

Анатомічна будова однорічного стебла хурми віргінської (*Diospyros virginiana* L.)

НАДІЯ РОМАНІВНА ПАВЛОВА
ВАЛЕНТИН ВОЛОДИМИРОВИЧ ПАВЛОВ
ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА БОЛЬШЕГА

PAVLOVA N.R., PAVLOVA V.V., BOLSHEHA O.O. (2017). **Anatomical structure of the one-year stem (*Diospyros virginiana* L.)**. *Chornomors'k. bot. z.*, **13** (4): 451–456. doi: 10.14255/2308-9628/17.134/3

The peculiarities of the anatomical structure of the one-year stem *D. virginiana* are analyzed and revealed. It is characterized by a subepidermal periderm with rounded lentils raised over the covering tissues. They are placed by a continuous ring along the axis of the stem lamellar parenchyma with the domination of sclerenchymal fibers in the perimedullary zone. Its characterized by the absence of clearly pronounced triangular regions of the heart rays in the secondary phloem. Well-developed mechanical tissues (lumbar cranial hips, pericyclical sclerenchyma, bast fibers, fibroids, libriform) are present in all areas of the stem. Stocking parenchyma of the primary cortex, phloem, xylem, and the core rays of the peripheral and middle parts of the core are key characteristic of anatomical structure. The distribution of mechanical and parenchymal tissues makes it possible to characterize the anatomical structure as mesoxerophytic.

Key words: periderm, primary cortex, central cylinder

ПАВЛОВА Н.Р., ПАВЛОВ В.В., БОЛЬШЕГА О.О. (2017). **Анатомічна будова однорічного стебла хурми віргінської (*Diospyros virginiana* L.)**. *Чорноморськ. бот. ж.*, **13** (4): 451–456. doi: 10.14255/2308-9628/17.134/3

Проаналізовано та виявлено особливості анатомічної будови однорічного стебла *D. virginiana*. Для нього характерним є субепідермальна перидерма, з округлими піднятими над покривними тканинами сочевичками, що розміщена суцільним кільцем вздовж осі стебла пластинчастої паренхіми з домінуванням склеренхімних волокон у перимедулярній зоні та з відсутністю чітко виражених трикутних ділянок серцевинних променів у вторинній флоемі. У всіх зонах стебла добре розвинені механічні тканини (пластинчаста колленхіма, перициклічна склеренхіма, луб'яні волокна, волокна лібриформа), а також запасуюча паренхіма первинної кори, флоєми, ксилеми, серцевинних променів периферичної і середньої частини серцевини. Розподіл механічних і паренхімних тканин дає можливість характеризувати анатомічну будову як мезоксерофітну.

Ключові слова: перидерма, первинна кора, центральний циліндр

ПАВЛОВА Н.Р., ПАВЛОВ В.В., БОЛЬШЕГА Е.О. (2017). **Анатомическое строение однолетнего побега хурмы виргинской (*Diospyros virginiana* L.)**. *Черноморск. бот. ж.*, **13** (4): 451–456. doi: 10.14255/2308-9628/17.134/3

Проанализированы и выявлены особенности анатомического строения годичного стебля *D. virginiana*. Субэпидермальная перидерма, с округлыми поднятыми над покровными тканями чечевичками, размещена сплошным кольцом вдоль оси стебля пластинчатой паренхимы с доминированием склеренхимных волокон в перимедулярной зоне и с отсутствием чётко выраженных треугольных участков сердцевинных лучей во вторичной флоэме. Во всех зонах стебля хорошо развиты механические ткани (пластинчатая колленхима, перициклическая склеренхима, лубяные волокна, волокна либриформа), а также запасующая паренхима первичной

коры, флоэмы, ксилемы, сердцевинных лучей периферической и средней части сердцевины. Распределение механических и паренхимных тканей дает возможность характеризовать анатомическое строение как мезоксерофитное.

Ключевые слова: перидерма, первичная кора, центральный цилиндр

Рід Хурма (*Diospyros* L.) належить до родини Ебенові (*Ebenaceae* Guerke) і є найбільшим з трьох родів цієї родини. Щодо кількості видів роду немає єдиної думки. Аналіз літератури свідчить про те, що загальна кількість їх становить від 160 до 500. Рід *Diospyros*, як і вся родина *Ebenaceae*, – тропічний, з найбільшою концентрацією в Малайзії, лише декілька видів його розповсюджені у Західній Азії, Японії і південно–східній частині США. Види *Diospyros* належать до помірних теплолюбних представників крайніх північних, листопадних, субтропічних лісів [HRUBOV, TAKHTADZYAN, 1974]. Найбільше видове різноманіття роду *Diospyros* зосереджено в Африці (103 види), Китаї, де із 60 видів – 43 ендемічні, в Індії – 66 видів [TAKHTADZYAN, 1974].

Об'єкт нашого дослідження хурма віргінська (*Diospyros virginiana* L.) – найбільш морозостійкий вид роду, що витримує у себе на батьківщині морози до -30°C і нижче. Природне поширення цього виду пов'язано з Атлантичним узбережжям Північної Америки. Хурма віргінська (*D. virginiana*) – листопадне дерево до 30 м заввишки. Молоді гілки з темною червоно- або сіро-коричневою корою й округлими сочевичками. Пагони гладкі чи опушені. Листки чергові, еліптичні, широко-клиноподібні або серцеподібні, зверху темно-зелені, блискучі, знизу сіро-зелені, опушені. Плоди з дуже високим вмістом бетакаротину (провітаміну А). Зрілі плоди містять до 20% глюкози, багаті вітаміном С, калієм, кальцієм, залізом, йодом та міддю, низкою незамінних амінокислот, що робить їх дуже корисними для запобігання серцево-судинних захворювань. Хурма широко використовується як харчова і лікарська рослина [HRUBOV, TAKHTADZYAN, 1974]. Дослідженню особливостей будови та поширенню хурми присвячено роботи низки вчених [TAKHTADZYAN, 1974; GRYGORIEVA et al., 2017a, b]. В Україні дослідження цього були спрямовані на вивчення процесів акліматизації та подальшого господарського використання [DEREVYANKO, 2007, 2008, 2013]. Анатомічна будова вегетативних органів не вивчалась, що робить наші дослідження актуальними.

Матеріали та методи дослідження

Робота виконана за методикою, розробленою І.Г. Серебряковим та Т.І. Серебряковою [SEREBRYAKOV, 1952, 1962; SEREBRYAKOVA 1976, 1977, 1981] на матеріалі, зібраному в Ботанічному саду Херсонського державного університету протягом 2013–2016 років. Для детального вивчення анатомічної будови зрізали різні ділянки пагонів довжиною 15–20 см. Анатомічну будову одно- та дворічних пагонів вивчали на серії поперечних зрізів, виготовлених за допомогою леза. Зрізи на виявлення крохмалю обробляли розчином йоду в водному розчині йодистого калію. Здерев'янілі елементи виявляли флороглюцином і соляною кислотою, а кутикулу й опробковілі оболонки – спиртовим розчином судана III або IV. Зрізи, оброблені реактивами, заключали в гарячий гліцерин з желатином. Деталі зрізів вивчали за допомогою мікроскопа MicroMed-2, виміри подано у форматі $(\text{Min})\text{-}X \pm S(\text{-Max}) \mu\text{m}$ [n = 25], де Min – мінімальне значення, Max – максимальне значення, X – середнє значення, S – стандартне відхилення. Вимірювання проведено з точністю до 5 мкм. Мікропрепарати фотографували при збільшенні мікроскопа (об'єктив 8, окуляр 15) за допомогою телефону (Fly Era Life 5, камера 5 МПікс) та мікроскопічної цифрової камери «Levenhuk C510 NG».

Результати досліджень та їх обговорення

Покривні тканини. Молодий пагін покритий первинною покривною тканиною – одношаровою епідермою. Зовнішня оболонка периклінальної стінки клітин епідермальної тканини сильно потовщена і вкрита товстим шаром воску і кутикули. Клітини великі плоскі, трихоми відсутні. Клітини епідерми $(17,8-12 \pm 10(-37,5) \mu\text{m}$ завширшки та $(16,6-18 \pm 9(-20,2) \mu\text{m}$ завдовжки (Рис. 1А).

Перидерма виникає з субепідермального шару, вона включає 3–5 шарів клітин корока, що розташовані перпендикулярно до клітин епідерми і щільно прилягають одна до одної, $(16,6-11 \pm 6(-20,2) \mu\text{m}$ завширшки та $(34,3-11 \pm 10(-16,2) \mu\text{m}$ завдовжки. Під клітинами корока знаходиться одношаровий фелоген. Внутрішній шар перидерми – одношарова фелодерма, з великими фізіологічно активними клітинами. В перидермі формуються округлі сочевички, через які відбувається газообмін. Сочевички виступають над покривними тканинами, їх середня глибина складає $77,8 \mu\text{m}$; висота – $133,5 \mu\text{m}$; ширина – $679,6 \mu\text{m}$ (Рис. 1В).

Первинна кора *D. virginiana* починається живою потовщеною на тангенціальних стінках 3–4 шаровою пластинчастою коленхімою, яка розміщена вздовж осі стебла суцільним кільцем під покривною тканиною. Клітини коленхіми $(14,2-21 \pm 6(-20,4) \mu\text{m}$ завширшки та $(16,6-19 \pm 5(-20,2) \mu\text{m}$ завдовжки. Під коленхімою розміщена паренхіма первинної кори, її клітини, $(12-28 \pm 9(-42) \mu\text{m}$ завширшки та $(10-18 \pm 7(-40) \mu\text{m}$ завдовжки, живі з міжклітинниками. В ній відкладається запасний крохмаль та олія. У місцях контакту коленхіми і паренхіми мало відрізняються між собою за формою клітин і поступово переходять одна в іншу. Внутрішня межа первинної кори – ендодерма. У *D. virginiana* морфологічно диференційована ендодерма відсутня. Внутрішній шар первинної кори включає паренхімні клітини з крохмалем і його в стеблі *D. virginiana* можна виділити як крохмаленосну піхву (Рис. 1С).

Центральний циліндр. Під первинною корою до середини органа розташований осьовий або центральний циліндр. Він включає перициклічну зону, провідні тканини і серцевину (Рис. 2F). При первинній анатомічній будові стебла *D. virginiana* перицикл складається з одного шару тонкостінних клітин. Для вторинної будови характерна перициклічна зона, в якій чергуються ділянки з 12–20 клітин склеренхімних волокон і 2–6 паренхімних клітин.

Під перициклічною зоною розміщена флоема. Первинна флоема зовні прилягає до перициклічної зони. Вторинна флоема розділена паренхімними одно–дворядними серцевинними променями на ділянки, в яких чергуються механічні склеренхімні волокна (твердий луб) і провідні ситовидні елементи (м'який луб та луб'яна паренхіма). Ділянки твердого та м'якого луба розміщені мозаїчно. Паренхімні клітини серцевинних променів $(7-13 \pm 5(-16) \mu\text{m}$ завширшки та $(10-15 \pm 8(-22) \mu\text{m}$ завдовжки, тоді як клітини луб'яної паренхіми $(9-11 \pm 9(-13) \mu\text{m}$ завширшки та $(14-17 \pm 9(-20) \mu\text{m}$ завдовжки

Під флоемною ділянкою розміщена двошарова осіння та багатошарова весняна камбіальні зони з клітинами $(5-11 \pm 3(-18) \mu\text{m}$ завширшки та $(5-11 \pm 3(-17) \mu\text{m}$ завдовжки. Клітини камбію розтягнуті в радіальному напрямку і розділені периклінально. Під камбієм розташована зона деревини, яка включає водопровідні елементи ксилеми (судини), волокна лібриформа і єдиний живий компонент ксилеми – паренхіму серцевинних променів.

Ксилемна зона вторинного походження відносно широка та однорідна, в ній домінують волокна лібриформа і судини. Починаючи від серцевини через увесь центральний циліндр тягнуться від 140 до 144 крохмаленосних первинних і вторинних серцевинних променів.

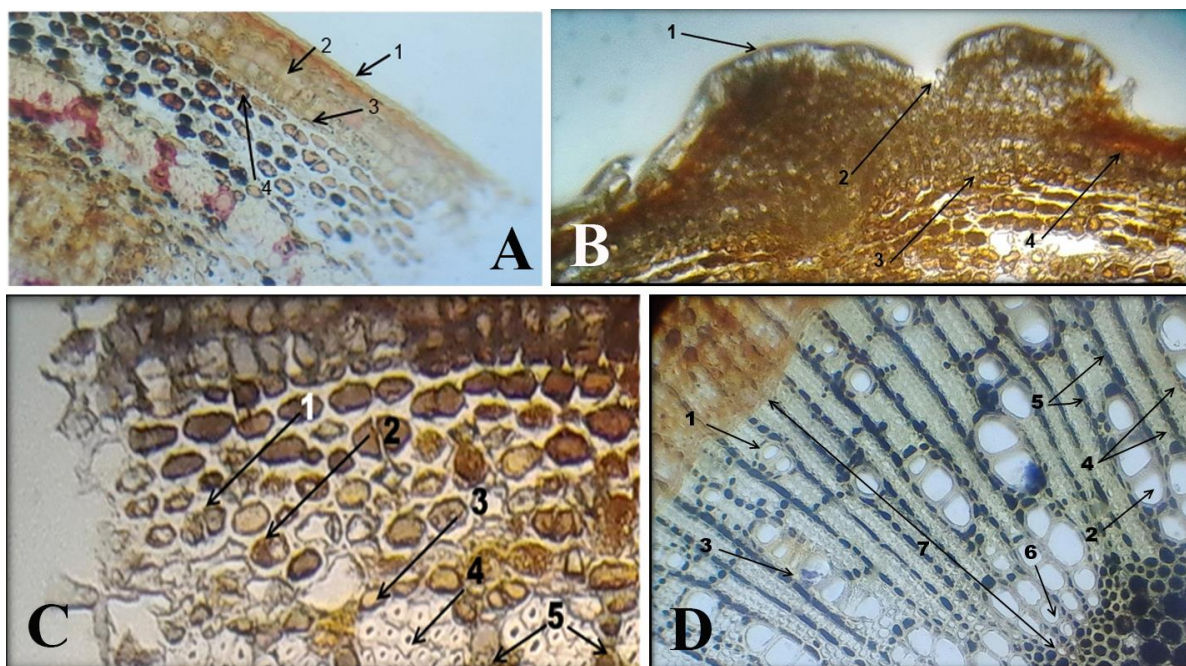


Рис. 1. Анатомічна будова стебла *D. virginiana*. А. Покривні тканини: 1 – залишки епідерми, 2 – фелема (корок), 3 – фелоген (корковий камбій), 4 – фелодерма; В. Сочевичка: 1 – залишки епідерми, 2 – відкрита сочевичка, 3 – виповнюючі клітини, 4 – корок; С. Тканини первинної кори та перициклічної зони: 1 – пластинчаста коленхіма, 2 – паренхіма первинної кори, 3 – ендодерма, 4 – перициклічна склеренхіма, 5 – перициклічна паренхіма; D. Ксилемна зона (у розчині I в KI): 1 – судини вторинної ксилеми, які сформовані восени, 2 – судини вторинної ксилеми, які сформовані восени, 3 – запасуюча ксилемна паренхіма серцевинних променів, 4 – волокна лібриформа, 5 – серцевинний промінь, 6 – первинна ксилема, 7 – вторинна ксилема.

Fig. 1. Anatomical structure of the stem *D. virginiana*. A. Cover tissue: 1 – residues of the epidermis, 2 – cork, 3 – cork cambium, 4 – felloderma; B. Sweet pepper: 1 – the remains of the epidermis, 2 – open lentil, 3 – filling cells, 4 – bark; C. Fabrics of the primary cortex and pericyclic zone: 1 – lumbar kneecap, 2 – primary parenchyma, 3 – endoderm, 4 – pericyclic sclerenchyma, 5 – pericyclic parenchyma; D. Xylem zone (in I/KI solution): 1 – elderly xylem, 2 – spring xylem, 3 – storage xylem of the core rays parenchyma, 4 – librimform fiber, 5 – core ray, 6 – primary xylem, 7 – secondary xylem.

Вони складаються з паралельно розташованих паренхімних клітин, первинні і частина вторинних серцевинних променів завершується незначними розширеннями у флоемній зоні, що пов'язано із збільшенням розмірів клітин (Рис. 1D).

Судини вторинної ксилеми мають чітку диференціацію на клітини весняної та осінньої ксилеми. Вони різняться за розмірами. Судини весняної ксилеми товстостінні $(25-48 \pm 13(-80) \mu\text{m}$ завширшки і $(26-49 \pm 14(-80) \mu\text{m}$ завдовжки, а судини, сформовані восени, менші за розмірами, $(20-26 \pm 12(-56) \mu\text{m}$ завширшки та $(13-22 \pm 14(-45) \mu\text{m}$ завдовжки. Первинна ксилема включає дрібні елементи і межує з перимедулярною зоною. Вона навколо серцевини має нерівні обриси і поступово, без чіткої межі, переходить у вторинну ксилему. У вторинній ксилемі добре розвинена паренхіма серцевинних променів і контактна з судинами паренхіма, її клітини $(10-20 \pm 5(-29) \mu\text{m}$ завширшки та $(8-14 \pm 4(-26) \mu\text{m}$ завдовжки. Уся паренхіма вторинної ксилеми крохмаленосна.

Центральну частину стебла займає серцевина (Рис. 2E). Вона складається з паренхімних клітин. В перимедулярній зоні серцевини [EZAU, 1980] клітини дрібні, розміщені компактно, крохмаленосні. Середня і центральна частини серцевини включають тонкостінні паренхімні клітини з міжклітинниками. Середня частина крохмаленосна, а центральна – ні.

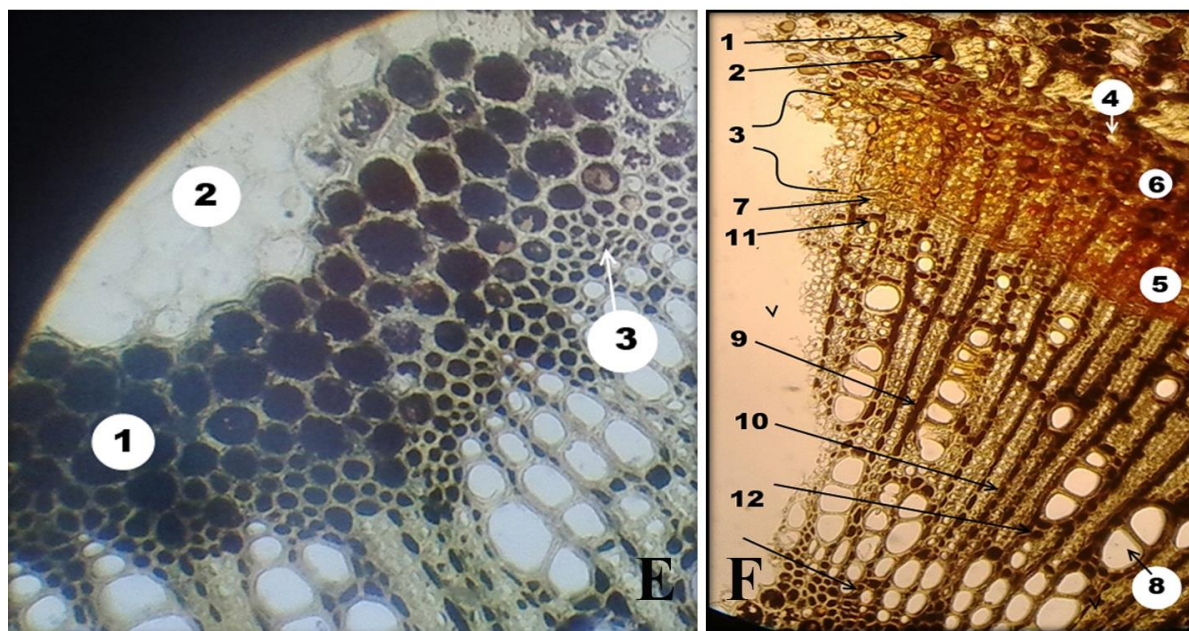


Рис. 2. Анатомічна будова стебла *D. virginiana*. Е. Серцевина (у розчині І в КІ): 1–3 запасуюча паренхіма серцевини), 2 – центральна паренхіма серцевини без запасних речовин; F. Центральний циліндр: 1 – паренхімні ділянки перициклічної зони, 2 – склеренхімні ділянки перициклічної зони, 3 – флоємна ділянка, 4 – первинна флоєма, 5 – вторинна флоєма, 6 – провідні та механічні елементи вторинної флоєми, 7 – камбій, 8 – судини вторинної ксилеми, 9 – волокна лібриформа, 10 – паренхіма контактна з судинами, 11 – вторинний серцевинний промінь, 12 – первинна ксилема, 13 – первинний серцевинний промінь.

Fig. 2. Anatomical structure of the stem *D. virginiana*. E. Cardiac: 1–3 stocking parenchyma of the core (reaction to starch), 2 – central parenchyma of the core without spare substances; F. Central cylinder: 1 – parenchymal portions of pericyclical zone, 2 – scleral area of the pericyclical zone, 3 – phloem area, 4 – primary phloem, 5 – secondary flotation, 6 – conductive and mechanical elements of the secondary phloem, 7 – cambium, 8 – vessels of secondary xylem, 9 – librimform fibers, 10 – parenchyma contact with vessels, 11 – secondary cardiac ray, 12 – the primary xylem, 13 – the primary core beam.

Клітини паренхіми в перимедулярній зоні (5–)6 ± 4(–7) μm завширшки та (7–)9 ± 7(–11) μm завдовжки, середньої частини (13–)20 ± 6(–37) μm завширшки та (13–)24 ± 8(–47) μm завдовжки, а центральної частини (29–)48 ± 12(–71) μm завширшки та (26–)41 ± 8(–56) μm завдовжки.

Висновки

Анатомічна будова однорічного стебла *D. virginiana* має ряд спільних для стебел деревних дводольних рослин рис: паренхімна серцевини функціонує як запасуюча тканина, первинна ксилема має нерівні обриси і поступово без чіткої межі переходить у вторинну ксилему, що включає згруповані у тяжі водопровідні механічні паренхімні елементи, у вторинній флоємі мозаїчно розміщені ділянки твердого і м'якого луба.

Особливості анатомічної будови однорічного стебла *D. virginiana*: субепідермальна перидерма, з округлими піднятими над покривними тканинами сочевичками, розміщена суцільним кільцем вздовж осі стебла пластинчастої паренхіми з домінуванням склеренхімних волокон у перимедулярній зоні та з відсутністю чітко виражених трикутних ділянок серцевинних променів у вторинній флоємі.

У всіх зонах стебла добре розвинені механічні тканини (пластинчаста коленхіма, перициклічна склеренхіма, луб'яні волокна, волокна лібриформа), а також запасуюча паренхіма первинної кори, флоєми, ксилеми, серцевинних променів периферичної і середньої частини серцевини. Розподіл механічних і паренхімних тканин дає можливість характеризувати анатомічну будову як мезоксерофітну.

References

- DEREVYANKO V.M. (2007). *Chornomors'k. bot. z.*, **3** (2): 60–66. [ДЕРЕВ'ЯНКО В.М. (2007). Результати перезимівлі (2005-2006 рр.) хурми східної (*Diospyros kaki* L.) в Дослідному господарстві «Новокаховське» (Херсонська обл., Україна). *Чорноморськ. бот. ж.*, **3** (2): 60–66]
- DEREVYANKO V.M. (2008). *Chornomors'k. bot. z.*, **4** (1): 56–60. [ДЕРЕВ'ЯНКО В.М. (2008). Інтродукція *Diospyros kaki* Thunb. в дельті Дунаю. *Чорноморськ. бот. ж.*, **4** (1): 56–60]
- DEREVYANKO V.M. (2013). *Chornomors'k. bot. z.*, **9** (4): 584–594. [ДЕРЕВ'ЯНКО В.М. (2013). Інтродукція та перспективи господарського використання хурми кавказької (*Diospyros lotus* L.) на півдні України. *Чорноморськ. бот. ж.*, **9** (4): 584–594]
- GRYGORIEVA O., MOTULEVA S., NIKOLAIEVA N., KLYMENKO S., SCHUBERTOVÁ Z., BRINDZA J. (2017). Pollen grain morphological characteristics of american persimmon (*Diospyros virginiana* L.). *Agrobiodiversity*, **1**: 151–158.
- GRYGORIEVA O., MOTULEVA S., NIKOLAIEVA N., KLYMENKO S., SCHUBERTOVÁ Z., BRINDZA J. (2017). Morphological characteristics and determination of volatile organic compounds of *Diospyros virginiana* L. genotypes fruits. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, **1**: 612–622.
- HRUBOV V.Y., TAKHTADZIAN A.L. (1974). *Derevyu y kustarnuku*. М.: ООО «Yzdatelstvo АСТ», 363 р. [ГРУБОВ В.И., ТАХТАДЖЯН А.Л. (1974). *Деревья и кустарники*. М.: ООО «Издательство АСТ», 363 с.]
- SEREBRYAKOV Y.H. (1952). *Morfologyya vehetativnykh orhanov vysshikh rastenyu*. М.: Sovetskaya nauka, 391 р. [СЕРЕБРЯКОВ И.Г. (1952). *Морфология вегетативных органов высших растений*. М.: Советская наука, 391с.]
- SEREBRYAKOV Y.H. (1962). *Ekolohycheskaya morfologyya rastenyu*. М.: Vysshaya shkola, 378 р. [СЕРЕБРЯКОВ И.Г. (1962). *Экологическая морфология растений*. М.: Высшая школа, 378 с.]
- SEREBRYAKOVA T.Y. (1976). *Problemy ekolohycheskoy morfologyy*: 216–238. [СЕРЕБРЯКОВА Т.И. (1976). Некоторые итоги ритмологических исследований в разных ботанико–географических зонах СССР. *Проблемы экологической морфологии*: 216–238]
- SEREBRYAKOVA T.Y. (1977). *Byul. MOYP. Otd. Byol.*, **82** (5): 112–128. [СЕРЕБРЯКОВА Т.И. (1977). Об основных архитектурных моделях травянистых многолетников и модусах их преобразования. *Бюл. МОИП. Отд. биол.*, **82** (5): 112–128]
- SEREBRYAKOVA T.Y. (1981). *Zhyznennyye formy: struktura, spektry y evolyutsyya*: 161–179. [СЕРЕБРЯКОВА Т.И. (1981). Жизненные формы и модели побегообразования наземно–ползучих многолетних трав. *Жизненные формы: структура, спектры и эволюция*: 161–179]
- TAKHTADZIAN A.L. (1974). *Zhyzn rastenyu: v 6–ty tomakh*. М.: Proshchvechenye, pp. 77–80.
- EZAU K. (1980). *Anatomaya segmentih rastenii*. М.: Mir, 156–165. [ЭЗАУ К. (1980). *Анатомия сегментных растений*. М.: Мир, 156–165]

Рекомендує до друку
Мельник Р.П.

Отримано 02.11.2017

Адреси авторів:

Н.Р. Павлова, О.О. Большеега
Херсонський державний університет
вул. Університетська, 27
Херсон 73000
Україна
e-mail: lena.bolsheha@i.ua

Authors addres:

N.R. Pavlova, O.O. Bolsheha
Kherson State University
27, Universytetska Str.
Kherson 73000
Ukraine
e-mail: lena.bolsheha@i.ua

В.В. Павлов
Херсонський державний аграрний університет
вул. Стрітенська, 23
Херсон 73006
Україна

V.V. Pavlov
Kherson State Agrarian University
23, Stritenska Str.
Kherson 73006
Ukraine