



УДК 581.4:581

DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2022-1-1-6>

Порівняльна морфологія квітки *Allium cepa* L. (*Amaryllidaceae* J.St.-Hil.)

Оксана Фіщук

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

Адреса для листування: Fishchuk.Oksana@vnu.edu.ua

Отримано: 21.04.22; прийнято до друку: 15.06.22; опубліковано: 30.06.22

Резюме. Вивчено морфологічну будову та васкулярну анатомію квітки *Allium cepa*. Виявлено нові морфологічні ознаки вертикальної зональності гінецею та васкулярної анатомії квітки, які раніше не використовувались у систематиці родини *Amaryllidaceae*. Мікроморфологічні препарати 15 квіток *Allium cepa* виготовили, використовуючи стандартні методи просочення рослинного матеріалу парафіном. Описано виготовлені зрізи квітки на стадії бутону завтовшки 15-20 мкм за допомогою ротатійного мікротома. Ми встановили наявність трьох вертикальних зон у гінецеї *Allium cepa*: в основі гнізд наявна синасцидіатна зона, вище симплікатна структурна зона, в якій містяться насінні зачатки, та гемісимплікатна зона, яка висотою займає верхню частину гнізд. Мікроморфологію та васкулярну анатомію квітки вивчали за допомогою поперечних зрізів квітів. Квітконіжка в *Allium cepa* біля основи містить 6 провідних пучків, які вище на рівні дають початок 12 провідним пучкам, слідам листочків оцвіттини та слідам тичинок; дорзальні провідні пучки відходять вище. Дорзальні пучки плодолистика однопучкові. В центрі зав'язі утворюється провідний циліндр із дрібних провідних пучків, які вище на рівні появи гнізд реорганізуються в три півмісяцеві провідні пучки – корені вентрального комплексу. Вище ці пучки реорганізуються у 6 масивних провідних пучків і живлять насінні зачатки – вентральні пучки плодолистка. Насінних зачатків по 2 в кожному гнізді, слід насінного зачатка однопучковий. Вище гнізд зав'язі вентральні та дорзальні пучки плодолистика закінчуються сліпо. Сліди зовнішніх та внутрішніх листочків оцвіттини та сліди тичинок однопучкові.

Нові отримані нами дані допомогли поглибити знання про морфологію та васкулярну анатомію квітки *Allium cepa* та допоможуть порівняти отримані морфологічні та анатомічні особливості з ознаками, вивченими раніше, для представників родини *Amaryllidaceae* з метою подальшого їх використання в систематиці.

Ключові слова: *Allium cepa*, морфологія квітки, васкулярна анатомія, зав'язь, провідні пучки.

Comparative flower morphology in *Allium cepa* L. (*Amaryllidaceae* J.St.-Hil.)

Oksana Fishchuk

Lesya Ukrainka Volyn European National University, Lutsk, Ukraine

Correspondence: Fishchuk.Oksana@vnu.edu.ua

Abstract. The morphological structure and vascular anatomy of the flower of *Allium cepa* were studied. New morphological features of the vertical zonality of the gynoecium and the vascular anatomy of the flower, which were not previously used in the taxonomy of the *Amaryllidaceae* family, were revealed. Micromorphological preparations of 15 *Allium cepa* flowers were prepared using standard methods of impregnation. Sections of a flower at the bud stage with a thickness of 15-20 μm using a rotary microtome were described. We established the presence of three vertical zones in the *Allium cepa* gynoecium: a synascidiate zone was present at the locule base, a symplicate structural zone above, which contains the ovules, and a hemisym plicate zone, which occupies the upper part of the locule. The micromorphology and vascular anatomy of the flower were studied using transverse sections of flowers. The peduncle in *Allium cepa* contains 6 vascular bundles at the base, which at a higher level give rise to 12 vascular bundles, traces of tepals and traces of stamens; dorsal vascular bundles depart higher. The dorsal carpel bundles were single-bundled. In the center of the ovary, a vascular cylinder was formed from small vascular bundles, which were reorganized higher at the level of the appearance of the locules into three semilunar vascular bundles - the roots of the ventral complex. Above, these bundles reorganized into 6 massive vascular bundles and supplied ovules – ventral bundles of carpel. There were two ovules in each

locule, the trace of the ovules was single-bundle. Above the ovary locules, the ventral and dorsal bundles of the carpel end blindly. Traces of outer and inner tepals and traces of stamens was single-bundled.

The new data we obtained helped to deepen the knowledge about the morphology and vascular anatomy of the *Allium cepa* flower and will help to compare the obtained morphological and anatomical features with the features previously studied for representatives of the *Amaryllidaceae* family for their further using in taxonomy.

Keywords: *Allium cepa*, flower morphology, vascular anatomy, ovary, vascular bundle.

ВСТУП

Систематика родини *Amaryllidaceae* базується на сучасних молекулярних даних [3, 16], але існує дискусія щодо місця деяких родів у підродинах та трибах, оскільки мікроморфологічні ознаки квітки та ознаки васкулярної анатомії раніше не були використані для систематики родини. Тому вивчення мікроморфології та васкулярної анатомії квітки досить актуальне для сучасної систематики, оскільки ми вивчаємо нові ознаки, які можна використати для побудови філогенетичних дерев. Окремі представники родини *Amaryllidaceae* були нами вивчені раніше [5–9].

Підродина Allioideae включає 13-16 родів і 750 видів [4], які об'єднані у чотири триби: Allieae: *Allium* L. (incl. *Milula* Prain); Gilliesieae: *Ancrumia* Harv. ex Baker, *Erinna* Phil., *Gethyum* Phil., *Gilliesia* Lindl. (incl. *Pabellonia* Quezada & Martic. And *Stemmatium* Phil.), *Miersia* Lindl., *Schickendantziella* Looser, *Solaria* Phil., *Speea* Loes., *Trichlora* Baker; Leucocoryneae: *Beauverdia* Herter, *Ipheion* Rafinesque, *Leucocoryne* Lindl., *Nothoscordum* Kunth., *Tristagma* Poepp., *Zoellnerallium* Crosa (1975); Tulbaghieae: *Tulbaghia* L., *Prototulbaghia* Vosa. Підродина Allioideae – безстебельні або короткостебельні дворічні або багаторічні геофіти, часто із сильним запахом; стебло зазвичай потовщується і часто утворює цибулину, бульбове кореневище або рідше бульбоцибулину, огорнуту сухими лусочками або основою листків. Листки лінійні, ниткоподібні, ланцетні або зрідка яйцеподібні, плоскі, часто м'ясисті, іноді утворюють псевдостебло навколо квітконоса.

Квітконіс від верхівки кожного пагона або цибулини іноді також бічний, плоский або кутастий, безлистя, за винятком верхівки. Суцвіття переважно зонтикоподібне, утворене з 1 або більше скорочених цимів, рідше редукованих до однієї квітки, в одного роду – колос (*Milula*). Суцвіття огорнуте 2, рідше 1 або кількома мембранними, іноді об'єднаними кулястими приквітками, що огортають молоде суцвіття, його пагони або окремі квітконоси; іноді також наявні менші перетинчасті приквіткі. Квіти гермафродити, зазвичай актиноморфні або зигоморфні в *Solaria*, *Miersia* та *Gilliesia*. Листочків оцвіттини 3+3 (рідше 3 або 3+2), зазвичай однакові, об'єднані біля основи, майже вільні або утворюють трубку; вільні листочки оцвіттини прямостоячі, розлогі або вигнуті. Лусочки або відростки між листочками

оцвіттини і тичинками різного походження часто утворюють корону [15].

Тичинок зазвичай 3+3, рідше 3 або 2. Тичинкові нитки прирослі до листочків оцвіттини, вільні одна від одної або об'єднані, часто з латеральними, дорзальними або верхівковими відростками. Пиляки гнучкі, базифіксні, інтрозні, відкриваються поздовжніми щілинами. Зав'язь верхня або, як у *Allium sicutum* та *A. tripedale*, майже напівнижня; складається з трьох плодолистків, містить три гнізда зав'язі; у зав'язі наявні септальні нектарники; 2 або кілька насінних зачатків у кожному гнізді. Насінні зачатки анатропні або кампілотропні. Стовпчик прямостоячий, на верхівці зав'язі у родах *Allium* і *Milula* гінобазичний. Приймочка головчаста або трилопатева з сухою, а іноді й вологою поверхнею. Плід – локуліцидна коробочка з кількома або численними насінинами. Насінини або досить дрібні, яйцеподібні або від еліпсоїдоподібного до заокругленого в перерізі, або більш великі, кутасті, від напівкруглого до трикутного в перерізі або у *Tulbaghia* плоскі. Складається з 13 родів і близько 600 видів; більшість родів зосереджені в Південній Америці, зокрема в Чилі. Рід *Allium* з 260-700 видами поширений у північній півкулі [15].

У всі часи людство використовувало кілька видів роду *Allium* як їжу, прянощі або трав'яний засіб. Деякі з цих видів культивуються, наприклад часник (*Allium sativum*) або цибуля (*Allium cepa*). Сьогодні їхнє значення для охорони здоров'я людини є однією з найважливіших цілей досліджень. До теперішнього часу відомо багато застосувань видів *Allium* для використання фітофармацевтичних препаратів. Тому дослідження з визначення фітохімічного профілю культивованого часнику (*Allium sativum*) і червоної цибулі (*Allium cepa*) в Алжирі як кількісно (загальний вміст фенолів, загальний вміст флавоноїдів, конденсованих та гідролізованих дубильних речовин), так і якісно (фітохімічний скринінг), щоб охарактеризувати фенольні сполуки за допомогою методу HPLC і для оцінки антиоксидантних властивостей за допомогою аналізу DPPH, є дуже актуальним [2].

Allium cepa можна використовувати не тільки як приправу в кулінарії, але й як ліки в Індонезії. Частина рослин, яку можна використовувати як ліки, входить до складу цибулин. Цибулини *Allium cepa* містять вторинні метаболіти, фенол, флавоноїди та терпеноїди, які мають антибактеріальну дію. Визначенням антимікробної активності н-гексану,

етилацетату та 1-бутанолу фракції цибулин *Allium cepa* проти *Staphylococcus aureus* як грампозитивних бактерій та *Escherichia coli* як грамнегативних бактерій методом дискової дифузії займалися вчені з Індонезії [13].

Дослідження вмісту мікроелементів (Sc, Cr, Co, Sb і Cs) у генетичних шарах зрошуваних сіро-бурих ґрунтів, окультурених у різних ступенях, та в органах (цибулинах, листках, корінні) *Allium cepa* і геохімічні властивості цих мікроелементів було здійснено узбецькими вченими. Доведено, що під впливом зрошувальних вод змінюється агрохімічний та мікроелементний склад сіро-бурих ґрунтів різного ступеня окультурення, де як основну культуру вирощують *Allium cepa*. Виконано розробку геохімічних спектрів вмісту мікроелементів в орних шарах свіжо меліорованих і довгостроково зрошуваних сіро-бурих ґрунтів, на яких вирощують цибулю, а також у складі різних вегетативних органів *Allium cepa*. Визначено сильний позитивний кореляційний зв'язок між мікроелементами у складі ґрунту та цибулі та доведено, що коефіцієнт біологічного поглинання *Allium cepa* знаходиться в межах 0,02-0,07 [10].

Узагальнені дослідження морфологічних характеристик, хімічного складу, стандартів якості, параметрів сушіння та вимоги до зберігання *Allium cepa* висвітлені у праці німецьких учених [12]. Під час сезону 2021 року в Коледжі садівництва (Rajendra nagar, Hyderabad) було проведено польовий експеримент, щоб оцінити генетичне різноманіття цибулі. Сорок генотипів цибулі було оцінено за десятьма ознаками у випадковому блоковому плані для вивчення генетичної дивергенції. Ці генотипи можуть бути використані як батьківські в програмі селекції для підвищення продуктивності цибулі [14].

Незважаючи на всебічне вивчення представників роду *Allium*, внутрішня структура гінцею та септального нектарника, як і анатомія квітки, вивчались дуже обмежено [12, 15]. Тому метою нашої роботи є з'ясування нових особливостей морфології квітки і внутрішньої структури гінцею у *Allium cepa*.

ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ

15 квіток *Allium cepa* зібрані у Ботанічному саду імені академіка Олександра Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка на стадії бутону перед розкриванням і цвітінням та зафіксовані у 70% етанолі. Препарати серій

поперечних зрізів десяти квіток завтовшки 20мкм виготовлено згідно зі стандартною методикою [1]. Зрізи зафарбовані Сафраніном (Safranin) і Астра-Блау (AstraBlau) та залиті в Еукітт (Eukitt). Цифрові мікрофотографії зроблені за допомогою мікроскопа AMSCOPE T490B-10M (США) та цифрової камери AMSCOPE 10MP MU1000 (США). Висоту вертикальних зон заяві обчислювали за сумою поперечних зрізів. Внутрішню структуру гінцею аналізували згідно з концепцією вертикальної зональності гінцею В. Ляйнфельнера [11].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Квіти *Allium cepa* 0,4-0,5 см завдовжки, актиноморфні, білі. Квітконіс 45-60 см довжиною та 1,3 см у діаметрі біля основи та 0,7 см на верхівці. Квітки зібрані у сферичний зонтик із дрібних квіток. Приквітки – дві пірамідальні із загостренням, майже 0,5 см біля основи та 2,5 см завширшки, шкірясті, світло-коричневі. Квітконіжка до 1,5 см завдовжки, приблизно 0,1 см у діаметрі (рис. 1, А). Листочки оцвіттини *Allium cepa* вільні. Зовнішні три листочки оцвіттини завдовжки 0,4 см та 0,2 см завширшки, а внутрішні листочки оцвіттини 0,3 см довжиною та 0,1 см шириною.

Тичинок в *Allium cepa* шість – по три тичинки зовнішнього кола і три тичинки внутрішнього кола; всі вільні. Тичинкові нитки внутрішні 0,3 см завдовжки та 0,05 см у діаметрі, зовнішні тичинкові нитки довжиною 0,4 см, та діаметр тичинкової нитки 0,05 см. Пиляки лінійні, інтрорзні, дорзифіксні. Пиляки зовнішніх тичинок довжиною 0,1 см завдовжки та 0,04 см у діаметрі, а пиляки внутрішніх тичинок 0,15 см завдовжки та 0,05 см у діаметрі. Пиляки кріпляться нижче середини висоти пиляка до тичинкової нитки (рис. 1, Б).

Гінцею *Allium cepa* довжиною 0,4 см. Зав'язь верхня, довжиною 0,2 см та 0,3 см у діаметрі, тригранна, масивна, білого кольору. Стовпчик білого кольору довжиною 0,2 см і 0,05 см у діаметрі, дуги звужується. Приймочка головчаста, трилопатева, довжиною 0,05 см та 0,05 см у діаметрі (рис.1, В). Плід *Allium cepa* – локуліцидна коробочка, трикутна, зверху сплюснена, насінини шаровидні, кугасті, чорні.

У верхній частині квітконіжки, в основі квіткової трубки, у тичинкових нитках і в стінці зав'язі наявні ідіобласти з клітинними включеннями – рафідами. У вільних верхівках листочків оцвіттини, в'язальці та стовпчику вони відсутні.

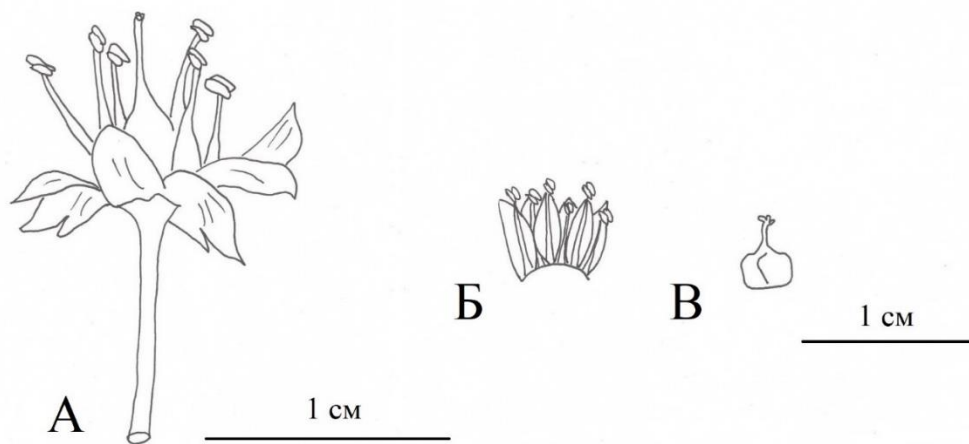


Рис. 1. Морфологія квітки *Allium sera* L.:

A – загальний вигляд квітки, Б – розгорнута оцвітина та андроцей, В – маточка.

У зав'язі *Allium sera* ми виділяємо такі структурні зони: синасцидіатну структурну зону висотою приблизно 220 мкм; фертильну симплікатну структурну зону, висота якої приблизно 60 мкм та гемісимплікатну зону висотою 350 мкм. Септальні нектарники з'являються нижче на 80 мкм від появи гнізд зав'язі масивними щілинами та відкриваються нектарними щілинами, містять три зони септального нектарника – зону роздільного, зону «ліліюїдного» об'єднаного нектарника та зону зовнішнього нектарника. Загальна висота септального нектарника 700 мкм. Дах зав'язі становить 640 мкм і основа зав'язі 120 мкм (рис. 2).

Квітконіжка в *Allium sera* біля основи містить 6 провідних пучків (рис. 3, А), які вище на рівні дають початок 12 провідним пучкам, слідам листочків

оцвітини та слідам тичинок; дорзальні провідні пучки відходять вище (рис. 3, Б). Дорзальні пучки плодолистика однопучкові. В центрі зав'язі утворюється провідний циліндр (рис. 3, Г) із дрібних провідних пучків, які вище на рівні появи гнізд реорганізуються в три півмісяцеві провідні пучки – корені вентрального комплексу (рис. 3, Д). Вище ці пучки реорганізуються у 6 масивних провідних пучків і живлять насінні зачатки – вентральні пучки плодолистків (рис. 3, Д). Насінних зачатків по 2 в кожному гнізді, слід насінного зачатка однопучковий (рис. 2.). Вище гнізд зав'язі вентральні та дорзальні пучки плодолистика закінчуються сліпо. Сліди зовнішніх та внутрішніх листочків оцвітини та сліди тичинок однопучкові (рис. 3, Е).

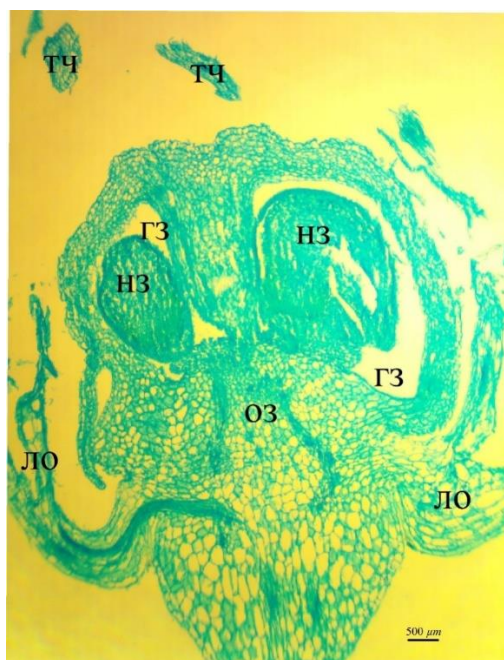


Рис. 2. Поздовжній зріз зав'язі *Allium sera*: гз – гніздо зав'язі; ло – листочок оцвітини; нз – насінний зачаток; оз – основа зав'язі

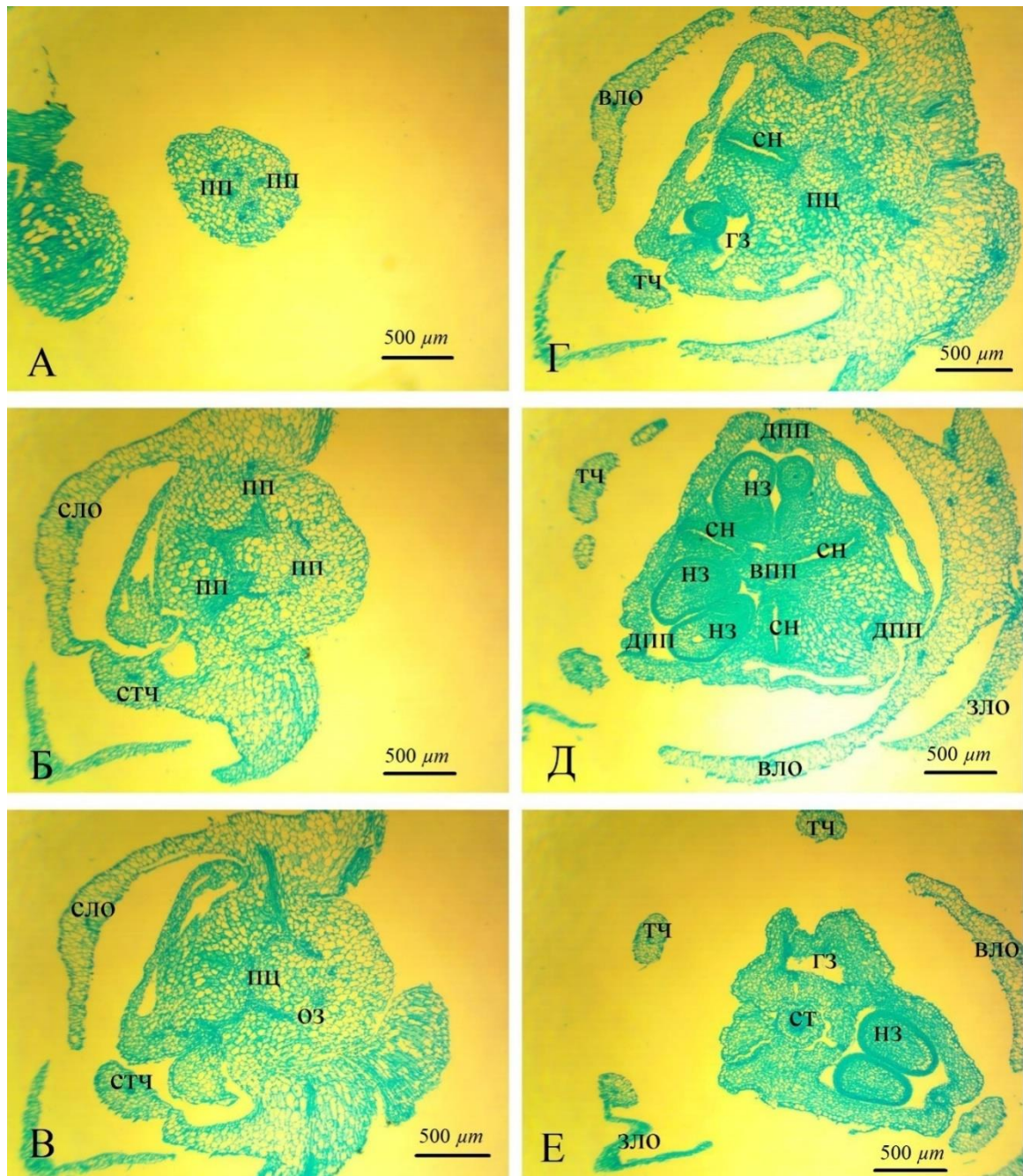


Рис. 3. Серія поперечних зрізів квітки *Allium sera*:

А – квітконіжка; Б – нижня зав'язь; В-Г – основа зав'язі; Д-Е – середня частина зав'язі і дах зав'язі; вло – внутрішні листочки оцвітини; впп – вентральні провідні пучки; гз – гніздо зав'язі; пц – провідний циліндр; дпп – дорзальні пучки, плодолистка; зло – зовнішні листочки оцвітини; нз – насінний зачаток; оз – основа зав'язі; пп – провідні пучки; сн – септальний нектарник; слт – сліди тичинок; ст – стовпчик; сло – сліди листочка оцвітини; тч – тичинка

ВИСНОВКИ

У зав'язі *Allium sera* наявні три вертикальні структурні зони: синасцидатна, симплікатна та гемісимплікатна. Провідна система досліджуваного виду характеризується наявністю 6 провідних пучків у квітконіжці, які вище утворюють провідний циліндр і потім диференціюються у 6 масивних

вентральних пучки плодолистків. Слід насінного зачатка однопучковий. Над гніздами вентральні та дорзальні пучки плодолистка закінчуються сліпо. Сліди зовнішніх та внутрішніх листочків оцвітини та сліди тичинок однопучкові. Мікроморфологічні ознаки квітки є дуже важливими для диференціації досліджуваних видів представників родини *Amaryllidaceae*.

ЛІТЕРАТУРА

1. Barykina, R. P.; Veselova, T. D.; Deviatov, A. G., Djalilova, H. H., Iljina, G. M.; Chubatova, N. V. *Handbook of the botanical microtechniques*. Moscow. 2004. (in Russian)
2. Bouhenn, H.; Doukan, K.; Hanganu, D.; Olah, N.; Şekeroğlu, N.; Gezici, S. Analysis of bioactive compounds and antioxidant activities of cultivated garlic (*Allium sativum* L.) and red onion (*Allium cepa* L.) in Algeria. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*. 2021, 5(4), pp 550–560. DOI: 10.31015/iaefs.2021.4.15
3. Chase, M. W.; Christenhusz, M.J.M., Fay, M. F.; Byng, J. W., Judd, W. S.; Soltis, D. E.; Mabberley, D. J.; Sennikov, A. N.; Soltis, P. S.; Stevens, P. F. The angiosperm phylogeny group. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2016, 181, pp 1–20. DOI: 10.1111/boj.12385
4. Chase, M. W.; Reveal, J. L.; Fay, M. F. A subfamilial classification for the expanded asparagalean families Amaryllidaceae, Asparagaceae and Xanthorrhoeaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2009, vol. 161, pp 132–136. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00999.x>
5. Fishchuk, O. Comparative flower morphology in *Hippeastrum striatum* (Lam.) H.E. Moore. (Amaryllidaceae). *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021, 11(1), pp 273–278. DOI: 10.15421/2021_240
6. Fishchuk, O.; Odintsova, A. Comparative flower micromorphology and anatomy in *Hymenocallis spesiosa* and *Narcissus pseudonarcissus* (Amaryllidaceae). *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021,11 (3), pp 178–187. DOI: 10.15421/2021_161
7. Fishchuk, O. Comparative flower morphology in *Cyrtanthus elatus* (Amaryllidaceae). *Modern Phytomorphology*. 2021, 15(1), pp 21–23.
8. Fishchuk, O. Micromorphology and anatomy of the flower of *Zephyranthes candida* (Lindl.) Herb. (Amaryllidaceae). *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021,12(2), pp 192–198. DOI: 10.15421/022127
9. Fishchuk, O. Micromorphology of the flower of *Zephyranthes lindleyana* (Amaryllidaceae). *Modern Phytomorphology*. 2021, 15(2), p 35–37.
10. Isagaliev, M.; Zokirjon, I. Biogeochemistry of the onion (*Allium cepa* L.) in irrigated soils. *Journal of Natural Remedie*. 2021, 21, 12(2), pp 9–17.
11. Leinfellner, W. Der Bauplandes syncarpen Gynoeceums. *Österr. Bot. Zeitschr.* 97(3-5), pp 403–436.
12. Mühlbauer, W.; Müller, J.; Chapter 7.3 - Onion (*Allium cepa* L.), Drying Atlas, Woodhead Publishin. 2020, pp 227–236. DOI: 10.1016/B978-0-12-818162-1.00026-2
13. Octaviani, M.; Alfitri, N.; Fadhli, H. Antibacterial activity of fraction of *Allium cepa* L. Tubers. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. 2022, 9(1), pp 56–64. DOI: 10.24198/ijpst.v1i1.29474
14. Prashanthi, M.; Lakshminarayana, D.; Mallesh, S.; Nikhil, BSK; Sathi, G. Genetic diversity in onion (*Allium cepa* L.). *The Pharma Innovation Journal*. 2021, 10(12), pp 166–167.
15. Rahn, K. Alliaceae. *The Families and Genera of Vascular Plants* / eds.: K. Kubitzki [et al]. Berlin, 1998; vol. 3, pp 70–78.
16. Stevens, P. F. Angiosperm Phylogeny Website. 2020. URL: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>