

УДК 582.682.1:581.44+631.529+581.522.5

С. Калашник, пров. інж.

МІКРОРЕЛЬЄФ ПОВЕРХНІ ЕПІДЕРМИ ПАГОНІВ СУКУЛЕНТНИХ РОСЛИН РОДУ *EUPHORBIA* L.

З'ясовано, що для епідерми зелених пагонів сукулентностеблових рослин властиві ті ж особливості мікрорельєфу, що й для листків. Для більшості сукулентних представників роду Euphorbia L. характерні пристосування для захисту продигового апарату епідерми стебла від зовнішнього впливу.

It was found that an epidermis of green shoots of stem succulent plants has a features of microrelief such same as in leaves. Most of succulent representatives of the genus Euphorbia L. has adaptations to protect stomata of the stem epidermis from external influences.

Для листків квіткових рослин зазвичай характерний організований мікрорельєф поверхні. В різних філогенетичних лініях Angiospermae на різних рівнях філогенетичної прогресивності зустрічаються досить схожі його прояви. Це може свідчити як про випадкове виникнення того чи іншого мікрорельєфу, так і про його специфічний характер, зумовлений необхідністю пристосувань до певних умов зростання. На користь того, що організація мікрорельєфу не випадкова свідчить його стабільність в межах виду [4]. Саме тому ознаки мікрорельєфу часто використовуються в якості діагностичних в систематиці рослин. У 2008 році російськими вченими [6] було досліджено листки 918 видів із 499 родів, 131 родини і 67 порядків дводольних і з'ясовано, що більше половини із них мають мікрорельєф поверхні утворений по різному розміщеними навколо продихів складками. Виділяють два основні типи його організації: перший – складчастий (стріатний), коли складки розходяться в сторони від замикаючих клітин, другий – перистоматичні кільця, коли складки кільцеподібно розміщуються навколо продиху. Перистоматичні кільця і раніше відмічались для рослин багатьох родин [1; 7] як систематичні ознаки, однак екологічна значимість цього явища часто залишається поза увагою. Перистоматичні кільця навколо продихів зазвичай є ознакою ксероморфності, оскільки захищають замикаючі клітини від пересихання. У рослин, що піддаються дії вітру, продихи закриваються через підсихання поверхні листків, а не через загальне зневоднення покривної тканини та мезофілу. Як результат, позитивний ефект від збереження вологи за рахунок швидкого замикання продихів може бути значно зниженим за рахунок зменшення інтенсивності фотосинтезу. Також перистоматичні кільця перешкоджають проникненню до розміщених всередині них продихів механічних деформацій та напружень, що виникають в стінках оточуючих кільця клітин при зміні їх насичення вологою [5].

Подібну функцію виконують і заглиблення продихів нижче рівня епідерми. В результаті заглиблення продихів чи появи перистоматичного кільця замикаючі клітини опиняються у невеликій камері із своїм мікрокліматом. Дослідження Roth-Nebelsick (2007) [9] з'ясували, що вологість безпосередньо біля замикаючих клітин у заглиблених продихів значно вища ніж у незаглиблених. Якщо, при дослідженні в однакових умовах, поблизу незаглиблених продигових клітин вологість 63% то біля заглиблених 75%, що захищає замикаючі клітини від пересихання і, звичайно, в значній мірі допомагає зекономити вологу, яка випаровується через продихи. Таким чином, вищезазначені утвори найчастіше відмічаються для рослин посушливих місцезростань де відіграють важливу роль в життєдіяльності організму рослини в цілому.

Перспективною для досліджень даного напрямку є група сукулентних рослин роду *Euphorbia* L. Цей рід включає більше 2000 видів рослин, близько половини

з яких є сукулентами, що найбільше розповсюджені в Південній, Південно-Східній Африці та на о. Мадагаскар [8]. Зустрічаються вони також по всій території Африки, на Канарських о-вах, о. Сокотра, на Аравійському Півострові, в Індії, Середземномор'ї та в Центральній Америці [2]. Незважаючи на таке широке розповсюдження та наявність даних про кількаразове незалежне виникнення сукулентності серед рослин даного роду [10], ці рослини є досить відокремленою групою і мають ряд спільних ознак, що є результатом екологічних пристосувань до схожих умов зростання. Майже в усіх представників цієї групи волога запасується у первинній корі та серцевині вегетативних пагонів, а останні, в свою чергу, здебільшого залишаються зеленими протягом багатьох років і є додатковими, а часто і основними асиміляційними органами через часткову чи повну редукцію листків [3].

У зв'язку із зменшенням площі листової поверхні, функції як фотосинтезу так і транспірації з газообміном переходять до тканин стебла. Тому метою нашої роботи було дослідити особливості мікрорельєфу епідерми пагонів цих рослин і з'ясувати наявність та особливості утворів, що захищають продиговий апарат від зовнішнього впливу.

Матеріали та методи. Робота виконувалась на базі колекції сукулентних рослин Ботанічного саду ім. акад. О. В. Фоміна. Для досліджень було використано річні пагони рослин 23 видів роду *Euphorbia*. Зрізи виконувались від руки із матеріалу фіксованого у 70%-му етиловому спирті. Описи анатомічної будови проводили використовуючи світловий мікроскоп XSP-146TP. Лінійні виміри визначались за допомогою окуляр-мікрометра.

Результати та обговорення. Пагони більшості досліджуваних нами видів мають незаглиблені продихи, замикаючі клітини яких знаходяться на одному рівні з основними клітинами епідерми (Рис. 1, А).

Проте, у представників десяти видів, із 23, продихи в епідермі стебла заглиблені і замикаючі клітини розташовані нижче рівня епідерми (табл. 1).

Заглиблення продихів у досліджуваних видів варіює в дуже великому діапазоні: від $7,9 \pm 2,4$ мкм у *E. trigona* до $40,0 \pm 4,9$ мкм у *E. tirucalli*. Крім того нами виявлено два різних типи заглиблень, між якими є суттєві відмінності:

- перший тип, коли продиговий апарат знаходиться трохи нижче рівня епідерми, при цьому фактично не порушуючи її рельєфу (Рис. 1, Б), такі заглиблення характерні для *E. abyssinica*, *E. bubalina*, *E. dendroides*, *E. ingens*, *E. lamarckii*, *E. pseudocactus*, *E. pteroneura*, *E. stenoclada*, *E. trigona*;

- другий, коли заглиблення утворюється в результаті вгинання епідерми в товщу корової паренхіми на глибину до $40,0 \pm 4,9$ мкм (Рис. 1, В), при цьому замикаючі клітини опиняються у досить великій камері із своїм мікрокліматом, значно більш захищені від впливу зовнішніх факторів, ніж у попередніх випадках. Такі заглиблення характерні для *E. tirucalli*.

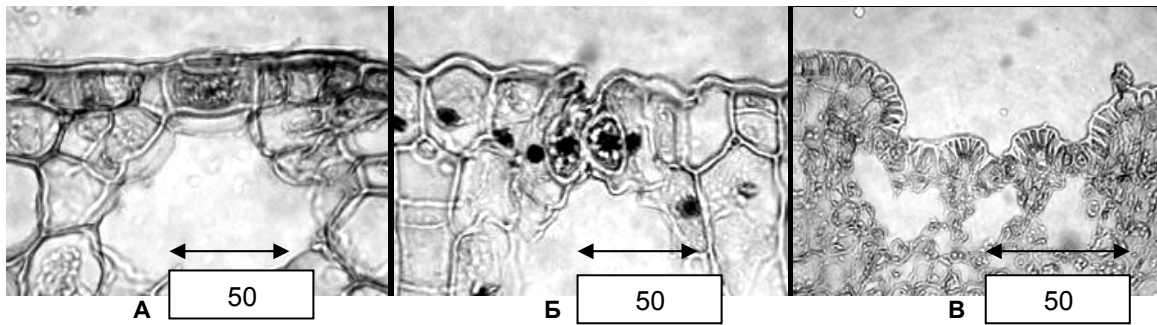


Рис.1. Положення продохів відносно рівня епідерми
 А – незаглиблений у *E. alcornis*; Б – заглиблений у *E. ingens*; В – заглиблений у *E. tirucalli*

Таблица 1

Заглибленість продохів відносно рівня епідерми пагона сукулентних представників *Euphorbia* L.

Види*	Заглибленість продохів, мкм
<i>E. trigona</i>	7,9±2,4
<i>E. dendroides</i>	9,6±2,0
<i>E. pseudocactus</i>	11,3±4,8
<i>E. pteroneura</i>	12,5±2,8
<i>E. lamarckii</i>	12,9±3,7
<i>E. ingens</i>	16,7±2,8
<i>E. stenoclada</i>	17,9±2,8
<i>E. abyssinica</i>	18,4±3,5
<i>E. bubalina</i>	20,4±3,1
<i>E. tirucalli</i>	40,0±4,9

* – види розміщені у порядку збільшення заглибленості продохів.

Такі утвори як перистоматичні кільця навколо продоху досі не були відмічені для пагонів рослин роду *Euphorbia*. Серед досліджуваних нами рослин перисто-

матичні кільця характерні для продохів епідерми стебла рослин трьох видів: *E. caerulescens*, *E. grandicornis* та *E. neriifolia* (Рис. 2).

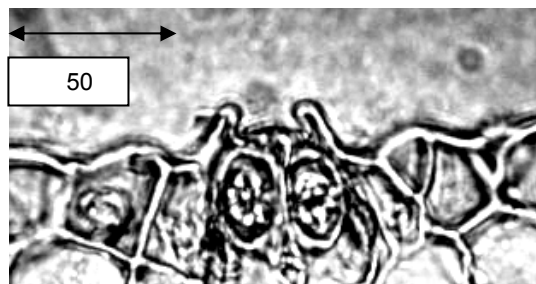


Рис. 2. Перистоматичне кільце навколо продоху *E. neriifolia*

Рослини даних видів не мають заглиблених продохів, з чого можна зробити припущення, що заглиблення продохів нижче рівня епідерми та утворення перистоматичного кільця навколо замикаючих клітин – це два різні пристосування, що виникли для виконання однієї і тієї ж функції, а саме – створення біля замикаючих клітин мікроклімату з вищою вологістю ніж у навколишньому середовищі, що захищає продиhi від пересихання, а рослину від зайвої втрати води через продиhi. Тому обидва явища не зустрічаються у представників одного і того ж виду. Загалом перистоматичні кільця та заглибленість продохів характерні для 62% досліджуваних рослин.

Висновки. Таким чином, наші дослідження показали, що для епідерми зелених пагонів сукулентних рослин властиві ті ж особливості мікрорельєфу, що й для листків. Більшість сукулентних представників роду *Euphorbia* мають пристосування для захисту продохового апарату епідерми стебла від шкідливого зовнішнього впливу.

1. Баранова М. А., Остроумова Т. А. Признаки устьць в систематиці // Итоги науки и техники. Серия Ботаника. Том 6. Современные методы систематики высших растений. Москва, 1987. 2. Калашник С. О., Гайдаржи М. М. Життєві форми сукулентних рослин роду *Euphorbia* L.

(Euphorbiaceae) // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – 2007. – №3 (33). – С. 38-41. 3. Калашник С. О. Систематика, морфологія та біохімічні особливості рослин роду *Euphorbia* L. (Euphorbiaceae) // Інтродукція рослин. – 2008. – Вип. 4. – С. 66–71. 4. Сапач Ю. О. К вопросу о постоянстве микрорельефа поверхности листа цветковых растений // Герценовские чтения. Материалы межвузовской конференции. СПб., 2005. С. 30–31. 5. Паутов А. А. Поверхность эпидермы листьев *Populus tremula* L. на материковой части и островах Керетского архипелага (Белое море) // VI научная сессия морской биологической станции СПбГУ. Тезисы докладов. Санкт Петербург, 2005. – С. 11–12. 6. Паутов А. А., Яковлева О. В., Сапач Ю. О. Строение и функции перистоматических колец в эпидерме листа цветковых растений // "Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века": Материалы всероссийской конференции. Часть 1: Структурная ботаника. Эмбриология и репродуктивная биология. – Петрозаводск, 2008. – С. 67–69. 7. Metcalfe C. R., Chalk L. Anatomy of the dicotyledons. 1979. – 1 vol. 8. Carter S. *Euphorbia* // Eggle Urs. Illustrated Handbook of Succulent Plants: Dicotyledons. – Berlin, 2002. – P. 102–203. 9. Roth-Nebelsick A. Computer-based studies of diffusion through stomata of different architecture. Annals of Botany, 100, – 2007, – P. 23–32. 10. Steinmann V.W. Biogeography and diversity of *Euphorbia* (Euphorbiaceae) in the new World // <http://www.2007.botanyconference.org/engine/search/index.php?func=detail&id=2581>.

Надійшла до редколегії 16.10.11