



ХАРАКТЕРИСТИКА ЕПІДЕРМИ ДЕЯКИХ ПРЕДСТАВНИКІВ ПІДРОДИНИ САСТОІДЕАЕ (САСТАСЕАЕ)

Галина В. Калашник *, Сергій О. Калашник, Марина М. Гайдаржи

Анотація. В даній роботі проведено аналіз епідерми 6-місячних представників 11 видів підродина Cactoideae. Для всіх вивчених видів характерні епідермоцити, проекції яких розпластані та витягнуті, із звивистими обрисами. Більшість рослин має досить великі за площею клітини епідерми, кількість яких на одиницю площі значно коливається. Продиховий індекс у досліджуваних видів малий та дуже малий. Розміри продихів від $32,5 \pm 0,5 \times 24,9 \pm 0,7$ у *Astrophytum myriostigma* до $43,2 \pm 0,6 \times 36,1 \pm 0,5$ у *Rebutia flavistyla*. Для трьох видів характерні продихи великих розмірів. Усі вивчені продихи належать до паразитного типу. У клітинах епідерми трьох видів зустрічаються невеликі призматичні кристали. Рослини *Astrophytum myriostigma* та *Mammillaria prolifera* мають папіли і трихоми на поверхні.

Ключові слова: Sactaseae, анатомічні дослідження, епідерма стебла

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології», Ботанічний сад імені акад. О.В. Фоміна, вул. С. Петлюри, 1, м. Київ, 01032, Україна; * Gal4enok28@ukr.net

Вступ

Епідерма – покривна тканина рослинного організму. Основні клітини епідерми щільно зімкнені між собою та вкриті шаром кутикули, що стримує випаровування вологи з їхньої поверхні. Вона захищає внутрішні тканини від механічних пошкоджень та надає органам міцності, бере участь у синтезі різних речовин, сприйнятті подразнень, рухах листків, через епідерму можуть виділятися назовні ефірні масла, вода, солі. Інколи може виконувати всмоктувальну функцію. Однак, головна функція епідерми – це регуляція газообміну та транспірації, яка виконується за рахунок продихів. Кількість, щільність та розміри продихів, а також розміри клітин епідерми дуже варіюють залежно від виду та умов життя рослини (Калашник *та ін.* 2009).

Особливо важливі функції епідерми для представників родини Sactaseae Juss. У більшості цих рослин повністю редуковане листя, таким чином епідерма стебла повинна виконувати також функції транспірації і сприяти фотосинтезу. Вивчення покривних тканин даних рослин може допомогти у визначенні еволюційних напрямків

приспосувань всередині даної групи, а також може відіграти значну роль в удосконаленні таксономії підродина. Так, деякі автори вважають, що в родині Sactaseae анатомічні характеристики епідерми та гіподерми мають таксономічне значення (SOFFIATTI & ANGYALOSSY 2007). У літературних джерелах можна знайти й інші дані про епідерму стебла деяких представників родини Sactaseae. Наприклад, для деяких рослин з родів *Rhipsalis* Gaertn. (SECORUN & DE SOUZA 2011), *Mammillaria* Haw. (JANU & RAGHUVANSHI 2011), *Ferocactus* Britt. et Rose, представників триби Cereeae Salm-Dyck (DARLING 1989), підродин Pereskioideae Engelm. та Opuntioideae Burnett. (EGGLI 1984) та ін.

Тому метою нашої роботи було провести порівняльну характеристику епідерми стебел деяких представників підродина Cactoideae Eaton.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилося на рослинах 11 видів підродина Cactoideae (*Rebutia flavistyla* F. Ritter, *R. senilis* Backeb. var. *iseliniana*

Krainz, *Astrophytum myriostigma* Lem., *Setiechinopsis mirabilis* Backeb. ex de Haas, *Mamillaria columbiana* Salm-Dyck var. *bogotensis* (Werderm. ex Backeb.) Dugand., *Mamillaria prolifera* (Mill.) Haw., *Melocactus maxonii* (Gürke) Gürke, *Melocactus* sp., *Oreocereus celsianus* (Lem. ex Salm-Dyck) Riccob., *Echinopsis eyriesii* (Turpin) Pfeiff. et Otto, *Trichocereus peruvianus* Britton et Rose), вирощених в умовах оранжереї Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна з насіння власної репродукції. Вік рослин становив 6 місяців. Мікропрепарати епідерми виготовляли з середньої частини стебла фіксованих у спирті рослин за загальноприйнятими методиками (ПАУШЕВА 1988). Методику опису клітин епідерми використовували за С.Ф. ЗАХАРЕВИЧЕМ (1954), класифікацію продихів проводили за М.А. БАРАНОВОЮ (1985), продиховий індекс обраховували за Б.Р. ВАСИЛЬЄВИМ (1988). Кількість клітин епідерми та кількість продихів рахували при збільшенні $\times 300$, з використанням світлового мікроскопа XSP-146TP. 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 їх обговорення

Підродина Cactoideae, найбільша з чотирьох підродин Cactaceae, включає 9 триб. Ми розглянули епідерму рослин, які належать до трьох найбільших триб: Trichocereae F. Vuxbaum, Cereae та Cacteeae Rchb.

Для всіх досліджених видів характерні два типи епідермоцитів (за виключенням *Astrophytum myriostigma*, в якого є лише перший тип), проєкції яких розпластані та витягнуті. Обриси клітин звивисті, однак ступінь звивистості стінок значно відрізняється у різних видів (Рис. 1). Кількісні характеристики епідерми дуже варіюють у різних видів кактусів (Табл. 1). Так, площа епідермоцитів та їх кількість на одиницю площі коливається

від $2913,8 \pm 65,2$ мкм² та $384,3 \pm 19,9$ кліт./мм² у *Astrophytum myriostigma* до $18949,8 \pm 682,6$ мкм² та $50,55 \pm 1,6$ кліт./мм² у *Rebutia flavistyla*. Таку суттєву різницю вказаних показників, на нашу думку, важко пояснювати різними екологічними умовами зростання, оскільки більшість кактусів зростають у досить складних умовах (посушливі райони, скелясті схили, ґрунти, бідні на поживні речовини). Так, деякі автори вказують на те, що ксероморфні ознаки не завжди пов'язані з екологічними умовами. Ці автори відзначили в кількох видів Pachycereae F. Vuxbaum, які зростали в однакових умовах, різну товщину епідерми (SOFFIATTI & ANGYALOSSY 2007). Можна прослідкувати певну залежність між розмірами клітин та їх кількістю на мм² і систематичним положенням рослин на рівні роду. При цьому, така залежність не є чіткою, тож перелічені характеристики не можна використовувати як таксономічні важливі ознаки.

Варто додати, що для більшості досліджуваних рослин характерні досить великі клітини епідерми, в той час, як літературні дані вказують на те, що для ксерофітів притаманні дрібні епідермоцити (ЗАХАРЕВИЧ 1954). Імовірно, це зумовлено тим, що досліджувалися молоді рослини. Можемо припустити, що з віком площа епідермоцитів буде зменшуватись.

Продиховий індекс досліджуваних рослин коливається в межах від 2,6 у *Mamillaria columbiana* до 10,7 у *Rebutia flavistyla* (Табл. 1). При цьому в останньої найменша кількість продихів на одиницю площі, однак у даному випадку це компенсується великими розмірами клітин, та відповідно, найменшою кількістю клітин епідерми. Невелика кількість продихів характерна для представників родини та являється пристосуванням до посушливих умов існування.

Усі досліджені нами рослини мали продихи парацитного типу. Такі результати узгоджуються з висновками інших авторів. Зокрема, EGGLI (1984) вказує на те, що для представників підродини Cactoideae характерними є паралелоцитні продихи

(різновид парацитних) (METCALFE & CHALK 1979).

Розміри продихів коливаються від $32,5 \pm 0,5 \times 24,9 \pm 0,7$ мкм у *Astrophytum myriostigma* до $43,2 \pm 0,6 \times 36,1 \pm 0,5$ мкм у *Rebutia flavistyla*. Однак при цьому не спостерігається вираженої залежності між розмірами продихів та клітин епідерми. Так, у *Melocactus* sp. та *Echinopsis eyriesii*, які мають порівняно невеликі епідермоцити, великі продихи, довжина яких перевищує 40 мкм. Не виявлено також чіткої залежності між розмірами продихів та приналежністю до певної таксономічної групи.

В клітинах епідерми *Rebutia flavistyla*, *R. senilis*, *Oreocereus celsianus*, *Echinopsis eyriesii* зустрічаються невеликі призматичні кристали. Поява кристалів в епідермі, а також в гіподермі кактусів, описана багатьма авторами як прояви адаптації до ксерофітних умов існування (DARLING 1989), оскільки вони відбивають сонячне світло і тим самим захищають розміщену глибше хлоренхіму. Окрім того, наявність кристалів має певне таксономічне значення в родині Cactaceae (SOFFIATTI & ANGYALOSSY 2007).

Усі основні клітини епідерми у *Astrophytum myriostigma* та деякі у *Mammillaria prolifera* мають папіли. У цих видів зустрічаються також зірчасті трихоми на поверхні стебла. При чому, серед *A. myriostigma* зустрічаються як рослини, в яких поверхня вкрита трихомами дуже густо, так і ті, в яких вони відсутні майже повністю. Очевидно, вони служать додатковим захистом від надмірного освітлення.

Для більшості сукулентних рослин, в тому числі представників родини Cactaceae, характерне пристосування до періодичної посухи в місцях їх природного поширення. У зв'язку з цим у рослин є певна кількість ксероморфних ознак, що допомагає сукулентам запобігати висихання і переживати посушливі періоди. Для рослин родини Cactaceae це в першу чергу редукція листків, а також зменшення транспіруючої поверхні, запасання води в клітинах первинної кори, САМ-тип метаболізму, що тісно пов'язаний з невеликою кількістю

Табл. 1. Характеристика епідерми деяких представників підродини Cactoideae.
Tab. 1. Epidermal characteristics in some representatives of Cactoideae.

Вид	К-кість клітин епідерми на мм ²	Площа клітин епідерми, мкм ²	К-кість продихів на мм ²	Розміри продихів		Продиховий індекс	Наявність кристалів
				Довжина, мкм	Ширина, мкм		
<i>Rebutia flavistyla</i>	50,6±1,6	18949,8±682,6	6,0±1,0	43,2±0,6	36,1±0,5	10,7	рідко
<i>Astrophytum myriostigma</i>	384,3±19,9	2913,8±65,2	19,0±1,2	32,5±0,5	24,9±0,7	4,7	відсутні
<i>Rebutia senilis</i>	155,4±6,0	6749,9±288,0	13,6±1,1	37,7±0,7	27,6±0,6	8,1	наявні
<i>Echinopsis mirabilis</i>	247,8±24,4	9539,3±400,7	11,5±1,3	36,9±0,8	30,1±0,5	4,4	відсутні
<i>Mammillaria columbiana</i>	141,6±11,3	11894,1±280,0	6,2±0,7	35,8±0,5	30,8±0,3	2,6	відсутні
<i>Mammillaria prolifera</i>	150,6±18,1	12747,6±380,7	7,3±0,9	33,8±0,4	30,2±0,4	4,6	відсутні
<i>Melocactus maxonii</i>	157,0±9,7	6548,6±184,5	9,4±0,9	34,9±0,5	26,4±0,4	5,7	відсутні
<i>Melocactus</i> sp.	194,3±14,5	6687,6±200,0	10,7±0,9	41,4±1,2	29,7±0,7	5,2	відсутні
<i>Oreocereus celsianus</i>	190,5±21,3	8994,6±256,1	9,5±1,5	33,8±0,6	27,7±0,5	4,7	наявні
<i>Echinopsis eyriesii</i>	212,3±25,7	6319±206,4	8,5±1,1	40,1±0,6	31,2±0,5	3,9	наявні
<i>Trichocereus peruvianus</i>	239,1±33,9	6652,2±253,6	9,6±1,6	36,7±1,2	28,3±1,7	3,9	відсутні

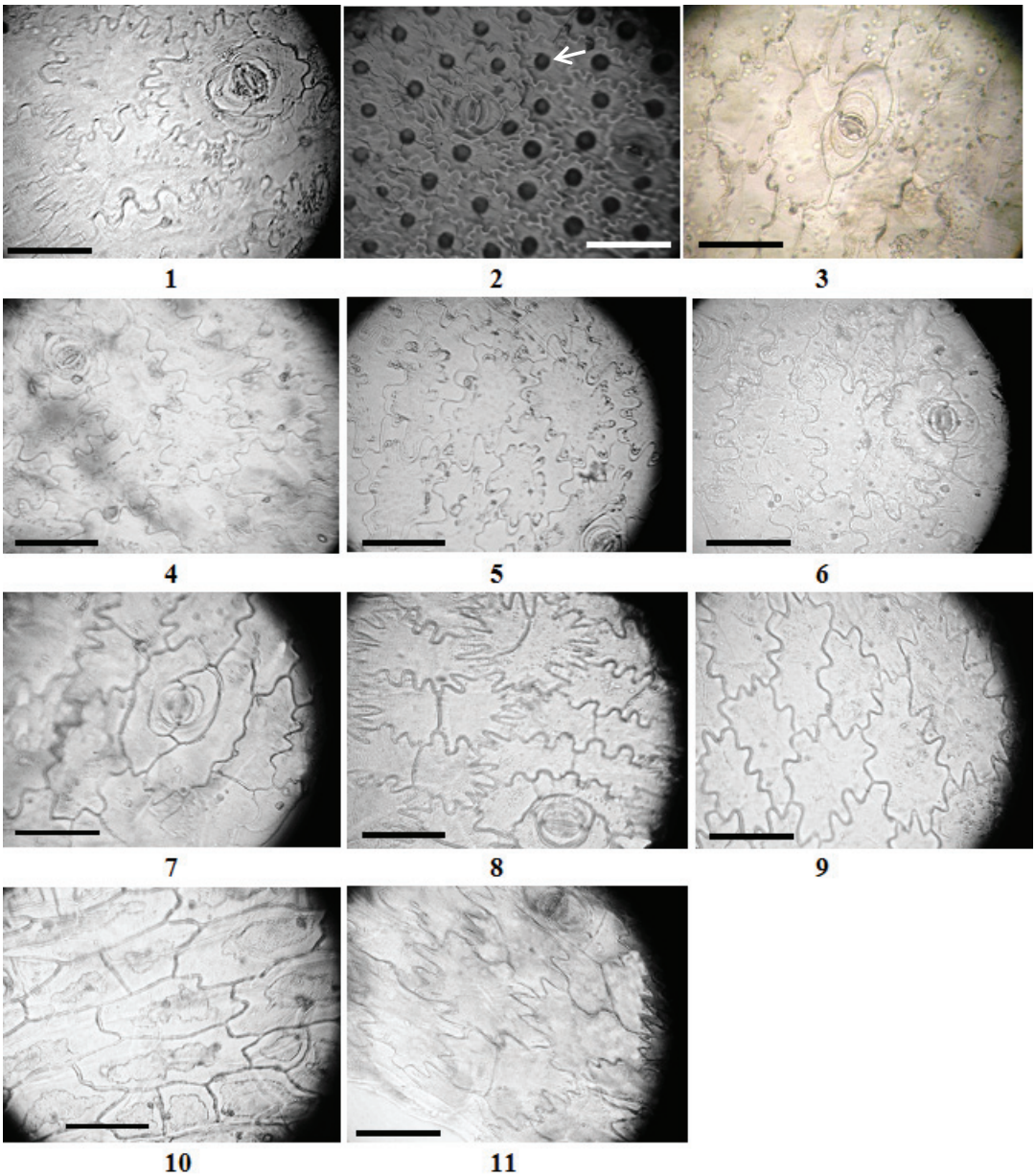


Рис. 1. Клітини епідерми *Rebutia flavistyla* (1), *Astrophytum myriostigma* (2), *Rebutia senilis* (3), *Echinopsis mirabilis* (4), *Mamillaria columbiana* (5), *Mamillaria prolifera* (6), *Melocactus maxonii* (7), *Melocactus* sp. (8), *Oreocereus celsianus* (9), *Echinopsis eyriesii* (10), *Trichocereus peruvianus* (11). Ціна поділки – 100 мкм. Стрілочкою позначені папіли.

Fig. 1 Epidermal cells of *Rebutia flavistyla* (1), *Astrophytum myriostigma* (2), *Rebutia senilis* (3), *Echinopsis mirabilis* (4), *Mamillaria columbiana* (5), *Mamillaria prolifera* (6), *Melocactus maxonii* (7), *Melocactus* sp. (8), *Oreocereus celsianus* (9), *Echinopsis eyriesii* (10), *Trichocereus peruvianus* (11). Scale bars – 100 μ m. **Arrow** marks papillas.

продихів та їх відкриттям тільки у нічний час.

При утриманні сукулентів в оранжереях, створюють умови подібні до природних,

але молоді рослини в перші 6-7 місяців не зазнають впливу посушливих умов і недостатньої кількості вологи в ґрунті і в повітрі. Таким чином, при вивченні молодих

рослин необхідно відмітити, що кількість продихів зберігається невеликою, продиховий індекс низький, але їх розміри достатньо великі. Звивистість клітин епідерми, яка підвищує міцність зчеплення клітин між собою, достатньо велика, але загальна площа таких клітин у більшості видів також велика. Ймовірно, при періодичних штучних посухах впродовж наступних років, кількісні показники клітин епідермальної тканини у досліджуваних видів будуть зменшуватися, що мабуть відбувається і в природних умовах.

Висновки

Отже, проведені дослідження показали, що кількісні характеристики епідерми дуже варіюють у різних видів кактусів. Відмічено певну залежність між розмірами клітин епідерми та їх кількістю на мм² і систематичним положенням рослин на рівні роду. Крім того, для описаних представників роду *Mammillaria* досліджувані ознаки мають дуже близькі значення. Однак, такі залежності не є чіткими та потребують подальшого підтвердження. Припускається кількісна зміна характеристик епідермоцитів при настанні посушливих умов.

Використані джерела

- БАРАНОВА М.А.** 1985. Классификации морфологических типов устьиц. *Ботан. журн.* **70**: 1585–1594.
- ВАСИЛЬЕВ Б.Р.** 1988. Строение листа древесных растений различных климатических зон. Издательство Ленинградского ун-та, Ленинград.
- ЗАХАРЕВИЧ С.Ф.** 1954. К методике описания эпидермиса листа. *Вестник Ленинградского ун-та* **4**: 65–75.
- КАЛАШНИК С., НУЖИНА Н., ГАЙДАРЖИ М.** 2009. Особливості продихового апарату епідерми сукулентних рослин роду *Euphorbia* L. (Euphorbiaceae). *Вісник КНУ ім. Т. Шевченка* **18**: 47–50.
- ПАУШЕВА З.П.** 1988. Практикум по цитологии растений. Агропромиздат, Москва.
- DARLING M.S.** 1989. Epidermis and hypodermis of the saguaro cactus (*Cereus giganteus*): anatomy and spectral properties. *Am. J. Bot.* **76**: 1698–1706.
- EGGLI U.** 1984. Stomatal types of Cactaceae. *Plant Syst. Evol.* **146**: 197–214.
- METCALFE C.R., CHALK L.** 1979. Anatomy of the dicotyledons. Clarendon Press, Oxford.
- SECORUN A.C., DE SOUZA L.A.** 2011. Morphology and anatomy of *Rhipsalis cereuscula*, *Rhipsalis floccosa* subsp. *hohenauensis* and *Lepismium cruciforme* (Cactaceae) seedlings. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **82**: 131–143.
- SOFFIATTI P., ANGYALOSSY V.** 2007. Anatomy of Brazilian Cereae (subfamily Cactoideae, Cactaceae): *Arrojadoa* Britton & Rose, *Stephanocereus* A. Berger and *Brasilicereus* Backeberg. *Acta Bot. Bras.* **21**: 813–822.
- JANU V., RAGHUVANSHI R.K.** 2011. Microscopic studies on epidermal cells and stomatal behavior of some globular cacti (*Mammillaria* spp.). *Insight Botany* **1**: 1–4.

EPIDERMAL CHARACTERISTICS IN SOME REPRESENTATIVES OF CACTOIDEAE (CACTACEAE)

GALINA V. KALASHNYK *, SERGI O. KALASHNYK, MARINA M. GAJDARZHY

Abstract. In this paper we analyzed the epidermis of 6-month old representatives of 11 species of the subfamily Cactoideae. The epidermal cells of examined species have sprawled and elongated projections with a sinuous outlines. Most of plants have large epidermal cells, whose number per unit area considerably varies. Stomatal index of the studied species is small and very small. Size of stomata is variation of 32,5±0,5×24,9±0,7 in *Astrophytum myriostigma* to 43,2±0,6×36,1±0,5 in *Rebutia flavistyla*. Large stomata are typical for three species of cacti. All examined species have paracytic stomata. The small prismatic crystals are in epidermal cells of three species. *Astrophytum myriostigma* and *Mammillaria prolifera* have papillae and trichomes on the surface.

Key words: Cactaceae, anatomical studies, stem epidermis