

Л.А. КОВАЛЬСЬКА

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України
Україна, 01014. м. Київ, вул. Тімірязєвська, 1

ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ СПОР ДЕЯКИХ ВИДІВ РОДУ ADIANTUM L. (ADIANTACEAE (C. PRESL) CHING)

Проведено електронно-мікроскопічні дослідження спор 16 видів *Adiantum* L. (*Adiantaceae* (C. Presl) Ching): *A. capillus-veneris* L., *A. caudatum* L., *A. concinnum* Humb. & Bonpl. ex Willd., *A. cuneatum* Langsd. et Fisch., *A. diaphanum* Blume, *A. edgevorthii* Hook., *A. fimbriatum* Christ, *A. formosum* R. Br., *A. grossum* Mett., *A. hispidulum* Sw., *A. macrophyllum* Sw., *A. peruvianum* Klotzsch, *A. polyphyllum* Willd., *A. subcordatum* Sw., *A. tetraphyllum* Humb. & Bonpl. ex Willd., *A. trapeziforme* L. Наведено дані щодо морфологічних особливостей спор.

Ключові слова: папороті, *Adiantaceae*, *Adiantum*, спори, спородерма, мікроморфологічні особливості.

Рід *Adiantum* L. (*Adiantaceae* (C. Presl) Ching) нараховує близько 200 видів наземних папоротей, поширених по всій земній кулі, але найбільша кількість видів зростає у тропічних та субтропічних районах Америки. Кореневища повзучі або майже прямостоячі. Листки двічі-, тричі-, п'ятип'яччасті, сегменти клиноподібні. Черешки тонкі, блискучі, гладенькі або вкриті волосками. Родова назва пов'язана з водовідштовхувальною властивістю їх листків, вкритих тонким шаром воскоподібної речовини, і походить від грецьких слів «а» — ні, «diantio» — змочувати [1, 2].

Мета роботи — з'ясувати морфологічні особливості спор 16 видів *Adiantum*.

Матеріали та методи

Проведено електронно-мікроскопічні дослідження спор 16 видів *Adiantum*: *A. capillus-veneris* L., *A. caudatum* L., *A. concinnum* Humb. & Bonpl. ex Willd., *A. cuneatum* Langsd. et Fisch., *A. diaphanum* Blume, *A. edgevorthii* Hook., *A. fimbriatum* Christ, *A. formosum* R. Br., *A. grossum* Mett., *A. hispidulum* Sw., *A. macrophyllum* Sw., *A. peruvianum* Klotzsch, *A. polyphyllum* Willd., *A. subcordatum* Sw., *A. tetraphyllum* Humb. & Bonpl. ex Willd., *A. trapeziforme* L.

Вихідний матеріал спор отримано як з рослин колекції Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України, так і за *Delectus Seminum*.

Вивчення спор проводили за допомогою растрового електронного мікроскопа (РЕММА-102). Морфологічні ознаки спор (симетрія, форма, розміри, апертура, тип скульптури та скульптурних елементів спородерми) описували за загальноприйнятими методиками [3–5, 9, 11] та класифікаціями G. Erdtman [6] і P. Sorsa [12].

Результати

Соруси адіантумів розташовані на кінцях жилок під «псевдоіндузієм», який утворюється внаслідок того, що частина сегмента листка з сорусом відгинається вниз, сегмент у верхній частині складається вдвоє і соруси опиняються всередині своєрідних «кишень» [1, 10]. Псевдоіндузія видовжений (*A. macrophyllum*) або округлий (*A. cuneatum*) (рис. 1, *a, b*), гладенький або рідше з волосками (*A. diaphanum*, *A. hispidulum*) (рис. 1, *c, d*). Спорангії розташовані переважно на довгих (100–300 мкм) ніжках (рис. 1, *e*).

***Adiantum capillus-veneris*.** Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні

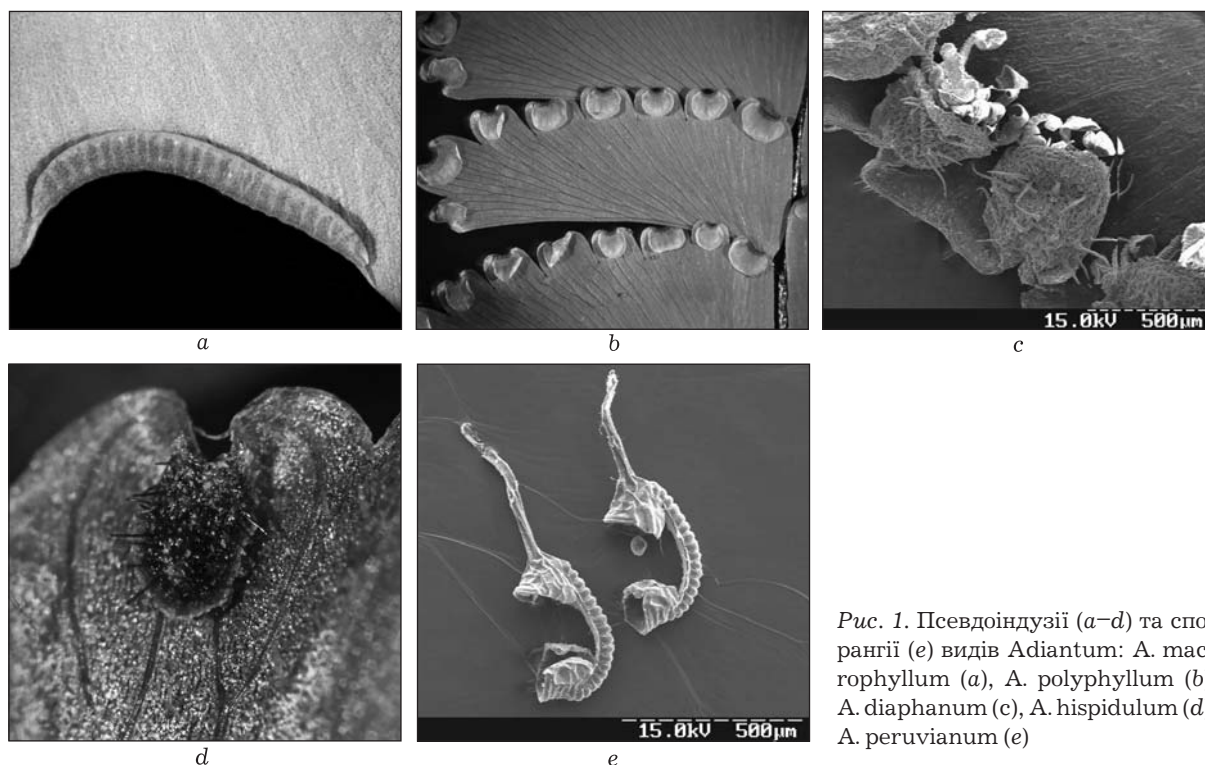


Рис. 1. Псевдоіндузії (a–d) та спорангії (e) видів *Adiantum*: *A. macrophyllum* (a), *A. polyphyllum* (b), *A. diaphanum* (c), *A. hispidulum* (d), *A. peruvianum* (e)

спори випукло-випуклі. Скульптура дрібногорбкувата або зерниста (наявні нечисленні дрібні горбики). Промені лізури не доходять до екватора. Спори великі за розміром — 50–60 мкм у діаметрі (рис. 2, a).

A. caudatum. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі — в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібногорбкувата. Промені лізури не доходять до екватора. Спори середні за розміром — 38–45 мкм у діаметрі (рис. 2, b).

A. concinnum. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібногорбкувата (наявні нечисленні горбики переважно біля променів). Промені лізури не доходять до екватора. Спори середні за розміром — пе-

реважно 40 мкм (рідше до 45 мкм) у діаметрі (рис. 2, c). У дослідних зразках виявлено поодинокі спори іншої будови (рис. 2, d), але такого самого розміру. Скульптура складчасто-гребінчаста, проксимальна поверхня з рядами гребенів по периметру.

A. cuneatum. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібнозерниста (поверхня майже гладенька). Промені лізури не доходять до екватора. Спори середні за розміром — переважно 38–40 мкм у діаметрі (рис. 2, e). Виявлено також поодинокі великі (до 50 мкм) однопроменеві спори (рис. 2, f).

A. diaphanum. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібнозерниста.

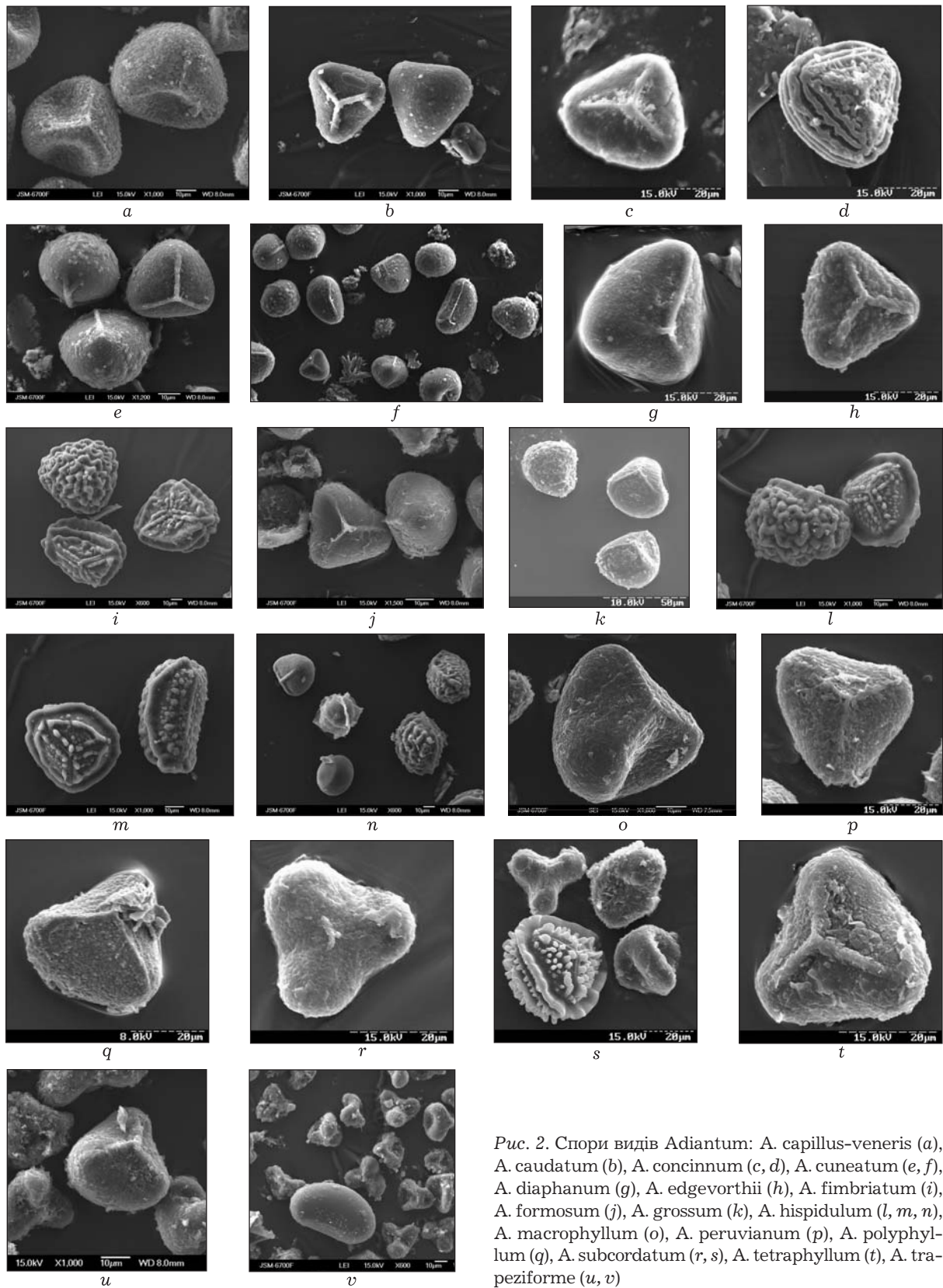


Рис. 2. Спори видів *Adiantum*: *A. capillus-veneris* (a), *A. caudatum* (b), *A. concinnum* (c, d), *A. cuneatum* (e, f), *A. diaphanum* (g), *A. edgevorthii* (h), *A. fimbriatum* (i), *A. formosum* (j), *A. grossum* (k), *A. hispidulum* (l, m, n), *A. macrophyllum* (o), *A. peruvianum* (p), *A. polyphyllum* (q), *A. subcordatum* (r, s), *A. tetraphyllum* (t), *A. trapeziforme* (u, v)

Промені лізури не доходять до екватора. Спори середні за розміром — 42–50 мкм у діаметрі, також наявні поодинокі великі (до 52 мкм) спори (рис. 2, *g*).

A. edgevorthii. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібногорбкувата. Промені лізури не доходять до екватора. Спори середні за розміром — переважно 35 мкм (від 30 до 38 мкм) у діаметрі (рис. 2, *h*).

A. fimbriatum. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна поверхня випукла, проксимальна — плоска, тобто в екваторіальному положенні спори плоско-випуклі. Скульптура складчасто-гребінчаста, дистальна поверхня з великими валиками та горбиками, проксимальна — з рядами валиків, які оточують промені лізури, котрі доходять до облямівки. Спори великі за розміром — переважно 70 мкм (рідше 80 мкм) у діаметрі (рис. 2, *i*).

A. formosum. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібногорбкувата. Промені лізури не доходять до екватора (рис. 2, *j*). Переважна більшість спор (90 %) середні за розміром — близько 30 мкм у діаметрі, решта — вдвічі більші (60 мкм).

A. grossum. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібногорбкувата. Промені лізури не доходять до екватора. Спори середні за розміром — 35–40 мкм у діаметрі (рис. 2, *k*).

A. hispidulum. Більшість (80 %) спор у наших зразках радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна поверхня випукла,

проксимальна — плоска, тобто в екваторіальному положенні спори плоско-випуклі. Скульптура складчасто-гребінчаста, дистальна поверхня з великими валиками та горбиками, проксимальна — з рядами з горбиків, які оточують промені лізури, котрі доходять до облямівки (рис. 2, *l*). Спори великі за розміром — 50–55 мкм у діаметрі. Серед них трапляються однопроменеві спори більшого (до 60 мкм) розміру (рис. 2, *m*).

Решта спор дещо менші (45–50 мкм у діаметрі); радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібногорбкувата. Промені лізури не доходять до екватора. Крім того, виявлено середні (45–50 мкм), білатерально-симетричні, еліпсоїдні, однопроменеві спори із складчасто-комірковою скульптурою (рис. 2, *n*).

M. Large, J. Braggins [7, 8] вказують на наявність чотирипроменевих спор у *A. hispidulum*, однак у наших зразках їх не виявлено.

A. macrophyllum. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібногорбкувата. Промені лізури не доходять до екватора. Спори середні за розміром — 48–50 мкм у діаметрі (рис. 2, *o*).

A. peruvianum. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібногорбкувата. Промені лізури не доходять до екватора. Спори середні за розміром — 48–50 мкм у діаметрі (рис. 2, *p*).

A. polyphyllum. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібногорбкувата. Про-

мені лізури не доходять до екватора. Спори середні за розміром — переважно 40 мкм (рідше до 50 мкм) у діаметрі (рис. 2, q).

A. subcordatum. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібногорбкувата. Промені лізури дуже короткі, не доходять до екватора. Спори середні за розміром — 32–34 мкм у діаметрі (рис. 2, r).

У дослідних зразках виявлено поодинокі спори більшого розміру (до 44 мкм у діаметрі) з іншою скульптурою (складчасто-гребінчаста). На дистальній та проксимальній поверхні розташовані валики та горбики; є облямівка, до якої доходять промені лізури (рис. 2, s).

A. tetraphyllum. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібногорбкувата. Промені лізури не доходять до екватора. Спори середні за розміром — 32–34 мкм у діаметрі (рис. 2, t).

A. trapeziforme. Спори радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; трикутно-округлі; гетерополярні: дистальна та проксимальна поверхні випуклі, тобто в екваторіальному положенні спори випукло-випуклі. Скульптура дрібногорбкувата. Промені лізури не доходять до екватора. Спори середні за розміром — 30–38 мкм у діаметрі (рис. 2, u). Виявлено також поодинокі білатерально-симетричні великі (до 70 мкм) спори (рис. 2, v).

Висновки

Таким чином, встановлено, що спори всіх досліджених видів роду *Adiantum* радіально-симетричні; за формою — тетраедричні; за обрисом — трикутно-округлі. В усіх видів спори гетерополярні, причому у більшості видів в екваторіальному положенні вони випукло-випуклі, у *A. fimbriatum* — випукло-плоскі.

Скульптура спородерми в усіх видів дрібногорбкувата, хоча і відрізняється деякими дрібними скульптурними елементами; промені лізури не доходять до екватора, а у *A. subcordatum* вони набагато коротші за радіус. Виняток становлять спори *A. fimbriatum*, які мають складчасто-гребінчасту скульптуру та облямівку, до якої доходять промені.

За розмірами наявні великі спори: 70–80 мкм — у *A. fimbriatum* та 50–60 мкм — у *A. capillus-veneris*; у решти видів спори середнього розміру — від 30 до 48 мкм у діаметрі.

У наших зразках також виявлено поодинокі спори, які відрізняються за будовою від типових для виду. Так, у *A. concinnum* були наявні спори із складчасто-гребінчастою скульптурою, проксимальна поверхня мала ряди гребенів по периметру; у *A. cuneatum* — однопроменеві спори більшого розміру; у *A. formosum* близько 10 % спор мали вдвічі більший розмір.

У всіх досліджених видів спори переважно майже однакові, лише у *A. hispidulum* наявні морфологічно різні спори: 1) типові вищеописані, 2) плоско-випуклі із складчасто-гребінчастою скульптурою та променями, які доходять до облямівки, причому серед них є й однопроменеві; 3) білатерально-симетричні із складчасто-комірковою скульптурою.

1. Державина Н.М., Покровская З.М. Биоморфология спорифита и онтогенез гаметофита *Adiantum capillus-veneris* L. (*Adiantaceae*) // Turzaniowia. — 2011. — 14, N 3. — P. 131–144.

2. Корчагина И.А. Систематика высших споровых растений с основами палеоботаники: Учебник. — СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2001. — 696 с.

3. Методические аспекты палинологии / Под ред. И.И. Нестерова. — М.: Недра, 1987. — 223 с.

4. Пыльцевой анализ / Гладкова А.Н., Гричук В.П., Заклинская Е.Д. и др. — М.: Госгеолиздат, 1950. — 571 с.

5. Сладков А.Н. Введение в споро-пыльцевой анализ. — М.: Наука, 1967. — 270 с.

6. Erdtman G. Pollen and spore morphology and plant taxonomy: Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta. — Stockholm: Almquist & Wiksells, 1957. — 151 p.

7. *Large M.F., Braggins J.E.* Tetralete and trilete spores in *Adiantum hispidulum* (Adiantaceae) in New Zealand // *Grana*. — 1985. — N 24. — P. 125–127.

8. *Large M.F., Braggins J.E.* A morphological assessment of *Adiantum hispidulum* Swartz and *A. pubescens* Schkuhr (Adiantaceae: Filicales) in New Zealand // *New Zealand Journal of Botany*. — 1993. — 31, N 4. — P. 403–417.

9. *Makgotol K.* Morphology of Fern Spores from Phu Phan National Park // *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*. — 2006. — N 40. — P. 116–122.

10. *Rajkumar S.D., Srivastava S.K., Gautam R., Singh S.K.* Plantlet formation and Spore production — A rare coincidence in *Adiantum lunulatum* Burm. (Adiantaceae — Pteridophyta) of Uttar Pradesh, India // *IJBT*. — 2010. — N 1. — P. 40–41.

11. *Salimpour F., Nazi M., Mazooji A.* Spore morphology of Pteridaceae in Iran // *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. — 2011. — 5, N 10. — P. 1154–1156.

12. *Sorsa P.* Studies on the spore morphology of Fennoscandian fern species // *Ann. Bot. Fennici*. — 1964. — 1, N 3. — P. 179–201.

Рекомендувала до друку А.І. Жила

Л.А. Ковальська

Национальный ботанический сад
им. Н.Н. Гришко НАН Украины,
Украина, г. Киев

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО
СТРОЕНИЯ СПОР НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА
ADIANTUM L. (ADIANTACEAE (C. PRESL) CHING)

Проведены электронно-микроскопические исследования спор 16 видов *Adiantum* L. (Adiantaceae

(C. Presl) Ching): *A. capillus-veneris* L., *A. caudatum* L., *A. concinnum* Humb. & Bonpl. ex Willd., *A. cuneatum* Langsd. et Fisch., *A. diaphanum* Blume, *A. edgevorthii* Hook., *A. fimbriatum* Christ, *A. formosum* R. Br., *A. grossum* Mett., *A. hispidulum* Sw., *A. macrophyllum* Sw., *A. peruvianum* Klotzsch, *A. polyphyllum* Willd., *A. subcordatum* Sw., *A. tetraphyllum* Humb. & Bonpl. ex Willd., *A. trapeziforme* L. Приведены данные о морфологических особенностях спор.

Ключевые слова: папоротники, Adiantaceae, *Adiantum*, споры, спородерма, микроморфологические особенности.

L.A. Kovalska

M.M. Gryshko National Botanical Gardens,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF SPORES OF CERTAIN *ADIANTUM* L.
SPECIES (ADIANTACEAE (C. PRESL) CHING)

Comparative scanning electron microscope investigations of spore of 16 species of *Adiantum* L. (Adiantaceae (C. Presl) Ching): *A. capillus-veneris* L., *A. caudatum* L., *A. concinnum* Humb. & Bonpl. ex Willd., *A. cuneatum* Langsd. et Fisch., *A. diaphanum* Blume, *A. edgevorthii* Hook., *A. fimbriatum* Christ, *A. formosum* R. Br., *A. grossum* Mett., *A. hispidulum* Sw., *A. macrophyllum* Sw., *A. peruvianum* Klotzsch, *A. polyphyllum* Willd., *A. subcordatum* Sw., *A. tetraphyllum* Humb. & Bonpl. ex Willd., *A. trapeziforme* L. are highlighted. The data on morphological characters of spores are given.

Key words: ferns, Adiantaceae, *Adiantum*, spores, sporoderma, micromorphological characters.