідерми листків *Salix cinerea L.*

9. Результати суттєво розширюють відомості щодо анатомічної будови пагонів *Salix cinerea L.* і використовуватимуться під час стандартизації сировини видів родини *Salicaceae*.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у продовженні фармакогностичних досліджень пагонів *Salix cinerea L.*

## Подяка

Автори висловлюють подяку за сприяння провідному науковому співробітнику відділу дендрології, куратору ділянки «Вологолюбні рослини» НБС імені М. М. Гришка НАН України д-р біол. наук О. М. Горелову.

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

**Conflicts of interest:** authors have no conflict of interest to declare.

## Відомості про авторів:

Бородіна Н. В., канд. фарм. наук, доцент каф. фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна. ORCID ID: 0000-0003-1217-7420

Ковальов В. М., д-р фарм. наук, професор каф. фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна. ORCID ID: 0000-0001-7852-7783

Кошовий О. М., д-р фарм. наук, професор, зав. каф. фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна. ORCID ID: 0000-0001-9545-8548

Гамуля О. В., канд. фарм. наук, старший викладач каф. фундаментальної та мовної підготовки, Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна.

## Сведения об авторах:

Бородина Н. В., канд. фарм. наук, доцент каф. фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет, г. Харьков, Украина.

Ковалев В. Н., д-р фарм. наук, профессор кафедры фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет, г. Харьков, Украина.

Косовой О. Н., д-р фарм. наук, профессор, зав. каф. фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет, г. Харьков, Украина.

Гамуля О. В., канд. фарм. наук, старший преподаватель каф. фундаментальной и языковой подготовки, Национальный фармацевтический университет, г. Харьков, Украина.

## Information about authors:

Borodina N. V., PhD, Associate Professor, Department of Pharmacognosy, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine.

Kovalov V. M., PhD, DSc, Professor, Department of Pharmacognosy, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine.

Koshovyi O. M., PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pharmacognosy, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine.

Hamulia O. V., PhD, Senior Lecturer, Department of Fundamental and language training, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine.

## Список літератури

- [1] Бородіна Н. В., Ковалев В. Н. Сравнительный анализ фенольных соединений побегов *Salix caprea L.*, *Salix purpurea L.*, *Salix viminalis L.* флоры Украины. *Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты* : сб. материалов IX Междунар. симпозиума. Москва, 2015. С. 27-33.
- [2] Бородіна Н. В. Фенольні сполуки *Salix cinerea L.* *Развитие науки в XXI веке* : сб. ст. XIV междунар. науч.-практ. конф. Харьков : Знание, 2017. Ч. 2. С. 66-74.
- [3] Бородіна Н. В., Ковальов В. М., Кошовий О. М. Дослідження ультраструктури поверхні листків 23 видів родини Вербові флори України. *Сучасна фармація: історія, реалії та перспективи розвитку* : матеріали наук.-практ. конф. з міжнар. участю. В 2-х т. Харків : НФаУ, 2019. Т. 1. С. 271-272.
- [4] Дослідження анатомічних діагностичних ознак сировини деяких видів роду *Agastache* як показників якості при стандартизації / І. О. Гуртовенко та ін. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2018. Т. 11. № 2. С. 230-237. doi: 10.14739/2409-2932.2018.2.133179
- [5] Державна Фармакопея України : в 3 т. / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-ге вид. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 3. С. 263-265.

- [6] Державна Фармакопея України : в 3 т. / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-ге вид. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.
- [7] Іщук Л. П. Верба в етнокультурних традиціях і звичаях українців. *Етноботанічні традиції в агрономії, фармації та садовому дизайні* : матеріали міжнар. наук. конф. Умань : Соцінський М. М., 2018. С. 100-108.
- [8] Іщук Л. П. Рід *Salix* L. в Україні. *Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова»*. 2015. Т. 17. С. 35-43.
- [9] Корнілова О. О., Макарова О. Є. Сучасні проблеми стандартизації лікарської рослинної сировини. *Управління якістю в фармації* : матер. IX наук.-практ. конф. Харків : НФаУ, 2015. С. 64-65.
- [10] Недосеко О. И. Бореальные виды ив подродов *Salix* и *Vetrix*: онтоморфогенез и жизненные формы : монография. Нижний Новгород: Изд. Нижегородского государственного университета, 2014. 426 с.
- [11] Бородина Н. В., Ковальов В. М. Мінеральний склад деяких видів родини Salicaceae. *Збірник наукових праць спієробітників НМАПО ім. П.Л. Шупика*. Київ. 2018. Вип. 29. С. 180-185.
- [12] Практикум з ідентифікації лікарської рослинної сировини : навч. посіб. / за ред. В. М. Ковальова, С. М. Марчишин. Тернопіль : Укрмедкнига, 2014. 264 с.
- [13] Мікроскопічні дослідження лікарської рослинної сировини деревю блідо-жовтого / Смоїловська Г. П. та ін. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2019. Т. 12. № 1. С. 25-30. doi: 10.14739/2409-2932.2019.1.158984
- [14] Фролова О. О., Компанцева Е. В., Дементьева Т. М. Биологически активные вещества растений рода Ива (*Salix* L.). *Pharmacy & Pharmacology*. 2016. Т. 4. № 2. С. 41-59. doi: 10.19163/2307-9266-2016-4-2(15)-41-59
- [15] Хортецька Т. В., Смоїловська Г. П. Мікроскопічні дослідження подорожника великого та подорожника середнього при ідентифікації лікарської рослинної сировини. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2017. Т. 10. № 1. С. 54-59. doi: 10.14739/2409-2932.2017.1.93439
- [16] Plant Surfaces: Structures and Functions for Biomimetic Innovations. / W. Barthlott, M. Mail, B. Bhushan, K. Koch, *Nano-Micro Letters*. 2017. Vol. 9. Issue 23. doi: 10.1007/s40820-016-0125-1
- [17] European Pharmacopoeia. *Council of Europe* : Strasbourg. 2010.
- [18] Investigation of anti-inflammatory and invitro antioxidant activities of hydroalcoholic extract of bark of *Salix tetrasperma* Roxb / Kishore R. et al. *Int. J. Pharm. Anal.* 2014. Vol. 2. Issue 5. P. 506-509.
- [19] Valorisation of bark lipophilic fractions from three Portuguese *Salix* species: A systematic study of the chemical composition and inhibitory activity on *Escherichia coli* / Ramos P. et al. *Industrial Crops And Products*. 2019. Vol. 132. P. 245-252. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.02.028
- [20] Golub V. I., Borodina N. V. Phytochemical research of *Salix cinerea* L. *Актуальні питання створення нових лікарських засобів* : тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та студентів. Харків, 2015. С. 66.
- [21] Borodina N. Research of volatile compounds from *Salix cinerea* L. *Oxford Review of Education and Science*. 2016. Vol. 5. Issue 1. P. 468-473.
- [22] Study of the morphologo-anatomic signs of shoots of the *Salix caprea* L. of Ukrainian flora / N. Borodina, V. Kovalyov, O. Koshoviy, O. Gamulya. *Scienciserise: Pharmaceutical Science*. 2019. Vol. 4. Issue 20. P. 34-44. doi: 10.15587/2519-4852.2019.178319
- [23] Sulima P., Krauze-Baranowska M., Przyborowski J. Variations in the chemical composition and content of salicylic glycosides in the bark of *Salix purpurea* from natural locations and their significance for breeding. *Fitoterapia*. 2017. Vol. 118, P. 118-125. doi: 10.1016/j.fitote.2017.03.005
- [24] Borodina N., Koshoviy O., Kovalyov V. The chromatography-mass spectrometry study of *Salix rosmarinifolia* L. *Азербайджанский фармацевтический и фармакотерапевтический журнал*. 2016. № 2. С. 15-20.
- [25] The study of *salix myrsinifolia* Salisb. Leaves by the gc/ms method / N. V. Borodina, V. N. Kovalyov, O. N. Koshoviy, A. A. Stremoukhov. *Science and phactice 2018* : book of abstracts the 9th international conference of Pharmacy Science and practice. Kaunas, 2018. P. 105.
- [1] Borodina, N. V., & Kovalev, V. N. (2015). Sravnitelnyj analiz fenolnykh soedinenij pobegov *Salix caprea* L., *Salix purpurea* L., *Salix viminalis* L. flory Ukrainy [Comparative analysis of phenolic compounds of *Salix caprea* L., *Salix purpurea* L., *Salix viminalis* L. shoots in Ukrainian flora]. *Phenolic compounds: Fundamental and applied aspects: Proceedings of the IX International symposium*. (pp. 27-33). Moscow. [in Russian].
- [2] Borodina, N. V. (2017). Fenolni spoluky *Salix cinerea* L. [Phenolic compounds of *Salix cinerea* L.]. *The development of science in the 21st century* : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. (pp. 66-74). Kharkiv. [in Ukrainian].
- [3] Borodina, N. V., Kovalov, V. M., & Koshoviy, O. M. (2019). Doslidzhennia ultrastruktury poverkhni lystkiv 23 vydiv rodyni Verbovi flory Ukrainy [Ultrastructure investigation of the leaf surface of 23 species of the Willow family in Ukrainian flora]. *Modern pharmacy: history, realities and prospects of development*. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. (Vol. 1 pp. 271-272). Kharkiv. [in Ukrainian].
- [4] Hurtovenko, I. O., Konovalova, O. Yu., Scherbakova, O. F., Menshova, V. O., & Hudzenko, O. I. (2018). Doslidzhennia anatomicnykh diahnostychnykh oznak syrovyny deiakykh vydiv rodu Agastache yak pokaznyky yakosti pry standartyzatsii [The study of anatomical diagnostic signs of raw material of some Agastache species as quality indicators for standardization]. *Current issues in pharmacy and medicine: science and practice*, 11(2), 230-237. doi: 10.14739/2409-2932.2018.2.133179 [in Ukrainian].
- [5] (2014). *Derzhavna Farmakopeya Ukrainy [The State Pharmacopoeia of Ukraine]*. Kharkiv. Vol. 3. pp. 263-265. [in Ukrainian].
- [6] (2015). *Derzhavna Farmakopeya Ukrainy [The State Pharmacopoeia of Ukraine]*. Kharkiv. Vol. 1. P. 1128. [in Ukrainian].
- [7] Ishchuk, L. P. (2018). Verba v etnokulturnykh tradytsiyakh i zvychiaiah ukrainsiv [Willow in Ukrainian Ethnocultural Traditions and Customs]. *Ethnobotanical traditions in agronomy, pharmacy and garden design: Proceedings of the International Scientific Conference*. (pp. 100-108). Uman. [in Ukrainian].
- [8] Ishchuk, L. P. (2015). Rid *Salix* L. v Ukraini [Genus *Salix* L. in Ukraine]. *News of the Askania-Nova Biosphere Reserve*, 17, 35-43. [in Ukrainian].
- [9] Kornilova, O. O., & Makarova, O. Ye. Suchasni problemy standartyzatsii likarskoi roslynnoi syrovyny [Modern standardization problems of medicinal plant raw materials]. *Quality Management in Pharmacy: Proceedings of the Scientific and Practical Conference*. (pp. 64-65). Kharkiv. [in Ukrainian].
- [10] Nedoseko, O. I. (2014). Borealnye vidy iv podrodov *Salix* i *Vetrix*: ontomorfogenez i zhiznennye formy [Boreal willow species of the subgenera *Salix* and *Vetrix*: ontomorphogenesis and life forms]. Nizhny Novgorod. [in Russian].
- [11] Borodina, N. V., & Kovalov, V. M. (2018). Mineralnyi sklad deiakykh vydiv rodyni Salicaceae. [Mineral composition of some species of the family Salicaceae]. *Collection of scientific works of staff members of NMAPE*. (Vol. 29 pp. 180-185). Kyiv. [in Ukrainian].
- [12] Kovalov, V. M., & Marchyshyn, S. M. (Eds) (2014). *Praktykum z identyfikatsii likarskoi roslynnoi syrovyny [Workshop on the identification of medicinal plant raw materials]*. Ternopil. [in Ukrainian].
- [13] Smoilovska, H. P., Yerenko, O. K., Khortetska, T. V., Duiun, I. F., & Mazulin O. V. (2019). Mikroskopichni doslidzhennia likarskoi roslynnoi syrovyny dereviiu blido-zhovtoho [Microscopic research of medicinal plant raw material of *Achillea ochroleuca* Ehrh]. *Current issues in pharmacy and medicine: science and practice*, 12(1), 25-30. doi: 10.14739/2409-2932.2019.1.158984 [in Ukrainian].
- [14] Frolova, O. O., Kompanceva, E. V., & Dementeva, T. M. (2016). Biologicheski aktivnye veshchestva rastenij roda Iva (*Salix* L.) [Biologically active plant substances of the genus Willow (*Salix* L.)]. *Pharmacy & Pharmacology*, 4(2), 41-59. doi: 10.19163/2307-9266-2016-4-2(15)-41-59 [in Russian].
- [15] Khortetska, T. V., & Smoilovska H. P. (2017). Mikroskopichni doslidzhennia podorozhnyka velykoho ta podorozhnyka serednoho pry identyfikatsii likarskoi roslynnoi syrovyny [Microscopic research on *Plantago major* L. and *Plantago media* L. in identification of medicinal plant-based raw material]. *Current issues in pharmacy and medicine: science and practice*, 10(1), 54-59. doi: 10.14739/2409-2932.2017.1.93439 [in Ukrainian].
- [16] Barthlott, W., Mail, M., Bhushan, B., & Koch, K. (2017). Plant Surfaces: Structures and Functions for Biomimetic Innovations. *Nano-Micro Letters*, 9(23). doi: 10.1007/s40820-016-0125-1
- [17] Council of Europe. (2010). *European Pharmacopoeia*. Strasbourg.



- [18] Kishore, N., Mangilal, T., Anjaneyulu, N., Abhinayani, G., & Sravya, N. (2014) Investigation of anti-inflammatory and invitro antioxidant activities of hydroalcoholic extract of bark of *Salix tetrasperma* Roxb. *Int. J. Pharm. Anal.*, 2(5), 506-509.
- [19] Ramos, P., Moreirinha, C., Santos, S., Almeida, A., Freire, C., Silva, A., & Silvestre, A. (2019). Valorisation of bark lipophilic fractions from three Portuguese *Salix* species: A systematic study of the chemical composition and inhibitory activity on *Escherichia coli*. *Industrial Crops And Products*, 132, 245-252. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.02.028
- [20] Borodina, N. V., & Golub, V. I. (2015). Phytochemical research of *Salix cinerea* L. *Topical issues of new drugs development: abstracts of international scientific and practical conference of young scientists and student.* (p. 66). Kharkiv.
- [21] Borodina, N. (2016). Research of volatile compounds from *Salix cinerea* L. *Oxford Review of Education and Science*, 5(1), 468-473.
- [22] Borodina, N., Kovalyov, V., Koshovyi, O., & Gamulya, O. (2019). Study of the morphologo-anatomic signs of shoots of the *Salix caprea* L. of Ukrainian flora. *Sciencerise: Pharmaceutical Science*, 4(20), 34-44. doi: 10.15587/2519-4852.2019.178319
- [23] Sulima, P., Krauze-Baranowska, M., & Przyborowski, J. (2017). Variations in the chemical composition and content of salicylic glycosides in the bark of *Salix purpurea* from natural locations and their significance for breeding. *Fitoterapia*, 118, 118-125. doi: 10.1016/j.fitote.2017.03.005
- [24] Borodina, N., Koshovyi, O., & Kovalyov, V. (2016). The chromatography-mass spectrometry study of *Salix rosmarinifolia* L. *Azerbaijan Pharmaceutical & Pharmacotherapy Journal*, 2, 15-20.
- [25] Borodina, N. V., Kovalyov, V. N., Koshovyi, O. N., & Stremoukhov, A. A. (2018). The study of *salix myrsinifolia* Salisb. Leaves by the gc/ms method / *Science and phactice 2018*. Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference. Kaunas.