

V. Shpagin, PhD, docent
Department of Plant Physiology and Ecology,
Educational and Scientific Centre "Institute of Biology"
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

O.V. FOMIN BOTANICAL GARDEN AND ARCHITECT V.I. BERETTI

It is investigation of establishment of the University Botanical Garden at the first half of 19 ct. There were revealed both the crucial role of architect V.I. Beretti in collecting and pursuing the lots for the future Botanical Garden and the his idea to create an open space in front with Western facade of the main University building just as it was usually created in front with garden façade of a palace in English Landscape Gardens.

Keywords: O.V. Fomin Botanical Garden, architect V.I. Beretti, Garden Design, English Landscape Gardens, Informal Garden, Formal Garden.

В. Шпагин канд. физ.-мат. наук, доц.
Кафедра фізіології та екології рослин, УНЦ "Інститут біології"
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

БОТАНИЧЕСКИЙ САД ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.В. ФОМИНА ВО ВРЕМЕНА В.И. БЕРЕТИ

Исследована история основания университетского ботанического сада, показана решающая роль В.И. Беретти в выборе места для ботанического сада, раскрыта идея В.И. Беретти создать перед западным фасадом дома Университета открытое пространство, и показано, что для этого архитектор предлагал на овражистой части ботанического сада разбить пейзажный сад в английском стиле.

Ключевые слова: ботанический сад имени академика А.В. Фомина, архитектор В.И. Беретти, ландшафтная архитектура, английский пейзажный сад, регулярный сад.

ФІЗИОЛОГІЯ, БІОХІМІЯ ТА АНАТОМІЯ РОСЛИН

УДК: 582.681.61;581.33

Я. Бєласва, пров. інженер
Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТИ БУДОВИ ЧОЛОВІЧОГО ГАМЕТОФІТУ *BEGONIA* L. (*BEGONIACEAE* C. AGARDH)

*У статті наведено результати порівняльного морфологічного аналізу пилкових зерен десяти видів роду *Begonia*, що вирощувалися в умовах закритого ґрунту. Були відібрані якісні (наявність або відсутність перфорації на поверхні пилкових зерен, форма, елементи скульптури) та кількісні (середня довжина полярної осі, екваторіального діаметру) критерії відмінності між пилковими зернами різних видів. Статистичний аналіз результатів мікроморфологічних досліджень за допомогою СЕМ дозволив виявити діагностичні ознаки, що можуть бути таксономічно значущими.*

*Ключові слова: *Begonia*, пилкове зерно, СЕМ.*

Рід *Begonia* L. є одним з найбільших родів судинних рослин, що має пантропічне поширення. Понад 1400 видів роду, об'єднаних у 68 секцій, поширені в усіх тропічних регіонах земної кулі, крім Австралії [6].

Таксономія роду *Begonia* досі залишається складною і суперечливою, що, частково, пов'язують з тривалим процесом інтродукції та селекції, який призвів до виникнення численних номенклатурних комбінацій для одних і тих самих видів. В основу сучасного підходу до поділу на секції покладено будову генеративних органів (тип зав'язі та плацентажі маточкових квіток) [6]. Разом з тим, велике значення в розмежуванні таксонів як на видовому рівні, так і на рівні родини має дослідження особливостей ультраструктури та мікроморфології поверхні пилкових зерен, що було показано на прикладі багатьох родин покритонасінних.

Хоча морфологічні особливості пилку відіграють важливу роль у таксономії, мало досліджень було здійснено в цьому напрямку при вивченні представників роду *Begonia*. Зокрема, Erdtman (1966) відзначив невеликі розміри, витягнуту форму пилкового зерна і наявність дуже тонкого шару екзینی. Van den Berg (1985) провів СЕМ дослідження морфології пилку африканських видів бегоній з метою розмежування роду на секції. В окремих роботах Wodehouse, Erdtman присутні описи морфології пилку бегоній Південно-Східної Азії [6,7].

Тому метою нашого дослідження було з'ясування мікроморфологічних особливостей поверхні пилкового зерна представників роду *Begonia* з подальшим виділенням морфологічних критеріїв відмінності пилкових зерен, що можуть бути використані для ідентифікації видів роду.

Матеріали та методи. Матеріал для дослідження відбирали під час повного цвітіння рослин десяти видів роду *Begonia*, що належать до п'яти секцій (окрім виду *B. mexicana* G.Karsten., котрий ще не внесений до жодної секції): *B. heracleifolia* Schltr. et Cham., *B. macdougalii* Ziesenhenné (*Gireoudia*), *B. goegoensis* N.E.Br. (*Reichenheimia*), *B. dregei* Otto & Dietr. (*Augustia*), *B. venosa* Skan ex Hook.f., *B. dominicalis* A.DC., *B. cucullata* (C.DC.), *B. mollicaulis* Irmsch. (*Begonia*), *B. foliosa* Humb., Bonpl. et Kunth (*Lepsia*).

Для дослідження використовували попередньо висушений пилкок. Пиляк наносили на предметне скло, потім препарувальною голкою руйнували оболонку пилка, а пилкові зерна пензликом переносили на об'єктний столик мікроскопа з попередньо наклеєним на нього двостороннім скотчем. Матеріал напилували вуглицем, а потім золотом [1]. Для дослідження морфологічних параметрів використовували сканувальні електронні мікроскопи PEMMA-102 AT "SELMI" (Суми, Україна) і GSM-6700F (JEOL, Японія).

Розміри пилкових зерен визначали за мікрофотографіями. Для вимірювань метричних показників пилкових зерен використовували ліцензійну програму AxioVs40 V 4.8.2.0 (Carl Zeiss). Вимірювали такі показники, як полярна вісь (P – пряма лінія між дистальним і проксимальним полюсами пилкового зерна), екваторіальний діаметр (E – пряма лінія в екваторіальній частині пилкового зерна, перпендикулярна до полярної осі). Обсяг вибірки при вимірюванні пилкових зерен для кожного виду був прийнятий рівним 30 та розраховувався за вибіркою з найбільшим коефіцієнтом варіації [3]. Під час опису пилку користувалися загальноприйнятою термінологією [1].

Для опису поверхні пилкових зерен використовували якісні (наявність або відсутність перфорацій на поверхні пилкових зерен, форма струменястих елементів скульптури, наявність ретикулярних скульптурних елементів на полюсах, наявність або відсутність руг та штрихоподібних елементів) та кількісні (довжина полярної осі та екваторіальний діаметр) критерії. При описі мікроморфологічних особливостей пилкових зерен використовували термінологічний словник "Glossary of Pollen and Spore Terminology" [5].

Метричні дослідження проводили в тридцятикратній повторності. Для оцінки надійності отриманої середньої та кількості вимірів у кожній вибірці визначався коефіцієнт варіації.

Для аналізу отриманих результатів використовували методи основних компонент (факторний аналіз) і метод кластерного аналізу. Нами було застосовано факторний аналіз з метою об'єднання показників, які мають високий ступінь кореляції, що дає можливість всебічно і компактно описати об'єкти, відображаючи їх на факторній площині [4]. Кластерний аналіз було обрано як метод багатовимірної статистичного дослідження, до якого належить збір даних, що містять інформацію про об'єкти дослідження, та упорядкування їх в однорідні групи. На відміну від інших методів, цей вид аналізу дає можливість класифікувати об'єкти за декількома ознаками одночасно. Для аналізу нами було відібрано кількісні (розміри пилкових зерен) показники та якісні (структура поверхні, перфорації, руги, штрихоподібні елементи та ретикулярні структури) ознаки, що характеризують певну міру близькості за всіма класифікаційними параметрами [4].

Статистичну обробку результатів проводили за загальноприйнятими методами з використання програм Excel 2007 та Statistica 6.1.

Результати та їх обговорення. Пилкове зерно всіх досліджених видів має жовте забарвлення. Пилкові зерна поодинокі, еліпсоподібної форми, обриси пилкового зерна округлі. Характер контуру рівно округлий. Спермодерма трьохборозна, розташування апертур полярне.

В результаті аналізу морфометричних даних було встановлено, що пилкові зерна дев'яти серед десяти видів бегоній мають дуже маленькі (*perminuta*) розміри - від 10 до 25 мкм (рис.1. А, В, С, D, E, F, G, H, J). І тільки вид *B. mollicaulis* (довжина полярної осі становить 25,87 мкм) має пилкові зерна середніх (*media*) розмірів - від 25 до 50 мкм (табл.).

Нами було встановлено, що довжина полярної осі варіює від 16 до 25 мкм, а екваторіальний діаметр - в діапазоні від 6 до 10 мкм. Коефіцієнт варіації проаналізованих числових даних знаходився в межах 9-10% [3].

В усіх досліджених об'єктів скульптура екзини пилкових зерен ребриста (*sculpture striata*) (рис.1. А, В, С, D, E, F, G, H, I, J). В свою чергу вона може мати прямо-ребристу або звивисто-ребристу структуру, в залежності від розташування гребенеподібних виростів, що розміщені переривчасто або згруповані у звивисті ряди. Мікроспори бегоній дисиметричні. Полярна та екваторіальна осі чітко розрізняються. Скульптурні елементи розташовані меридіально і паралельно, зазвичай переривчасті, короткі або видовжені стінки чергуються зі звивистими жолобками. На полюсах пилкового зерна двох досліджених видів спостерігався сітчастий скульптурний орнамент (рис.1. А, G).

Перфорації спостерігаються у всіх видів, окрім *B. heracleifolia*, *B. cucullata* та *B. mexicana* (рис. 1. В, F, H). Прямо-струменяста структура поверхні пилкового зерна зафіксована у 7 видів: *B. heracleifolia*, *B. goegoensis*, *B. dregei*, *B. cucullata*, *B. macdougalii*, *B. mollicaulis* та *B. foliosa* (рис.1. В, С, E, F, I); звивисто-струменяста скульптура - лише у 3 видів: *B. venosa*, *B. dominicalis*, *B. mexicana* (рис.1. А, D, H).

Руги - короткі боріздки, рівномірно розташовані по всій поверхні пилкового зерна, спостерігаються у 4 видів: *B. dominicalis*, *B. mexicana*, *B. mollicaulis* та *B. venosa* (рис. 1. А, D, H, I). У шести видів (*B. heracleifolia*, *B. dominicalis*, *B. macdougalii*, *B. mexicana*, *B. mollicaulis*, *B. foliosa*) на поверхні пилкових зерен перпендикулярно борозні були розташовані штрихоподібні елементи (рис.1. В, D, G, H, I, J). Ретикулярні структури на полюсах було зафіксовано лише у 2 видів: *B. cucullata* та *B. venosa* (рис. 1. F, A). Відношення між дослідженими видами проілюстровані на дендрограмі кластеризації, що базується на морфометричних ознаках (рис. 2).

Більш наочно відношення між морфометричними параметрами різних видів демонструє метод головних компонент. Результати аналізу представлені на рис. 3. 3-поміж десяти видів за розмірами найбільше відрізняються види: *B. mollicaulis* та *B. venosa*. Решта видів розташована достатньо компактно, це говорить про те, що вони мало відрізняються один від одного по довжині полярної осі і екваторіального діаметру (рис. 3).

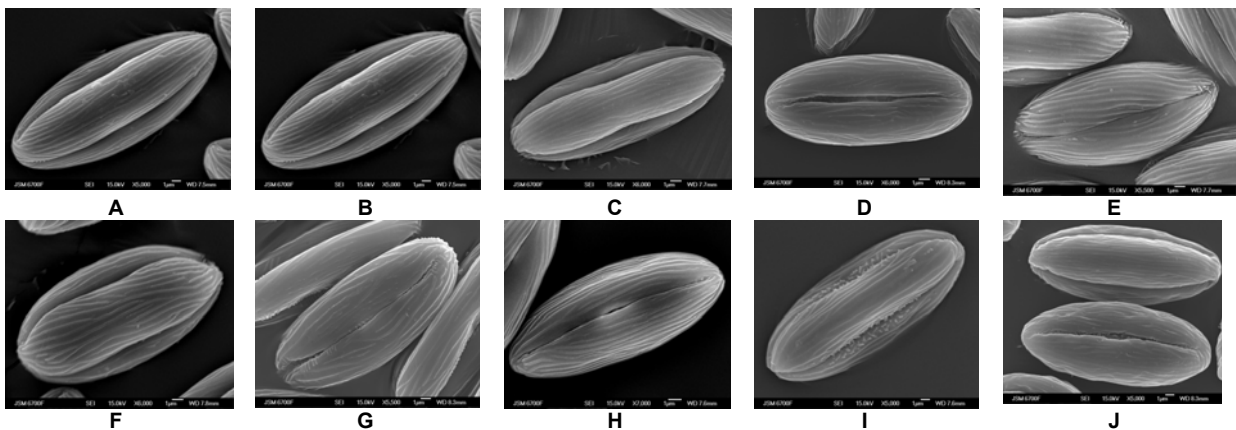


Рис. 1. Загальний вигляд пилкових зерен видів роду *Begonia*:

А – *B. venosa*; В – *B. heracleifolia*; С – *B. goegoensis*; D – *B. dominicalis*; E – *B. dregei*; F – *B. cucullata*;
G – *B. macdougalii*; H – *B. mexicana*; I – *B. mollicaulis*; J – *B. foliosa*

Таблиця

Результати мікрморфологічних та морфометричних досліджень пилкових зерен видів *Vegetia*

Види	Полярна вісь, (мкм)	Екваторіальний діаметр, (мкм)	Перфорації	Прямоструменяста структура	Звивисто-струменяста структура	Руги	Штрихоподібні елементи (перпендикулярно борозні)	Ретикулярні структури на полюсах
<i>B. heracleifolia</i>	23,22±0,7	9,55±0,58	-	+	-	-	+	-
<i>B. macedougalii</i>	20,79±0,97	7,87±0,6	+	+	-	-	+	-
<i>B. goegoensis</i>	20,31±0,88	7,71±0,49	+	+	-	-	-	-
<i>B. dregei</i>	19,29±1,05	8,49±0,72	+	+	-	-	-	-
<i>B. venosa</i>	19,92±0,93	9,64±0,88	+	-	+	+	-	+
<i>B. dominicalis</i>	20,22±1,01	8,65±0,65	+	-	+	+	+	-
<i>B. cucullata</i>	19,93±1,02	8,25±0,53	-	+	-	-	-	+
<i>B. mollicaulis</i>	25,87±1,03	10,18±0,5	+	+	-	+	+	-
<i>B. mexicana</i>	17,26±0,76	7,24±0,41	-	-	+	+	+	-
<i>B. foliosa</i>	10,18±0,52	6,73±0,32	+	+	-	-	+	-

Дендрограма для 10 спостережень
Метод одиночного зв'язку
Відстань Чебишева

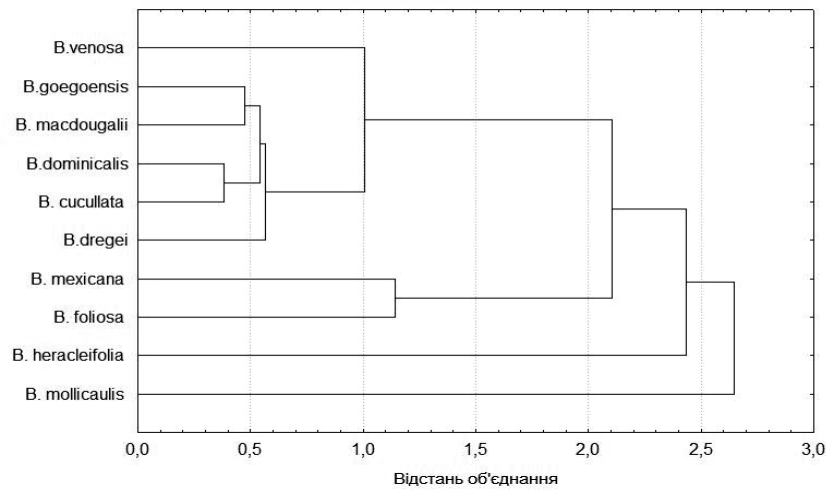


Рис. 2. Кластерна дендрограма ієрархічних зв'язків на основі морфометричних особливостей пилкових зерен роду *Vegetia*

Проекція спостережень на факторну площину (1 x 2)

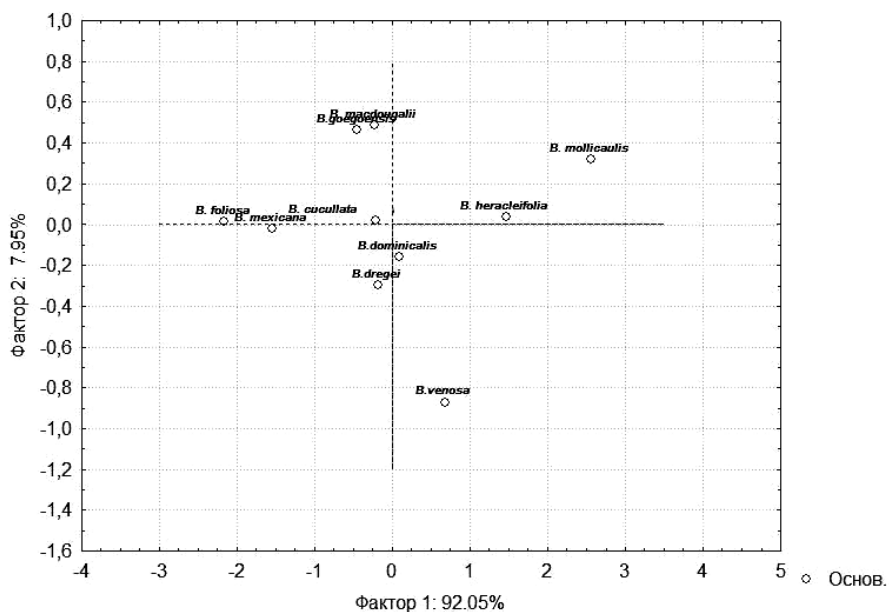


Рис. 3. Проекція морфометричних показників пилкових зерен роду *Vegetia* на факторну площину

Застосувавши кластерний аналіз ієрархічних зв'язків на основі кількісних та якісних показників пилкових зерен було виділено вісім груп одного рангу, з-поміж яких лише дві представлені більш ніж одним видом: 1) *B. goegoensis* та *B. dregei*, 2) *B. macdougallii* та *B. foliosa* (рис. 4.). Нами встановлено, що комбінації якіс-

них показників (елементи скульптури) цих видів у кожній з цих груп є подібними, проте кількісні показники відрізняються. Комбінація обраних кількісних і якісних ознак пилкового зерна може слугувати додатковим критерієм для ідентифікації видів бегоній.

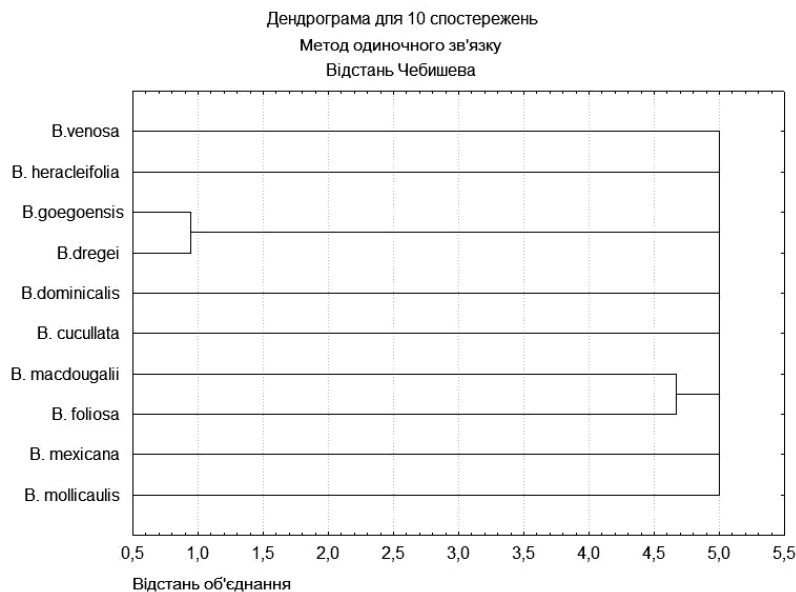


Рис. 4. Кластерна дендрограма ієрархічних зв'язків на основі мікоморфологічних та морфометричних особливостей будови пилкових зерен роду *Begonia*

Висновки. Таким чином, в результаті наших досліджень було виявлено низку мікоморфологічних особливостей поверхні пилкового зерна представників роду *Begonia*: наявність або відсутність перфорації на поверхні пилкових зерен, структура поверхні (прямо-ребриста, звивисто-ребриста структура), елементи скульптури поверхні (руги, штрихоподібні елементи та ретикулярні структури) та кількісні критерії (середня довжина полярної осі, екваторіальний діаметр). Це дозволило нам виділити морфологічні критерії відмінності пилкових зерен, що в подальшому можуть бути використані для ідентифікації видів роду.

Список використаних джерел

1. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений / З.Т. Артюшенко, А.А. Федоров. – Ленинград: Наука, 1975. – 348 с.
2. Карупу В.Я. Электронная микроскопия / В.Я. Карупу – К.: Наука, 1984. – 208 с.
3. Урбах В.Ю. Математическая статистика для биологов и медиков / В.Ю. Урбах. – М., 1963. – 323 с.
4. Халафян А.А. Statistica 6. Статистический анализ данных / А. А. Халафян. – М., Изд. Бином-Пресс, 2007. – 512 с.
5. Glossary of Pollen and Spore Terminology // Review of Palaeobotany and Palynology. – 2007. – Vol. 143. – P. 1–81.
6. Tebbit M.C. Begonias: cultivation, natural history, and identification / M.C. Tebbit. – Portland: Timber Press, 2005. – 272 p.
7. Rajbhandary S. et al. Pollen morphology of *Begonia* L. (Begoniaceae) in Nepal // Bangladesh J. Plant Taxon. – 2012. – Vol. 19, № 2. – P. 191–200.

Надійшла до редколегії 15.10.15

Ya. Belaeva,
National Botanical Garden of M. Gryshko NAN of Ukraine, Kyiv, Ukraine

STRUCTURAL FEATURES OF GAMETOPHYTE OF *BEGONIA* L. (*BEGONIACEAE* C. AGARDH)

A comparative morphological analysis of pollen grains of 10 Begonia species growing under glasshouse condition are highlighted. A methodology for detecting morphological criteria of distinction is developed. Both qualitative criteria (presence or absence of perforations on the surface of the pollen grains, mold striata elements of sculpture) and quantitative criteria (average length of the polar axis and the equatorial diameter) are identified. Statistical analysis of micromorphological studies using SEM revealed diagnostic features that can be taxonomically significant.

Keywords: *Begonia*, pollen, SEM.

Я. Белаева,
Национальный ботанический сад имени Н.Н. Гришко НАН Украины, Киев, Украина

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ МУЖСКОГО ГАМЕТОФИТА *BEGONIA* L. (*BEGONIACEAE* C. AGARDH)

В статье приведены результаты сравнительного морфологического анализа пыльцевых зерен десяти видов рода Begonia, которые выращивались в условиях закрытого грунта. Были отобраны качественные (наличие или отсутствие перфорации на поверхности пыльцевых зерен, форма, элементы скульптуры) и количественные (средняя длина полярной оси, экваториального диаметра) критерии различия между пыльцевыми зёрнами разных видов. Статистический анализ результатов микроморфологических исследований с помощью СЭМ позволил выявить диагностические признаки, которые могут быть таксономически значимыми.

Ключевые слова: *Begonia*, пыльца, СЭМ.