

**Висновки.** В результаті дослідження ультраструктури листової пластинки нами виявлені ознаки, як спільні, так і відмінні для цих видів. До спільних ознак належать наступні: тип листка; тип, положення та орієнтування продихів; обриси та проекції епідермальних клітин; антиклінальні та периклінальні стінки; типи кутикули та воску. До відмінних ознак поверхні листової пластинки слід віднести чіткість меж між епідермальними клітинами; наявність папіл; тип рельєфу листової пластинки між жилками.

В результаті детального мікоморфологічного дослідження насінин *I. arenaria* флори Угорщини та *I. pineticola* флори України встановлено, що ознаки ультраструктури насінневої шкірки є спільними для обох видів. Зважаючи на те, що ознаки насінневої шкірки вважаються консервативними і стабільними і, отже, мають високий ступінь таксономічної значущості, на нашу думку, наявність спільних ознак насінневої шкірки та листової пластинки свідчить або про морфологічну близькість видів, або про доцільність визнання їх синонімами. Відмінні ж ознаки ультраструктури листової пластинки можуть носити еколого-залежний характер.

#### Список використаних джерел

- Goldblatt P., Manning J. The Iris family. – Natural History & Classification. 2008. Timber press: – 290 p.
- Waldstein Fr. & Kitaibel Pál. Descriptiones et Icones Plantarum rariorum Hungariae. – 1802, 1: 57.

С. Жигалова, канд. биол. наук., научн. сотр.  
Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, Киев  
О. Футорна, канд. биол. наук., ст. научн. сотр.  
Ботанический сад им. акад. А.В. Фомина, УНЦ "Институт биологии"  
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

### СРАВНИТЕЛЬНО-МИКОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА *IRIS PINETICOLA* KLOKOV И *IRIS ARENARIA* WALDST. ET KIT. (IRIDACEAE JUSS.)

В статье изложены результаты детального сравнительного микроморфологического исследования двух морфологически близких видов – *Iris pineticola* Klokov, описанного с территории Украины, и *Iris arenaria* Waldst. et Kit., описанного с территории Венгрии. В частности, исследованы микроморфологические (ультраструктура поверхности листовой пластинки и семени) признаки как целью выявления дополнительных диагностических признаков для использования в систематике рода *Iris* L.

Ключевые слова: *Iris pineticola*, *Iris arenaria*, ультраструктура, листовая поверхность, семя.

S. Zhygalova, PhD, scientist  
M.G. Kholodny Institute of Botany National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv  
O. Futorna, PhD, senior staff scientist  
O.V. Fomin Botanical Garden, Educational and Scientific Centre "Institute of Biology"  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

### THE COMPARATIVE MICROMORPHOLOGY CHARACTERISTICS *IRIS PINETICOLA* KLOKOV AND *IRIS ARENARIA* WALDST. ET KIT. (IRIDACEAE JUSS.)

The paper presents the results of detail comparative micromorphology study of two morphologically similar species – *Iris pineticola* Klokov, described from the Ukrainian territory, and *Iris arenaria* Waldst. et Kit., described from the territory of Hungary. Particularly the micromorphology characteristics (the ultrastructure of leaf lamina and of seed) are studied to investigate whether these characters are useful systematically.

Key words: *Iris pineticola*, *Iris arenaria*, ultrastructure, leaf lamina, seed.

УДК 582.661.56:581.44:581.143+57.017.3

Г. Калашник, асп.,  
Н. Нужи́на, канд. биол. наук, наук. співоб.,  
М. Гайдаржи, д-р біол. наук, пров. наук. співроб.  
Ботаничний сад ім. акад. О.В. Фоміна, ННЦ "Інститут біології"  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

### АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСЛИН *ECHINOPSIS MIRABILIS* SPEG. НА РІЗНИХ СТАДІЯХ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

В даній статті описані результати анатомічних досліджень будови стебел 3-х, 6-місячних, одно- та 5-річних рослин *Echinopsis mirabilis*. Проаналізований розвиток тканин та їх фізіологічне значення в процесі життя рослини.  
Ключові слова: анатомічна будова стебла, *Echinopsis mirabilis*, *Cactaceae*

Виявлення закономірностей диференціації рослинних тканин та органів в процесі їх розвитку має важливе практичне значення для інтродукції та реінтродукції рослин, систематики, а також для охорони рідкісних і зникаючих видів, оскільки знання біології індивідуального розвитку дає змогу дослідити адаптивний характер

інтродукованих рослин до нових умов, виявити вразливі етапи в житті конкретного виду і розробити шляхи щодо вирощування їх у культурі [12].

Родина кактусових (*Cactaceae* Juss.) - це спеціалізована родина, представники якої є багаторічними стебловими сукулентами. При цьому, напевно, жодна родина

© Калашник Г., Нужи́на Н., Гайдаржи М., 2015

вищих рослин не перевищує Сactaceae за багатоманітністю життєвих форм та розмірів [4; 7]. На жаль, у зв'язку з еколого-біологічними особливостями представники цієї родини належать до компонентів флори чутливих до змін навколишнього середовища. На сьогодні понад 1400 видів (із 1870) родини є рідкісними та зникаючими [5]. Характерно, що більшість анатомічних досліджень представників даної родини стосувалися зрілих рослин та проростків [9], тоді як кількість літературних даних про особливості розвитку вегетативних органів Сactaceae в процесі онтогенезу досить обмежена [2; 3].

Саме тому ми поставили собі за мету визначити анатомічні особливості *E. mirabilis* як модельного представника родини Сactaceae на різних стадіях індивідуального розвитку. Ця рослина має досить короткий життєвий цикл (5-6 років), що дозволяє проаналізувати розвиток тканин вегетативних органів від ювенільного етапу до сеньйального.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводилося на 3-, 6-місячних, однорічних та п'ятирічних рослинах виду *E. mirabilis* (по 5 рослин з кожної групи), вирощених в умовах оранжереї Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна з насіння своєї репродукції. Методика опису клітин епідерми за Захаревичем С.Ф. [8] Для анатомічних досліджень використовували рослину сировину фіксовану в фіксаторі Чемберлена. Мікропрепарати виготовляли за загальноприйнятими методиками із середньої частини стебла. Поперечні зрізи стебел робили від руки та фарбували сафраніном та  $J_2-KJ$  [10]. Тимчасові препарати зрізів вивчали за допомогою світлового мікроскопа XSP-146TP на збільшенні  $\times 60$ ,  $\times 150$  та  $\times 300$ . Мікрофотографії робили за допомогою цифрової фотокамери Canon PowerShot A630. Вимірювання здійснювали за допомогою програми ImageJ. Статистичну обробку результатів виконували за допомогою пакету програм Statistica 8.0 (StatSoft, USA).

**Результати та обговорення.** За останньою класифікацією *Echinopsis mirabilis* Speg. належить до роду *Echinopsis* Zucc., підродина *Cactoideae*, триби *Trichocereae* [1]. Цей монотипний рід поширений в Аргентині. Представлений невеликими рослинами з тонкими циліндричними стеблами до 12 см заввишки і 2 см в діаметрі, що не утворюють бічні пагони [6].

3-місячні рослини *E. mirabilis* мають добре виражений гіпокотиль. При цьому справжнє стебло має розміри близько 3 мм у висоту та 6 мм у діаметрі.

Епідерма стебла одношарова, клітини великі, але площа їх коливається в досить значних межах (табл. 1). Клітини епідерми на верхівках сосочків менші, більш округлі та звивисті, між сосочками – витягнуті (рис. 1А). Контури клітин звивисті та рідко-звивисті. Проекції епідермальних клітин – розпластані та витягнуті. Кількість клітин на  $mm^2$  –  $103,12 \pm 13,6$  шт. Продихи парацитного типу;  $3,79 \pm 0,76$  продихів на  $mm^2$ . Гіподерма відсутня. Стовпчаста паренхіма практично не виражена. Клітини водоносної паренхіми первинної кори великі, з тонкими стінками, приблизно у 2 рази більші від клітин серцевинної паренхіми (табл. 2). Товщина шару корої паренхіми – 1600-1650 мкм, а діаметр серцевинної – 640 мкм. В паренхімі біля провідних пучків, що тягнуться до ареол, та пучків центрального циліндру є великі друзи та дрібні поодинокі кристали оксалату кальцію. В серцевині та між провідними пучками є невелика кількість дрібних зерен крохмалю. Колатеральних провідних пучків 8-10. Клітини ксилеми зі спіральним потовщенням оболонок.

В 6-місячних рослин гіпокотиль відсутній, розміри стебла приблизно 12 мм у висоту та 11 мм в діаметрі. Епідерма стебла одношарова, клітини великі, часто-

звивисті (табл. 1). Проекції епідермальних клітин – розпластані та витягнуті (рис. 1Б). Залежно від місця розміщення є округлі та витягнуті, так як і в 3-місячних. Продихи парацитного типу, щільністю  $11,48 \pm 1,32$  на  $mm^2$ . Гіподерма відсутня. З'являється стовпчаста паренхіма (товщина приблизно 1000 мкм) виражена 5-6 рядами дещо округлих клітин. Клітини водоносної паренхіми первинної кори великі та з тонкими стінками, приблизно у 2 рази більші від клітин паренхіми серцевини (табл. 2). Товщина шару водоносної паренхіми первинної кори близько 1800 мкм; діаметр серцевини – 1000-1400 мкм. У цих рослин також збільшується кількість друз біля провідних пучків порівняно з 3-місячними екземплярами. Дрібні зерна крохмалю відкладаються по периферії стебла – в стовпчастій та частково водоносній паренхімі, в серцевині крохмаль майже відсутній. Провідних пучків 9-11.

Довжина стебла річних рослин приблизно 19 мм та діаметр близько 12 мм. Вони теж мають досить великі епідермальні клітини, контури клітин звивисті та часто-звивисті (табл. 1). Проекція епідермальних клітин – розпластана (рис. 1В). Епідерма одношарова. Продихи парацитного типу,  $14,35 \pm 0,62$  шт. на  $mm^2$ . Гіподерма відсутня. Між сосочками стовпчаста паренхіма у вигляді 5-7 рядів правильних квадратних клітин (або трохи витягнутих прямокутних). Ближче до верхівки горбочка клітини паренхіми округлі, майже не виявляють ознак палісадності. Товщина шару стовпчастої паренхіми 1000-1200 мкм. Клітини водоносної паренхіми первинної кори великі, приблизно у 2 рази більші від таких паренхіми серцевини (табл. 2). Клітинні стінки паренхіми дещо потовщені. Товщина водоносної паренхіми близько 2200 мкм, а діаметр серцевини – 1000-1200 мкм. Багато великих друз біля провідних пучків, що тягнуться до ареол. Зерна крохмалю в стовпчастій паренхімі майже відсутні. У водоносній паренхімі кількість крохмальних зерен збільшується у напрямку до провідних пучків. В серцевині крохмалю небагато. Провідних пучків центрального циліндру – 9-11.

В 5-річних рослин довжина стебла приблизно 10 см та діаметр 1,6 см. Клітини епідерми відносно дрібні, часто-звивисті (табл. 1). Проекції епідермальних клітин – розпластані (рис. 1Г). Продихи парацитного типу,  $31,5 \pm 1,6$  шт. на  $mm^2$ . Епідерма одношарова, під нею розміщений шар гіподерми. Гіподерма виражена не скрізь, добре виражена між сосочками, ближче до верхівки горбочка може зникати. Клітини епідерми та гіподерми між сосочками дрібніші, чим ближче до верхівки, тим вони більші. Палісадна паренхіма із 8-10 рядів клітин, довжина і площа яких збільшується у напрямку від епідерми до серцевини. Товщина стовпчастої паренхіми 1200-1600 мкм, водоносної – 2400-3600 мкм, діаметр серцевини – 2000-2400 мкм. Клітини водоносної паренхіми первинної кори дещо більші від клітин серцевини (табл. 2). В цих клітинах (ближче до центрального циліндру), а також в клітинах серцевини багато зерен крохмалю. При чому, зерна в серцевині значно більші за розмірами. Велика кількість друз оксалату кальцію, більшість з яких розміщені біля провідних пучків, що тягнуться до ареол. Провідних пучків 11-12. В деяких провідних пучках наявний шар лігніфікованої первинної флоєми.

Отже, з віком зменшується площа клітин епідерми та, відповідно, збільшується їх кількість на одиницю площі (рис. 1). При чому статистично достовірні зміни між цими показниками спостерігаються між 3-місячними та 6-місячними та між річними та 5-річними рослинами (табл. 1). Також з віком значно зростає кількість продихів. Оскільки у кактусів функцію листків виконують стебла, то

таке явище можна пояснити згідно з законом Зеленського В.Р.: чим вище по стеблу, тим більша кількість продихів та епідермальних клітин на одиницю площі та менші їх розміри [11]. Також в *E. mirabilis* з віком спостерігається збільшення товщини епідерми та кутикули. Статистично значимі зміни цих показників відмічено між 6-

місячними та річними рослинами. Крім цього у п'ятирічних рослин з'являється коленхіматична гіподермальна водоносна тканина, яка зменшує проникнення теплових променів до внутрішніх шарів, знижує випаровування і є додатковим вмістилищем води. Такі зміни вказують на прогрес пристосування до посушливих умов з віком.

Таблиця 1

Характеристика епідерми різновікових рослин *E. mirabilis*

Вік рослини	К-ть клітин епідерми	К-ть продихів	Площа клітин епідерми, мкм <sup>2</sup>	Товщина епідерми, мкм	Товщина кутикули, мкм	Розміри продихів, мкм	
						довжина	ширина
3 міс.	103,1±13,6	3,8±0,8	11320,1±452,1	27,5±0,8	3,5±0,1	31,9± 1,1	26,4±0,8
6 міс.	147,8±24,4*	11,5± 1,3***	9539,3±400**	28,5±0,7	3,5±0,1	36,9± 0,8*	30,1±0,5***
1 рік	186,3±22,7+	14,4± 0,6+	9304,2±201,3	33,5±1,7++	4,4±0,1+++	35,8 ± 0,5	25,2±0,3++
5 років	373,6±28,8###	31,5±1,6###	3527,5±158,2###	34,4±1,4	4,4±0,1	36,1± 0,5	28,4±0,5##

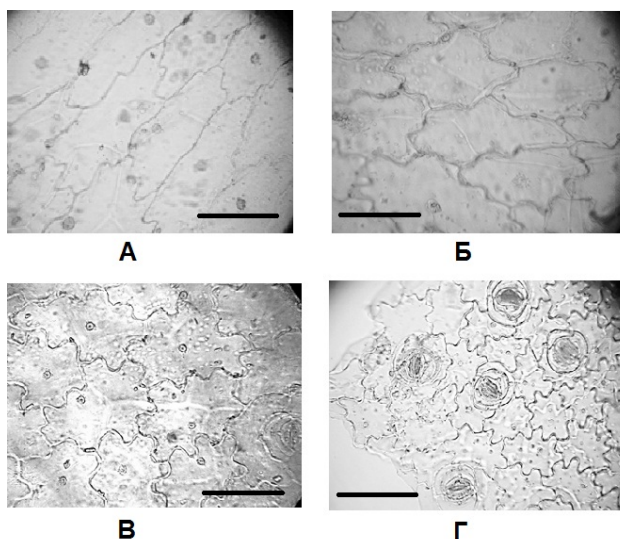
\*- p<0,05; \*\* - p<0,01; \*\*\* - p<0,001 - стосовно показників 3-місячних рослин

+ -p<0,05; ++ - p<0,01; +++- p<0,001 – стосовно показників 6-місячних рослин

# -p<0,05; ## - p<0,01; ### - p<0,001 - стосовно показників річних рослин

З віком також краще диференціюється палісадна паренхіма. Так, у 3-місячних рослин вона відсутня, а в 6-місячних уже виражена шаром товщиною 1000 мкм. До першого року життя збільшується площа клітин стовпчастої паренхіми. Вони стають більш витягнуті та з менш округлими кутами. Проте в цей період товщина шару та кількість рядів клітин збільшується незначно. До 5-річного віку площа клітин палісадної паренхіми достовір-

но зменшується (табл. 2), вони ще більш витягуються, а товщина шару та кількість рядів клітин, при цьому, суттєво збільшуються. Крім того, клітини палісадної паренхіми добре організовані, вони розміщені чітко одна під одною – стовпчиками, що дає змогу максимальній кількості хлорофілоносних клітин отримувати достатньо сонячного світла, а також збільшує площу міжклітинних контактів, забезпечуючи кращу дифузію CO<sup>2</sup> тканиною.

Рис. 1. Епідерма різновікових рослин *E. mirabilis*

А – 3-місячних рослин; Б – 6-місячних рослин; В – річних рослин; Г – 5-річних. Довжина штриха – 100 мкм.

Таблиця 2

Характеристика паренхіми різновікових рослин *E. mirabilis*

Вік рослини	Палісадна паренхіма		Водоносна паренхіма		Серцевина	
	Товщ. шару, мкм	Площа клітин, мкм <sup>2</sup>	Товщ. шару, мкм	Площа клітин, мкм <sup>2</sup>	Діаметр, мкм	Площа клітин, мкм <sup>2</sup>
3 міс.			1600	22199,1± 2225,5	640	10398,36±825,8
6 міс.	1000	27225,6± 1268,5	1800	23325,53± 1107,9	1000-1400	10222,98± 461,4
1 рік	1000-1200	31954,9± 888,7++	2200	24377,65±1032,2	1000-1400	11050,9± 441,9
5 років	1200-1600	12921,2±490,7###	2400-3600	16975,34±582,2###	2000-2400	14992,6± 603,3###

\*- p<0,05; \*\* - p<0,01; \*\*\* - p<0,001 - стосовно показників 3-місячних рослин

+ -p<0,05; ++ - p<0,01; +++- p<0,001 – стосовно показників 6-місячних рослин

# -p<0,05; ## - p<0,01; ### - p<0,001 - стосовно показників річних рослин

В період з 3-місячного віку до 1 року у рослин можна спостерігати збільшення товщини палісадної та водоносної паренхіми за рахунок збільшення площі їх клітин та кількості рядів клітин. Це можна пояснити в першу чергу ростовими процесами. Товщина шару водоносної паренхіми, як і палісадної, з віком значно збільшується, при цьому площа її клітин у рослин 5-річного віку є достовірною меншою ніж у річних екземплярів (табл. 2). Можливо,

таке зменшення площі клітин є пристосуванням до посушливих умов існування, оскільки менші клітини з потовщеними стінками будуть менш вразливими до несприятливого впливу посухи. Таким чином, до року в розвитку паренхім переважає стратегія росту, тоді як після року більш набуває важливості посилення ксерофітних властивостей. Для паренхімних клітин серцевини характерне достовірне зростання площі клітин з віком, а також знач-

не збільшення діаметру серцевини, що вказує на зростання її ролі в процесі запасання води.

Також, з віком зростає кількість крохмалю в рослині та змінюється його локалізація, поступово переміщуючись від периферії стебла до його серцевини. Збільшується кількість друз оксалату кальцію, особливо в сосо-

чках, навколо провідних пучків, що тягнуться до ареол (рис. 2). Крім запасуючої функції, такі друзи знижують інтенсивність проникаючого освітлення і відіграють певну механічну роль. Останню в *E. mirabilis* виконують ще епідерма, гіподерма та ксилема, оскільки механічні тканини в стеблі практично не виражені.

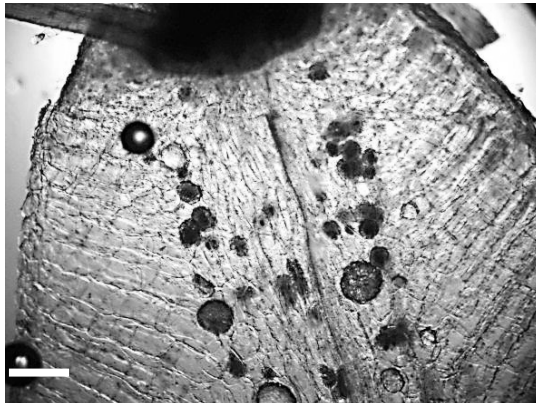


Рис. 2 Друзи оксалату кальцію в стеблах 5-річних рослин *E. mirabilis*  
Довжина штриха – 200 мкм.

Кількість провідних пучків з віком змінюється незначно: від 8-10 у 3-місячних до 11-12 у 5-річних; а також дещо збільшуються їх розміри. Крім цього у 5-річних рослин в деяких провідних пучках наявний шар лігніфікованої первинної флоєми, однак у більшості він слабо виражений.

**Висновки.** У результаті проведених досліджень показано відмінності анатомічної будови стебел та динаміку розвитку тканин в чотирьох вікових групах рослин *E. mirabilis*. Зокрема, виявлено, що з віком: збільшується кількість епідермоцитів та продихів на одиницю площі; стінки епідермоцитів стають більш звивистими; збільшується товщина епідерми, потовщується шар кутикули; зменшується площа клітин палісадної та водонесної паренхіми, але збільшується товщина шарів цих тканин; збільшується площа клітин та діаметр серцевини; зростає вміст крохмалю в тканинах та змінюється його локалізація; збільшується кількість друз біля провідних пучків, що ведуть до ареол. Таким чином, рослини з віком стають більш пристосованими до посушливих умов існування.

#### Список використаних джерел

1. Anderson E.F. The Cactus family / E.F. Anderson. – Portland, Oregon : Timber Press, 2001.

Г. Калашник, асп.

Н. Нужи́на, канд. биол. наук, научн. сотр.

М. Гайдаржи д-р биол. наук, вед. научн. сотр.

Ботанический сад им. акад. А.В. Фомина, УНЦ "Институт биологии"

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

### АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ *ECHINOPSIS MIRABILIS* SPEG. НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

В данной статье описаны результаты анатомических исследований строения стеблей 3-, 6-месячных, годовых и 5-годовалых растений *Echinopsis mirabilis*. Проанализировано развитие тканей и их физиологическое значение в процессе жизни растений.

Ключевые слова: анатомическое строение стебля, *Echinopsis mirabilis*, Cactaceae

H. Kalashnyk, postgraduate student

N. Nuzhyna, PhD, scientist

M. Gaidarzhy, Dr. Sci. (Biol.), leading scientist

O.V. Fomin Botanical Garden

Educational and Scientific Centre "Institute of Biology"

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

### ANATOMICAL FEATURES OF THE PLANTS OF *ECHINOPSIS MIRABILIS* SPEG. AT THE DIFFERENT STAGES OF INDIVIDUAL DEVELOPMENT

This article describes the results of anatomical studies of the structure of stems of 3-, 6-month, annual and 5-yearly plant *Echinopsis mirabilis*. The development of tissues and their physiological significance in the plants life are analyses.

Key words: anatomical structure of stem, *Echinopsis mirabilis*, Cactaceae

2. Boke N.H. Anatomy and development in Solisia // American Journal of Botany. – 1960. – Vol.47, No.1. – P.59-65.

3. Freeman T.P. The developmental anatomy of *Opuntia Basilaris*. II. Apical meristem, leaves, areols, glochids // American Journal of Botany. – 1970. – Vol.57, No.6. – P.616-622.

4. Mauseth J.D. Structure–function relationships in highly modified shoots of Cactaceae // Annals of Botany. – 2006. – №98. – P. 901–926.

5. World Checklist of Selected Plant Families. – Режим доступу: - <http://apps.kew.org/wcps/reportbuilder.do>. Retrieved 2011-04-16. – назва з екрана.

6. Баглай К.М. Біологічні особливості інтродукованих у захищений ґрунт представників родини Cactaceae Juss. та їх практичне використання : автореф. дис. ...канд. біол. наук: 03.00.05 / Баглай Катерина Михайлівна; Київський нац. ун-т імені Тараса Шевченка. – К., 2008. – 22 с.

7. Гайдаржи М.М. Сукулентні рослини (Анатомо-морфологічні особливості, поширення й використання) / М.М. Гайдаржи, В.В. Нікітіна, К.М. Баглай. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2011. – 176 с.

8. Захаревич С.Ф. К методике описания эпидермиса листа // Вестник Ленинградского университета. – 1954. – №4. – С.65-75.

9. Калашник Г.В. Анатомічні дослідження рослин родини Cactaceae Juss.: історичний аспект / Г.В. Калашник, М.М. Гайдаржи // Modern Phytomorphology. – 2014. – №6. – С. 283-287.

10. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / З.П. Паушева. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.

11. Проценко Д.П. Анатомія рослин: підручн. для вузів. / Д.П. Проценко, О.В. Брайон. – К.: Вища школа, 1981. – С. 18.

12. Швець Т. Особливості онтогенезу представників різних секцій роду *Iris* L. в умовах культури // Вісник Львівського університету. – 2004. – №36. – С. 203-206.

Надійшла до редколегії: 07.10.14