

UDC 582.970:581.144.3(477)

Валерія Павленко-Баришева, Оксана Футорна, Владислава Баданіна

## УЛЬТРАСТРУКТУРА ПОВЕРХНІ ЛИСТКІВ ВИДІВ РОДУ *VIBURNUM* L. ФЛОРИ УКРАЇНИ



Valeria Pavlenko-Barysheva, Oksana Futorna, Vladyslava Badanina

## SURFACE ULTRASTRUCTURE OF LEAVES OF THE SPECIES *VIBURNUM* L. OF THE FLORA OF UKRAINE

DOI: 10.58407/bht.1.24.8

### АНОТАЦІЯ

**Мета роботи.** Дослідження ультраструктури поверхні листової пластинки видів роду *Viburnum* L. флори України: *V. opulus* L., *V. lantana* L., *V. tinus* L. у зв'язку з необхідністю відбору стрес витривалих високо-декоративних рослин за для озеленення антропогенно трансформованих урболандшафтів.

**Методологія.** Матеріали відібрані в Гербарії Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного (KW) та Гербарій Львівського університету імені Івана Франка (LW) з різних точок ареалу. Використані методи світлової та сканувальної електронної мікроскопії.

**Наукова новизна.** За допомогою методів світлов і та сканувальної електронної мікроскопії детально досліджено ультраструктуру поверхні листків трьох видів роду *Viburnum* флори України. Встановлено ознаки, за якими види розрізняються. Серед таких ознак *рельєф листової пластинки*: у *V. opulus* рельєф остеогребінчастий на адаксиальній поверхні та гребнеохоплювальний на абаксиальній; у *V. tinus* – горбкуватий та дрібногорбкуватий (відповідно), у *V. lantana* – остеогребінчастий на обох поверхнях. Крім того, види розрізняються *типом кутикули* (у *V. tinus* кутикула гладенька, у двох інших видів – складчаста); *типом та ступенем розвитку епікутикулярного воску*. Кристалоїдний віск спостерігається у всіх видів, проте у *V. opulus* він представлений гранулами, у двох інших видів – пластинками, зрідка гранулами. Кірка зустрічається зрідка у *V. opulus* та *V. tinus*. Найбільшу кількість воскових відкладів мають листові пластинки *V. tinus*, найменшу – *V. opulus*. Розміщення воскових відкладів неоднорідне.

**Висновки.** Вивчена мікроморфологічна будова ультраструктури листової пластинки трьох видів роду *Viburnum* флори України. В результаті аналізу мікроморфологічних особливостей листка виявлені спільні для видів ознаки, та такі, за якими вони чітко розрізняються. Досліджені види характеризуються гіпостоматичним типом листової пластинки, парацитними продихами, добре розвиненим епікутикулярним воском, більш інтенсивним опушенням на адаксиальній поверхні. Відмінними ознаками є рельєф поверхні, типи воскових відкладів, тип трихом (у *V. opulus* та *V. lantana* наявні 3-5-осьові зірчасті трихоми, у *V. tinus* такі трихоми відсутні; лише у *V. lantana* наявні залозки) та їх локалізація, тип та співвідношення продихових апаратів (у *V. opulus* переважають аномоцитні продихи, *V. lantana* – парацитні, *V. tinus* наявні лише – парацитні).

**Ключові слова:** листки, ультраструктура поверхні, СЕМ, флора України, *Viburnum* L.

### ABSTRACT

**The aims of the study.** The aim is to carry out the investigation of the ultrastructure of the surface of the leaf blade of species of the genus *Viburnum* L. flora of Ukraine. *V. opulus* L., *V. lantana* L., *V. tinus* L. due to the necessity of selection of the stress-resistant highly decorative plants for greening anthropogenically transformed urban landscapes was examined.

**Methodology.** The materials were selected from Herbarium of M.G. Kholodny the Institute of Botany (KW) and Herbarium of Ivan Franko National University of Lviv (LW) from different points of the range. Light and scanning electron microscopy methods were used for the research.

**Scientific novelty.** The ultrastructure of the surface of the leaves of three species of the genus *Viburnum* L. of the flora of Ukraine was studied using the methods of light and scanning electron microscopy. Signs by which species are distinguished have been established. Thus, the species are clearly distinguished by the type of cuticle (in *V. tinus* the cuticle is smooth, in the other two species – folded); type of relief of the leaf blade: in *V. opulus*, the relief is ossiform ridges on the adaxial surface and captor – ridger surface on the abaxial surface; in *V. tinus* – tuberculate type and colliculate type (respectively), in *V. lantana* – ossiform ridges on both surfaces. In addition, the species differ in the type and degree of development of epicuticular wax. Crystalloid wax is observed in all species, but in *V. opulus* it is represented by granules,

in the other two species – plates, occasionally granules. Crusts occur occasionally in *V. opulus* and *V. tinus*. The leaf plates of *V. tinus* have the largest number of wax deposits, the smallest – *V. opulus*.

**Conclusions.** The micromorphological structure of the ultrastructure of the leaf blade of three species of the genus *Viburnum* of the flora of Ukraine was studied. As a result of the analysis of the micromorphological features of the leaf, features common to the species and those by which they are clearly distinguished were revealed. Thus, studied species are characterized by a hypostomatic type of leaf plate, paracytic stomata, well-developed epicuticular wax, more intense pubescence on the adaxial surface.

Distinctive features are the relief of the surface, the type of epicuticular wax, the type of trichomes (in *V. opulus* and *V. lantana* there are 3-5-axis stellate trichomes, in *V. tinus* there are no such trichomes; only in *V. lantana* there are glands) and their localization, type and ratio of stomata (anomocytic stomata predominate in *V. opulus*, paracytic stomata in *V. lantana*, only paracytic stomata present in *V. tinus*).

**Key words:** leaves, ultrastructure of surface, SEM, flora of Ukraine, *Viburnum* L.

### Постановка проблеми

В умовах глобальних змін клімату озеленення антропогенно трансформованих урболандшафтів потребує нового підходу для науково обґрунтованого підбору стрес витривалих та стійких до негативного впливу «міського острова тепла», техногенних навантажень та біопшкоджень високодекоративних рослин (Taras et al., 2018) з представників як аборигенних, так й інтродукованих видів флори України.

Серед видів роду Калина (*Viburnum*) вічнозелені, напіввічнозелені та листопадні дерева та кущі; зимоквітучі та весняноквітучі види; рослини, що плодоносять восени, і зберігаючи плоди на рослині до весни особливо декоративні в зимовий період.

Майже всі калини невибагливі і добре ростуть, практично, на будь-якому ґрунті, включаючи вапняковий. Дослідження П.П. Чуваєва та ін. показали, що видам роду *Viburnum* властива висока стійкість до шкідливих викидів нафтохімічного виробництва, вони витримують запиленість і загазованість міського середовища, виділяють фітонциди, тому їх необхідно ширше використовувати для озеленення урбанізованого і техногенного середовища (Zayachuk & Cibulya, 2013).

Враховуючи сучасні різкі коливання умов зростання рослин, викликані глобальними змінами клімату та урбанізацією середовища, технології озеленення міст передбачають здійснення підбору видів не лише за декоративними, але й за адаптаційними ознаками на основі морфофізіологічних та анатомічних досліджень, у тому числі мікроморфологічних досліджень листових пластинок із залученням методів електронної скануючої мікроскопії, методу кореляційних плеяд, бездеградаційного методу на основі фенотайпінгу флуоресценції хлорофілів, стану продигового апарату (Svietlova et al., 2018, Svetlova et al., 2020; Demchenko et al., 2019; Futorna et al., 2019).

З огляду на це, **мета роботи:** дослідити ультраструктуру поверхні листової пластинки видів роду *Viburnum* L. флори України: *V. opulus* L., *V. lantana* L., *V. tinus* L. у зв'язку з необхідністю підбору стрес витривалих високодекоративних рослин для озеленення антропогенно трансформованих урболандшафтів.

Рід *Viburnum* L. був описаний К. Ліннеєм, проте представники роду відомі з давніх часів, як лікарські та декоративні рослини. На сьогодні у світовій флорі налічують 193 види роду *Viburnum* (The Plant List, 2013). Найбільше різноманіття роду характерне для помірного клімату північної півкулі (Takhtajan, 1987). Для території Європи вказується 9 видів (Euro+Med, n.d.), проте в інших джерелах декілька із них зазначаються як підвиди або варіації широко розповсюджених видів (*Viburnum maculatum* Pant. = *V. lantana* (The Plant List, 2013); *Viburnum sargentii* Koehne, *Viburnum trilobum* Marshall = *V. opulus* (Tropicos)). На території України вказуються три види, з яких *V. tinus* є натуралізованим (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999); у дендропарках та ботанічних садах України цей рід представлений значно ширше – до 22 видів (Barbarych, 1961).

Довгий період часу рід *Viburnum* відносився до родини *Caprifoliaceae* Juss. (Barbarych, 1961; Chamberlen, 1972; Ferguson, 1976). Існувала також думка, що його слід виділити в окрему родину *Viburnaceae* Raf. (Takhtajan, 1987). Підґрунтям для цього виступають наявність сочевичок на корі, тип суцвіття та зав'язі, відсутність нектарників у віночку, короткий 3-х лопатевий стовпчик, васкулярна анатомія квітки. Проте на сьогодні рід *Viburnum* разом із бузинами включено у родину *Adoxaceae* E. Mey (APG IV, 2016) і на основі молекулярного аналізу ядерної рибосомальної ITS та trnK інтронів хлоропластів побудована філогенетична кладограма роду (Donoghue et al., 2004).

Аналіз літератури, присвяченої видам даного роду, свідчить про велику кількість робіт, присвячених біохімічному складу видів, так як рід *Viburnum* включає значну кількість рослин, що мають лікарські властивості (Prabhu et al., 2009; Prabhu et al., 2011; Akyol et al., 2016; Kajszczak et al., 2020; Leontiiiev & Khvorost, 2023).

Чимала частина робіт також присвячена морфологічним дослідженням генеративних органів та пилку (Halbritter, 2017a, b; Halbritter, Svojtka, 2017; Tsymbalyuk & Bezusko, 2017). На сьогодні встановлено розмір пилкових зерен, форму апертур та скульптуру екзини, виявлено паліноморфологічні ознаки, за якими розрізняються види *Viburnum* флори України.

Група вчених дослідила структуру епідермальної тканини листкової пластинки 15 видів калин флори Тайваню (Wang et al., 2014). В результаті встановлено, що листки досліджених видів гіпостоматичні, продихи аномоцитні, рідше парацитні або парацитні та латероцитні, обриси клітин неправильні, антиклінальні стінки клітин звивисті, вигнуті або прямі, трихоми представлені залозками, одноклітинними конічними та зірчастими волосками. В роботі представлений ключ для визначення видів роду *Viburnum* за ознаками епідермальної тканини листків.

Пояркова, досліджуючи види флори СРСР, серед морфологічних ознак вказує на діагностичне значення типу та характеру опушення листків (Poiarkova, 1958). У *V. opulus* листки зверху майже голі, знизу можуть бути від опушених (f. *pubescens* Gatsch.) до майже голих та голих. У *V. lantana* листки зверху розсіяно опушені та зірчасто білувато-повстисті знизу. Листкова пластинка *V. tinus* зверху гола, натомість нижня поверхня опушена довгими конічними трихомами, локалізованими по жилці.

Наші дослідження (Badanina & Futorna, 2022) розширили відомості щодо опушення та мікроморфологічних особливостей листків *V. opulus*, а також засвідчили необхідність залучення до аналізу інших видів даного роду.

Види роду *Viburnum* флори України відносяться до трьох секцій: *Opulus* (Mill.) DC., *Viburnum* та *Tinus* (Mill.) C.B. Clarke відповідно (Donoghue et al., 2004).

### Матеріали та методи досліджень

Для вивчення особливостей ультраструктури поверхні листків видів роду *Viburnum* флори України використовували матеріали, відібрані в Гербарії Інституту

ботаніки ім. М.Г. Холодного (KW) та Гербарії Львівського національного університету імені Івана Франка (LW) з різних точок ареалу. З кожного гербарного аркуша відбирали листок з середньої третини пагону. Дослідження здійснювали за допомогою світлового та сканувального електронного (JSM 6060LA) мікроскопів.

Для дослідження за допомогою світлового мікроскопа відібрані зразки витримували в мацеруючому розчині (40 мл 33% розчину перикису водню, 40 мл льодяної оцтової к-ти та 20 мл дистильованої води) 1-2 доби при кімнатній (22°C) температурі. Епідерму знімали вручну та готували тимчасові анатомічні препарати. Дослідження методом електронної скануючої мікроскопії проводили у Центрі колективного користування електронними мікроскопами НАН України Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного, для цього зразки листків фіксували на латунних столиках і напиляли тонким шаром золота у вакуумній камері, з використанням растрового електронного мікроскопу JSM-6060 LA (фірма JEOL, Японія). Описи проводились з використанням термінології, узагальненої в працях вітчизняних та зарубіжних вчених (Ezay, 1980; Baranova, 1985; Chakrabarty & Mukherjee, 1986; Barthlott et al., 1998; Krak & Mráz, 2008).

### Досліджені зразки:

#### *V. opulus*:

1. Закарпатська область, Тячівський район, с. Кваш, долина р. Невелів, ялиновий ліс. 23.06.1964. Баранський О. (KW).
2. Одесская область, Белеєвський район, с. Маяки, територія астрономічної обсерваторії. 09.05.2014. Бондаренко Е. Н. (KW).
3. м. Київ, Теремки, біля дитячого саду № 513. 22.08.2018. Павленко-Баришева, В.С. (KW).
4. Луганська область, м. Рубіжне, 22.07.2018. Чусова О. (KW).
5. Луганська область, околиці м. Рубіжне, хутір Пшеничне. 26.07.2018. Чусова О. (KW).

#### *V. lantana*:

1. Чернівецька область, Кальменецький район, околиці с. Вороновиця, урочище Цимбалова (Біла) церква, ліс, схил. 151 м.н.р.м, N48°31.698' E026°42.822'. І. Ольшанський, І. Чорней, В. Буджак, А. Токарюк, М. Каземірська (KW).
2. м. Вінниця, ліси над р. Буяч. 02.07.1927. Зеров Д. (KW).
3. W lesie dębowym «Obizowa»; in querceto «Obizowa»; Dobrowlany pr. Zaleszczyki 19.05.1938. Leg J. Mađalski et K. Matusiak (LW).

4. Южноукраїнськ, 47.806270, 31.178598. Ширяєва Д. (KW).

*V. tinus*:

1. Pola: Macchien bei Fisella (авт. уточнення Істрія). 16.03.1901. Untchy K. (LW).

2. Крым, пос. Кореиз, Мисхорский парк. 28.06.2001. Конопля О.Н. (KW).

3. Никитский ботсад, 22 октября, 1860. (KW).

4. Крым, Никитский сад, 20.10.2018. С. Садогурская (KW).

5. Крым, пос. Никита, 20.10.2018. С. Садогурская (KW).

6. Крым, Никитский сад, у входа, 20.10.2018. С. Садогурская (KW).

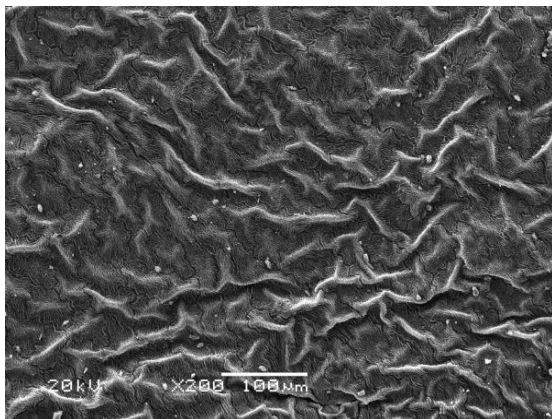
### Результати та їх обговорення

Sect. *Opulus* (Mill.) DC.

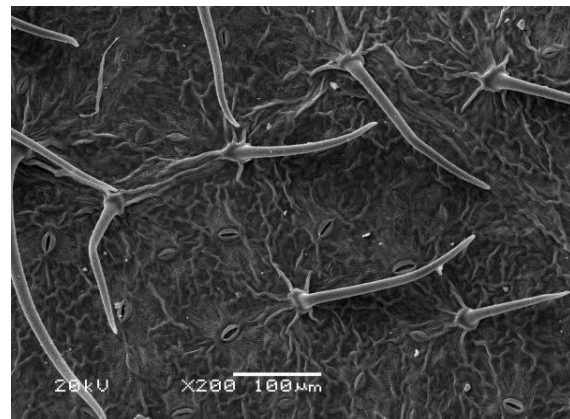
*V. opulus* L. Листок гіпостоматичний. Продихи двох типів: аномоцитні та парацитні (у співвідношенні 11 : 2) добре помітні, не орієнтовані своєю довгою віссю вздовж середньої жилки листка містяться на абаксиальній поверхні, дещо вище рівня основних клітин епідерми. Замикаючі клітини продихів облямовані чітким кутикулярним валиком. Продиховий індекс

листка 12,6 %. На обох поверхнях листкової пластинки наявні поодинокі одноосьові одноклітинні довгі конічні трихоми. Кутикула складчаста. На поверхні наявний віск, представлений плівкою. Межі клітин добре проглядаються. Основні епідермальні клітини характеризуються звивистими обрисами та витягнутими проєкціями. Антиклінальні епідермальні стінки не потовщені, шов між ними не проглядається. Зовнішні периклінальні стінки переважно випуклі. Рельєф адаксиальної поверхні листкової пластинки остеогребінчастий (Рис. 1А).

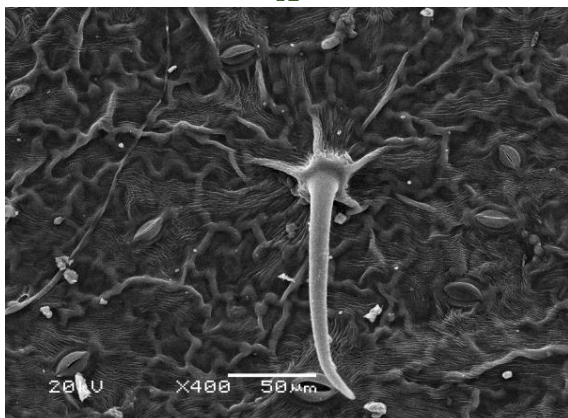
Абаксиальна поверхня відрізняється від адаксиальної. Рельєф абаксиальної поверхні листкової пластинки гребнеохоплювальний по жилкам та сітчастий між ними (Рис. 1Б). Антиклінальні стінки основних епідермальних клітин потовщені, містяться вище рівня периклінальної стінки, шов між ними не проглядається. Зовнішні периклінальні стінки плоскі. Кутикула складчаста, добре розвинена. На поверхні наявний епітикулярний віск, представлений плівкою та кристалоїдами (Рис. 1В, Г).



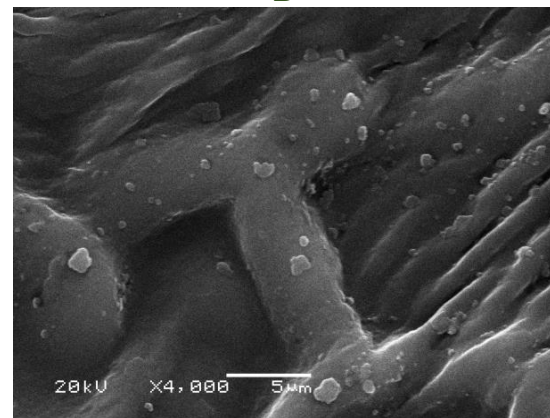
А



Б



В



Г

Рис. 1. Поверхня листкової пластинки *V. tinus*: А – адаксиальна поверхня: остеогребінчастий рельєф; Б – абаксиальна поверхня: гребнеохоплювальний рельєф; В – довга конічна трихома (абаксиальна поверхня); Г – гранули воску (абаксиальна поверхня)

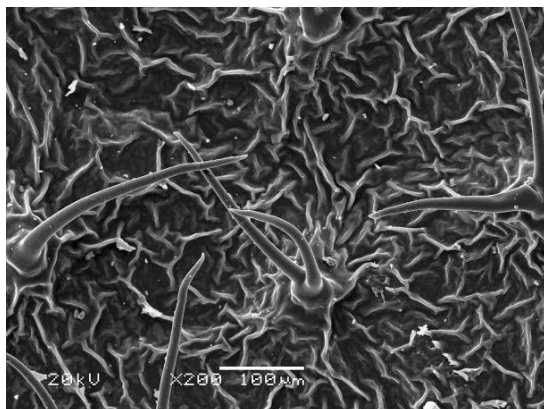
Sect. *Viburnum**V. lantana* L.

Листок гіпостоматичний. Продихи аномоцитні та парацитні (у співвідношенні 1:9) добре помітні, не орієнтовані своєю довгою віссю вздовж середньої жилки листка, містяться дещо вище рівня основних клітин епідерми на абаксіальній епідермі. Продиховий індекс 13,05%. Замикаючі клітини продихів облямовані чітким кутикулярним валиком. На обох поверхнях листової пластинки наявне незначне опушення, сформоване поодинокими 3–5 осьовими довгими одноклітинними конічними волосками (рис. 2А), багато-осьовими зірчастими волосками (рис. 2Б-В) та поодинокими залозками (рис. 2 Б, В). Багато-осьові зірчасті трихоми сформовані десятиклітинною ніжкою та різною кількістю довгих дистальних клітин (від трьох до дев'яти), багатоклітинні залозки мають шестиклітинну ніжку та одноклітинну округлу голівку. Кутикула складчаста.

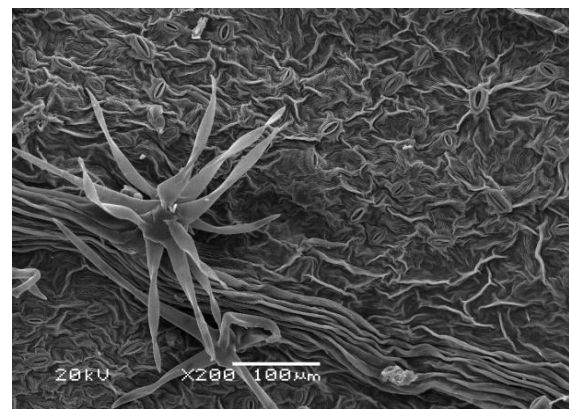
Рельєф адаксиальної поверхні листової пластинки остеогребінчастий (інколи

остеогребінчасто-зморшкуватий) (Рис. 2А). На поверхні наявний віск, представлений плівкою та кристалоподібними відкладами (рівнокраї мембраноподібні пластинки, що можуть бути розміщені відносно рівномірно по всій поверхні листової пластинки або зосереджені при основі трихом). Контури епідермальних клітин нечіткі. Опушення незначне, сформоване поодинокими одноклітинними 2-5 осьовими довгими конічними трихомами.

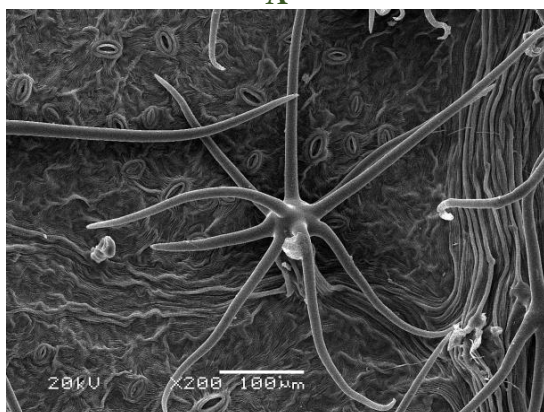
Абаксиальна поверхня не відрізняється від адаксиальної. Рельєф абаксиальної поверхні листової пластинки остеогребінчастий (Рис. 2Б). На поверхні наявний віск, представлений плівкою та рідко кристалоїдами. Кристалоїдний віск представлений цілокраїми пластинками (Рис. 2В). Межі клітин нечіткі. Конічні трихоми рівномірно розміщені на поверхні листка, залозки та зірчасті волоски зосереджені по жилках (Рис. 2).



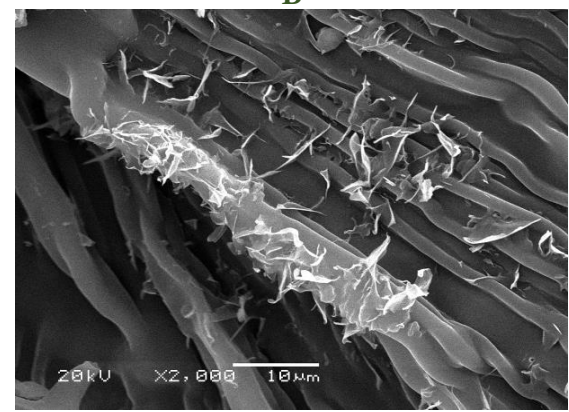
А



Б



В



Г

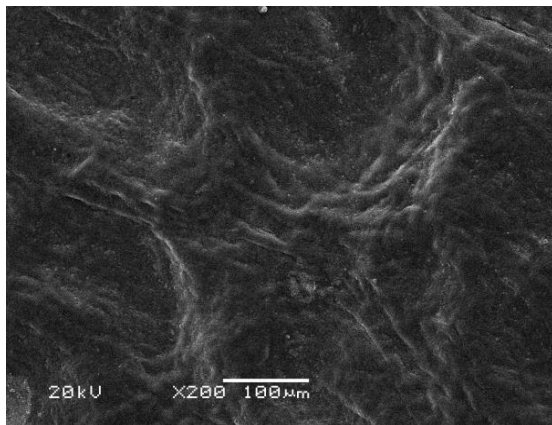
Рис. 2. Поверхня листової пластинки *V. lantana*: А – адаксиальна поверхня: остеогребінчастий рельєф, довгі конічні трихоми; Б – абаксиальна поверхня: остеогребінчастий рельєф; В – зірчаста та залозиста трихоми (абаксиальна поверхня); Г – кристалоїди воску (абаксиальна поверхня)

Sect. *Tinus* (Mill.) C.V. Clarke

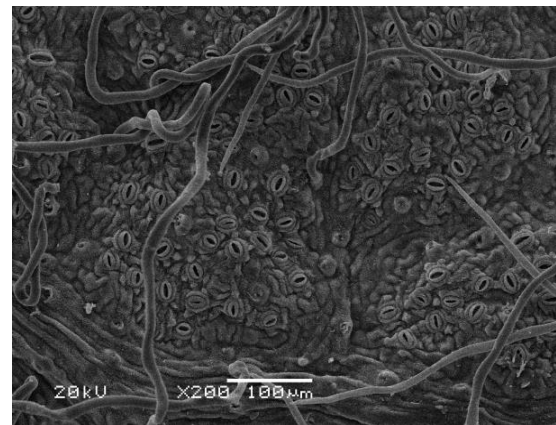
*V. tinus* L.

Листок гіпостоматичний. Продихи паразитні добре помітні, не орієнтовані своєю довшою віссю вздовж середньої жилки листка. Містяться вище рівня основних клітин епідерми. Продиховий індекс 10,9%. Замикаючі клітини продихів облямовані чітким кутикулярним валиком. Опушення наявне лише на абаксиальній поверхні і сформоване одноосьовими довгими конічними трихомами. Кутикула гладенька. Рельєф адаксиальної поверхні листової пластинки горбкуватий (Рис. 3А). На поверхні наявний віск, представлений плівкою та кристалоїдами (Рис. 3Г). Межі клітин нечіткі. Опушення відсутнє.

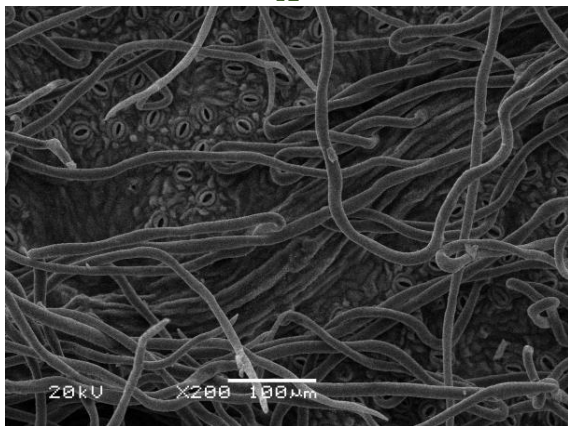
Абаксиальна поверхня відрізняється від адаксиальної. Рельєф абаксиальної поверхні листової пластинки дрібногорбкуватий (Рис. 3Б). На поверхні наявний віск, представлений плівкою та кристалоїдами. Кристалоїдний віск представлений гранулами та зрідка кіркою (Рис. 3Г). Межі клітин нечіткі. Опушення від поодинокого до середнього, сформоване одноклітинними одноосьовими довгими конічними трихомами (Рис. 3В).



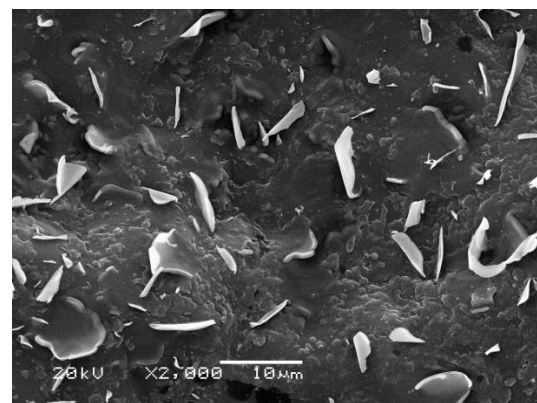
А



Б



В



Г

Рис. 3. Поверхня листової пластинки *V. tinus*: А – адаксиальна поверхня: горбкуватий рельєф; Б – абаксиальна поверхня: дрібногорбкуватий рельєф; В – довгі конічні трихоми (абаксиальна поверхня); Г – кірка та кристалоїди воску (абаксиальна поверхня)

Таким чином, наші дослідження підтверджують та розширюють відомості щодо опушення та мікроморфологічних особливостей листків представників роду *Viburnum*. Зокрема листки всіх досліджених видів гіпостоматичні, продихи аномоцитні та парацитні або парацитні, знаходяться вище рівня основних клітин епідерми і не орієнтовані своєю довгою віссю відносно головної жилки листка. Замикаючі клітини продихів облямовані чітким кутикулярним валиком. Також всі досліджені види характеризуються звивистими обрисами та розпластаними проєкціями клітин. Основні клітини епідерми мають чіткі (абаксиальна поверхня *V. opulus*) або нечіткі контури (*V. lantana* та *V. tinus*).

На основі проведених досліджень було також встановлено основні характеристики ультраструктури поверхні досліджених видів. Встановлено ознаки, за якими види розрізняються. Серед таких ознак тип кутикули: у *V. tinus* кутикула гладенька, у двох інших видів – складчаста. Рельєф поверхні листової пластинки, яку більшість дослідників вважають сталою діагностичною ознакою (Chakrabarty & Mukherjee, 1986; Futorna et al., 2016), різний у досліджуваних видів: у *V. opulus* рельєф остеогребінчастий на адаксиальній поверхні та гребнеохоплювальний на абаксиальній; у *V. tinus* – горбкуватий та дрібногорбкуватий (відповідно), у *V. lantana* – остеогребінчастий на обох поверхнях.

Важливе таксономічне та філогенетичне значення має і продиховий апарат (Ezau, 1980; Baranova, 1985; Adedeji & Jewoola, 2008; Wang et al. 2014), структура якого є видоспецифічною ознакою. Разом з тим, вона відображає пристосування рослини до умов місцезростання (Futorna et al., 2019). У досліджених представників роду *Viburnum* наявні продихи двох типів і в залежності від виду, їх співвідношення відрізняється. Зокрема, у виду *V. opulus* переважають аномоцитні продихи (Рис. 4А), в той час як у *V. lantana* – парацитні (Рис. 4Б). Вид *V. tinus* характеризується наявністю лише парацитних продихів (Рис. 4В).

Продихові індекси за деякими даними (Adedeji & Jewoola, 2008) є важливою таксономічною та філогенетичною ознакою, а також їх можна використовувати як маркерні показники для визначення

адаптації до нових умов місцезростання (Demchenko et al., 2019). У досліджених видів продиховий індекс встановлено в межах від 10,9 до 13,05. Найбільше значення має *V. lantana* – 13,05 %, достатньо близький до нього у виду *V. opulus* – 12,6 %; найменший у середземноморського *V. tinus* – 10,9 %.

Опушення листових пластинок вважається ксероморфною ознакою і часто використовується для діагностики на секційному та видовому рівнях (Adedeji & Jewoola, 2008; Krak & Mraz, 2008; Khan et al., 2013; Futorna et al., 2016; Futorna et al., 2017). Для всіх досліджених видів калин характерна наявність довгих конічних трихом (Рис. 4Г).

Більш подібне опушення між видами *V. opulus* та *V. lantana*. Так у цих видів наявні 3-5 осьові зірчасті трихоми (Рис. 4Д), які відсутні у *V. tinus*. Також у обох видів конічні трихоми відхилені і розміщені більш менш поодинокі, в той час як у *V. tinus* вони більш тонші, довгі, притиснуті і можуть розміщуватись пучками. Абаксиальна поверхня у *V. opulus* та *V. tinus* характеризується майже повною відсутністю трихом, однак у *V. opulus* дуже рідко можуть траплятися поодинокі конічні волоски. На відміну від цих двох видів, у *V. lantana* конічні трихоми мають декілька осей. Також лише у *V. lantana* наявні залозки (Рис. 4Е) та зірчасті волоски (на адаксиальній поверхні).

Розміщення трихом також різне. У *V. opulus* та *V. lantana* конічні трихоми більш менш рівномірно розміщені по поверхні листової пластинки, в той час як у *V. tinus* вони локалізовані поблизу жилок. Виключенням можна вважати розміщення залозистих та зірчастих трихом по жилці у *V. lantana*.

Характер та тип воскових відкладів вважаються діагностично вагомими ознаками (Chakrabarty & Mukherjee, 1986; Futorna et al., 2016). Разом з тим, потужня кутикула та епікутикулярний віск можуть свідчити про адаптацію до змінюваних умов довкілля (Futorna et al., 2019). Серед досліджених видів найбільшу кількість воскових відкладів мають листові пластинки *V. tinus*, найменшу – *V. opulus*. Всі види мають воскову плівку, яка малопомітна. Кристалоїдний віск трапляється у в тій чи іншій мірі у всіх видів, проте у *V. opulus* він представлений

гранулами, у двох інших калин – пластинками і лише зрідка гранулами. Кірка зустрічається зрідка у *V. opulus* та *V. tinus*. Розміщення воскових відкладів також неоднорідне. Так у *V. tinus* майже однакова

кількість воску на обох боках листової пластинки. У виду *V. opulus* кірка помітніша на адаксиальній поверхні, а у *V. lantana* пластинки частіше трапляються на абаксиальній (на адаксиальній дуже рідко).

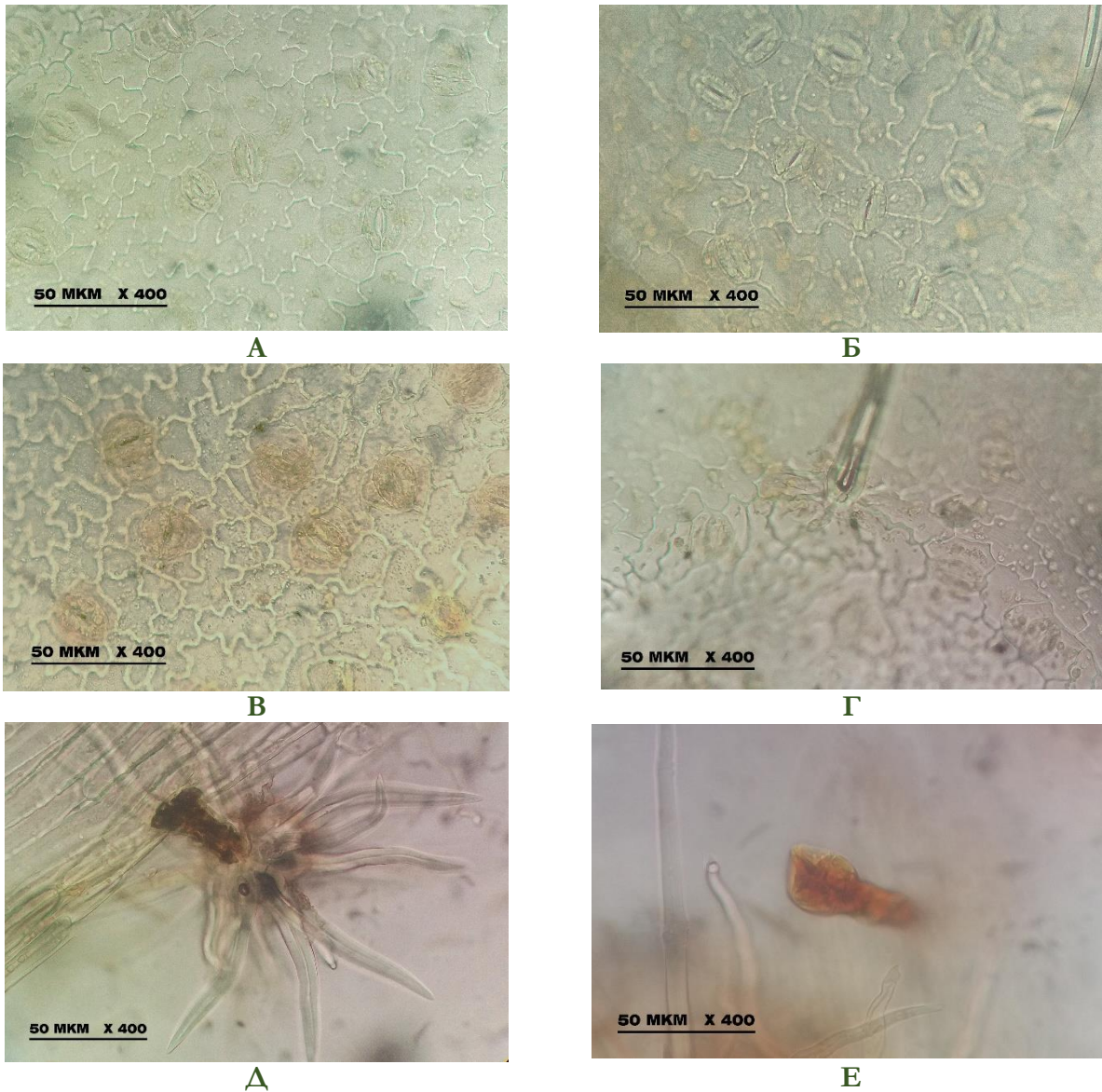


Рис. 4. Епідерміс листової пластинки: А – *V. opulus*; Б – *V. lantana*; В – *V. tinus*; Г – довга конічна трихома (*V. opulus*); Д – зірчаста трихома (*V. lantana*); Е – залозиста трихома (*V. lantana*)

## Висновки

Вивчена мікроморфологічна будова ультраструктури листової пластинки трьох видів роду *Viburnum* флори України. В результаті аналізу мікроморфологічних особливостей листка виявлені спільні для видів ознаки, та такі, за якими вони чітко розрізняються. Досліджені види характеризуються гіпостоматичним типом листової

пластинки, парацитними продихами, добре розвиненим епікутикулярним воском, більш інтенсивним опушенням на адаксиальній поверхні. Відмінними ознаками є рельєф поверхні, типи воскових відкладів, тип трихом (у *V. opulus* та *V. lantana* наявні 3-5-осьові зірчасті трихоми, у *V. tinus* такі трихоми відсутні; лише у *V. lantana* наявні залозки) та їх локалізація, тип та співвідношення продихових апаратів (у *V. opulus*



переважають аномоцитні продихи, *V. lantana* – парацитні, *V. tinus* наявні лише – парацитні).

Результати дослідження ультраструктури поверхні листової пластинки видів роду *Viburnum* L. флори України засвідчили, що серед мікроморфологічних характеристик епідерми листка є не лише цінні

таксономічні ознаки, а й такі (наявність опушення, кутикули та епікутикулярного воску), що свідчать про необхідність ширшого використання досліджуваних видів для паркового озеленення з огляду на аридизацію клімату.

## References

- Adedeji, O., & Jewoola, O. A. (2008). Importance of leaf epidermal characters in the Asteraceae family. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*, 36(2), 7–16. <https://doi.org/10.15835/nbha362243>
- Akyol, E., Ongun, K., Kirboga, S., & Oner, M. (2016). A kinetic study for calcium oxalate crystallization in the presence of *Viburnum opulus* extract. *Biointerface Res. Appl. Chem.*, 6(1), 1064–1069.
- APG IV. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linn. Soc.*, 181, 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Badanina, V. A., & Futorna, O. A. (2022). Leaves surface of *Viburnum opulus* L. flora of Ukraine. *Theoretical and practical aspects of the research of medicinal plants*. NFAU. <http://surl.li/slwwt> (in Ukrainian)  
Баданіна, В.А., Футорна, О.А. Ультраструктура поверхні листків *Viburnum opulus* L. флори України. *Теоретичні та практичні аспекти дослідження лікарських рослин: V Міжнародна наук.-практ. internet-конференція, м. Харків, 23–25 листопада 2022 року*. Харків: НФаУ. С. 36–38. <http://surl.li/slwwt>
- Baranova, M. A. (1985). Classifications of the morphological types of stomata. *Bot. Zhurn.*, 70(2), 1585–1595. (In Russian)  
Баранова М.А. Классификация морфологических типов устьиц. *Бот. журн.* 1985. Т. 70, № 12. С. 1585–1595.
- Barbarych, A. I. (1961). Honeysuckle family – Caprifoliaceae Juss. In M.I. Kotov (Ed.), *Flora of UkrSSR* (Vols. 10). (pp. 249–288). Publishing house of the Academy of Sciences of UkrSSR. (In Ukrainian)  
Барбарич А.І. Родина Жимолостеві – *Caprifoliaceae* Juss. *Флора України*. Під ред.: М.І. Котов, Київ: Вид. АН України. 1961. Т. 10. С. 249–288.
- Barthlott, W., Neinhuis, C., Cutler, D. et al. (1998). Classification and terminology of plant epicuticular waxes. *Bot. J. Linn. Soc.*, 126(3), 237–260. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1998.tb02529.x>
- Chakrabarty, C., & Mukherjee, P. K. (1986). Studies on *Bupleurum* L. (*Umbelliferae*) in India II. SEM observations of leaf surfaces. *Feddes Repert.*, 97(7–8), 489–496.
- Chamberlen, D. F. (1972). *Viburnum* L. In P.H. Devis (Ed.), *Flora of Turkey* (Vol. 4). (pp. 543–544). Univ. Press, Edinburgh.
- Demchenko M., Futorna O., Badanina V., Smirnov O., Olshanskyi I., & Taran N. (2019). Stomata complexes of leaves of leaf-declining representatives of *Magnoliaceae* as a markers of a thermoregulatory and microclimate-forming ability of plants. *Ecological Sciences*, 1(24), 149–159. <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-1-24-1-27> (in Ukrainian)  
Демченко М. К., Футорна О. А., Баданіна В. А., Смірнов О. Є., Ольшанський І. Г., Таран Н. Ю. Продихові комплекси листків представників листопадних Магнолієвих як маркери терморегулюючої та мікрокліматотворюючої здатності рослин. *Екологічні науки*. 2019. № 1 (24). С. 149–159. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-1-24-1-27>

- Donoghue, M. J., Baldwin, B.G., Li, J., & Winkworth, R.C. (2004). *Viburnum* Phylogeny based on chloroplast *trnK* intron and nuclear ribosomal ITS DNA sequences. *Syst. Bot.*, 29, 188–198. <https://doi.org/10.1600/036364404772974095>
- Euro+Med 2006+. (n.d.). Euro+Med PlantBase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Retrieved April 22, 2024, from <http://www.europlusmed.org>
- Ezau, K. (1980). *Plant anatomy*. Mir (In Russian)  
Эзау К. Анатомия растений. Москва: Мир. 1980. Т. 1–2. 565 с.
- Ferguson, I. K. (1976). *Viburnum* L. In: M.G. Tutin (Ed.), *Flora Europaea* (Vol. 4), (p. 45). Univ. Press.
- Futorna, O. A., Zhygalova, S. L., & Olshanskyi, I. G. (2016). Micromorphological characteristics (anatomical structure of leaves and stems, ultrastructure of fruits, pollen grains ultrasculpture) of *Sonchus oleraceus* L. (Asteraceae). *Chornomors'k. bot. z.*, 12(2), 141–153. <https://doi.org/10.14255/2308-9628/16.122/4> (in Ukrainian)  
Футорна О. А., Жигалова С. Л., Ольшанський І. Г. Мікрморфологічна характеристика (анатомічна структура листків та стебел, ультраструктура плодів, ультраструктура пилоквих зерен) *Sonchus oleraceus* L. (Asteraceae). *Чорноморськ. бот. ж.* 2016. Т. 12, № 2. С. 141–153. DOI: <https://doi.org/10.14255/2308-9628/16.122/4>
- Futorna, O. A., Badanina, V. A., & Zhygalova, S. L. (2017). Ecological-anatomical characteristics of some *Tragopogon* (Asteraceae) species of the flora of Ukraine. *Biosystems Diversity*, 25(4), 274–281. <https://doi.org/10.15421/011742>
- Futorna, O. A., Badanina, V. A., Olshanskyi, I. G., & Tyshchenko O. V. (2019). Leaves surface of *Ginkgo biloba* L. in heat conditions (in Kyiv city). *Plant introduction*, 4, 51–59. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3566616> (in Ukrainian)  
Футорна О. А., Баданіна В. А., Ольшанський І. Г., Тищенко О. В. Ультраструктура поверхні листків *Ginkgo biloba* L. в умовах спеки (на прикладі м. Києва). *Інтродукція рослин*. 2019. 4. С. 51 – 59. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3566616>
- Halbritter, H. (2016). *Viburnum tinus*. In: PalDat – A palynological database, [https://www.paldat.org/pub/Viburnum\\_tinus/301122](https://www.paldat.org/pub/Viburnum_tinus/301122)
- Halbritter, H., & Svojtka M. (2016). *Viburnum lantana*. In: PalDat – A palynological database, [https://www.paldat.org/pub/Viburnum\\_lantana/301127](https://www.paldat.org/pub/Viburnum_lantana/301127)
- Kajszczak, D., Zakłós-Szyda, M. & Podśedek, A. (2020). *Viburnum opulus* L. – A Review of Phytochemistry and Biological Effects. *Nutrients*, 12, 3398. <https://doi.org/10.3390/nu12113398>
- Khan, G., Zhang, F., Gao, Q., Mashwani, Z., Rehman, K., Khan, M.A., & Chen, S. (2013). Trichomes diversity in the tropical flora of Pakistan. *J. Med. Plants Res.*, 7(22), 1587–1592. <https://doi.org/10.5897/JMPR11.1336>
- Krak, K., & Mraz, P. (2008). Trichomes in the tribe *Lactuceae* (Asteraceae) – taxonomic implications. *Biologia (Bratislava)*, 63(5), 1–15. <https://doi.org/10.2478/s11756-008-0106-z>
- Leontiiev, B. S., & Khvorost, O. P. (2023). Study of the elemental composition of a series of virland fruits *Viburnum Opulus* L. *Farmatsevtychnyi Zhurnal*, 5, 62–70. <https://doi.org/10.32352/0367-3057.5.23.07>
- Mosyakin, S. L. (Ed.) & Fedoronchuk, M. M. (1999). *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. National Academy of Sciences of Ukraine M.G. Kholodny Institute of Botany. <https://doi.org/10.13140/2/1/2985/0409>

- Poiarkova, A. Y. (1958). *Viburnum* L. In B.K. Shyshkin (Ed.) *Flora SSSR* (Vol. 23), (pp. 443–458). Izd.–vo. AN SSSR. (In Russian)  
 Пояркова А.И. *Viburnum* L. *Флора СССР*. Ред. тома: Б.К. Шишкин. Ленинград: Изд.–во АН СССР. 1958. Т. 23. С 443–458.
- Prabhu, K., Karar, P. K., Ponnudurai, K., & Hemalatha, S. (2009). Pharmacognostic and preliminary phytochemical investigations on the leaves of *Viburnum punctatum* Buch.- Ham. ex D.Don. *J. Pharm. Sci. Res.*, 1, 43–50.
- Prabhu, K., Karar, P. K., Hemalatha, S., & Ponnudurai, S. (2011). Comparative micromorphological and phytochemical studies on the roots of three *Viburnum* (*Caprifoliaceae*) species. *Turk. J. Bot.*, 35, 663–670.
- Svietlova, N. B., Storozhenko, V. A., Futorna, O. A., Badanina, V. A., Tischenko, O. V., Olshanskij, I. G., & Taran, N. Yu. (2018). Estimation of the Prospects of Using Model Species of Wood Plants for the Overcoming the "City Heat Island" by Parameters of the Functional State of Photosynthetic Apparatus. *Journal of Automation and Information Sciences*. 50(12), 51–61. <https://doi.org/10.1615/JAutomatInfScien.v50.i12.40>
- Svietlova, N. B., Badanina, V. A., Kazantsev, T. A., Palagecha, R. M., & Taran, N. Yu. (2020). The climateforming ability of Magnoliaceae Juss. family in urban landscapes phytocenosis. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*, VIII(27), Issue: 224, Feb., 22–23. <https://doi.org/10.31174/SEND-NT2020-224VIII27-05>
- Takhtajan, A.L. (1987). *Systema magnoliophytorum*. Nauka (In Russian).  
 Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Ленинград: Наука, 1987. 439 с.
- Taran, N. Yu., Futorna, O. A., Olshanskyi, I. G., Tyshchenko, O. V., Boychenko, S. G., Badanina, V. A., & Svetlova, N. B. (2018). Perspectives of overcoming of climatic changes negative impact in the urbolandscape of Kyiv megapolis (based on selection of assortment of stress-resistant plant species). *Ecological Sciences*, 2 (21), 114–118. <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2018/2/2-21.pdf> (in Ukrainian)  
 Таран Н. Ю., Футорна О. А., Ольшанський І. Г., Тищенко О. В., Бойченко С. Г., Баданіна В. А., Светлова Н. Б. Перспективи подолання негативного впливу проявів кліматичних змін на урбаноландшафти Київського мегаполісу на основі підбору стрес-толерантних видів рослин світової флори. *Екологічні науки*. 2018. №2. 21. С. 114–118. <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2018/2/2-21.pdf>
- The Plant List (2013). *Viburnum*.  
<http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=viburnum>
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden (2023, Jun 23). *Viburnum opulus* L.  
<http://www.tropicos.org/Name/6000037?tab=subordinatetaxa>
- Tsymbalyuk, Z. M., & Bezusko, L. G. (2017). Pollen morphology of species of the genus *Viburnum* (*Viburnaceae* / *Adoxaceae*) in the flora of Ukraine for spore-pollen analysis. *Ukr. Bot. J.*, 74(3), 203–211. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj74.03.203> (in Ukrainian)  
 Цимбалюк З.М., Безусько Л.Г. Паліноморфологія видів роду *Viburnum* (*Viburnaceae* / *Adoxaceae*) флори України для цілей спорово-пилкового аналізу. *Укр. бот. журн.* 2017. Вип. 74, № 3. С. 203–211. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj74.03.203>
- Wang, C.–H., Tzeng, H.–Y., Tseng, Y.–H. (2014). Characteristics of leaf epidermis and its taxonomic implications of *Viburnum* L. in Taiwan. *林業研究季刊*, 36(4), 243–262.
- Zayachuk, V. Ya., & Cibulya, V. S. (2013). Species of *Viburnum* L. in gardening cities. *Scientific bulletin of UNFU*, 23(11), 30–38. (in Ukrainian)  
 Заячук В.Я., Цибуля В.С. Види роду Калина (*Viburnum* L.) в озелененні населених місць. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.11. С. 30–38.

Received: 05.03.2024. Accepted: 22.03.2024. Published: 20.05.2024.

**Ви можете цитувати цю статтю так:**

Павленко-Баришева В., Футорна О., Баданіна В.  
Ультраструктура поверхні листків видів роду  
*Viburnum* L. флори України. *Biota. Human.  
Technology*. 2024. №1. С. 81-92.

**Cite this article in APA style as:**

Pavlenko-Barysheva, V., Futorna, O., & Badanina, V.  
(2024). Surface ultrastructure of leaves of the  
species *Viburnum* L. of the flora of Ukraine. *Biota.  
Human. Technology*, 1, 81-92.

**Information about the authors:**

**Pavlenko-Barysheva V.** [*in Ukrainian: Павленко-Баришева В.*] <sup>1</sup>, PhD in Biol. Sc., Chief Specialist, e-mail: valerie.barysheva@gmail.com

ORCID: 0009-0008-7522-7740

the Department of project activities of The Department of Tourism Development, The State Agency for Tourism Development of Ukraine

2 Prorizna Street, Kyiv, 02001, Ukraine

**Futorna O.** [*in Ukrainian: Футорна О.*] <sup>2</sup>, PhD in Biol. Sc., Assoc. Prof., email: oksana\_drofa@yahoo.com

ORCID: 0000-0002-3713-6644

Department of Molecular Biotechnology and Bioinformatics, Educational Scientific Institute of High Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv

64/13 Volodymyrska Street, Kyiv, 01601, Ukraine

**Badanina V.** [*in Ukrainian: Баданіна В.*] <sup>3</sup>, PhD in Biol. Sc., Assoc. Prof., email: v.badanina@knu.ua

ORCID: 0000-0002-6866-8002

Scopus Author ID: 57203162160

Department of Plant Biology, ESC "Institute of Biology and Medicine", Taras Shevchenko National University of Kyiv  
64/13 Volodymyrska Street, Kyiv, 01601, Ukraine

---

<sup>1</sup> Data collection, funds collection.

<sup>2</sup> Study design, statistical analysis.

<sup>3</sup> Data collection, manuscript preparation.