

Н.М. ШИЯН

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
252601 Київ, МСП-1, вул. Терещенківська, 2

МОРФОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ПИЛКОВИХ ЗЕРЕН ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *GENTIANA* s.l. (*GENTIANACEAE*) ФЛОРИ УКРАЇНИ

палінологія, пилкок, *Gentiana*, Україна

Систематика роду *Gentiana* s.l. родини *Gentianaceae* Juss. заслуговує на увагу, бо поки що залишається відкритим питання про його обсяг, зокрема про кількість родів, які доцільно виділити з вихідного роду [3, 5]. Ми спробували використати біометричні параметри пилкових зерен як додаткові діагностичні ознаки в систематиці даного роду.

Відомості про морфологію пилкових зерен представників *Gentiana* s.l. досить обмежені [8—10]. В цілому це монотипний в паліноморфологічному відношенні рід, що має пилкові зерна триборозно-порового типу. Застосування математичного аналізу дало можливість дещо по-іншому оцінити положення окремих видів у межах *Gentiana* s.l.

Матеріали та методи досліджень

Пилкок одержано з рослин, які ми зібрали під час експедицій у 1992—1993 рр., і тих, що зберігаються в гербарії Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України.

Пилкові матеріали вивчали за допомогою світлового (СМ) та електронного (SEM—2) мікроскопів. Під СМ досліджували ацетолізовані пилкові зерна за методикою Д. Ердтмана [6], під SEM — неацетолізовані, оброблені абсолютним етиловим спиртом і вкриті тонким шаром золота (100—150 Å) в іонно-плазмовому напилювачі.

© Н.М. Шиян, 1995

Кластерний аналіз кількісних параметрів пилку проведений на ЕОМ за програмою, складеною Н.Г. Терентьєвою. Середнє арифметичне значення є результатом вимірювання 25 пилкових зерен кожного виду. Різницю між видами встановлювали за відстанями П. Махаланобіса [7]; для об'єднання видів у кластери використовували середню відстань за методикою Б. Дюрана та П. Оделла [2]. Вірогідні різниці між видами визначені за критерієм П. Хотеллінга [4].

Результати досліджень

Якщо розглянути величини полярних осей у представників *Gentiana* s.l. флори України, то можна твердити про доцільність його поділу на три роди: *Gentiana* s. str., *Gentianopsis* (L.) Yu-Chuan Ma та *Gentianella* Moench. Причому найбільші розміри полярної осі відмічені у представників роду *Gentianella* (табл. 1), які за цим показником досить близькі між собою. Найменші середні параметри за цією ознакою мають пилкові зерна *Gentianella amarella* (L.) Boern (44,01 мкм), найбільші — *G. lingulata* (Agardh) Pritchard (46,85 мкм).

Найменшу середню довжину полярної осі у *Gentiana* s. str. має *Gentiana cruciata* L. (sect. *Aptera* Kusn.), а найбільшу — високогірні види, зокрема *G. acaulis* L. (sect. *Thylacites* Griseb.), *G. laciniata* Kit. et Kanitz. (sect. *Chondrophylla* Bunge) та *G. verna* L. (sect. *Cyclostigma* Griseb.). Порівнюючи величини полярних осей цих видів (див. рис. 1), з такими інших видів досліджуваного роду, що зростають переважно в рівнинній частині України (*G. pneumonanthe* L. і *G. asclepiadea* L. з sect. *Pneumonanthe* Bunge та *G. cruciata*), ми бачимо, що саме високогірним видам характерні максимальні значення даної ознаки.

Середні значення екваторіального діаметра не залежать від таких полярної осі. Якщо розташувати усі види в ряд за збільшенням розмірів полярної

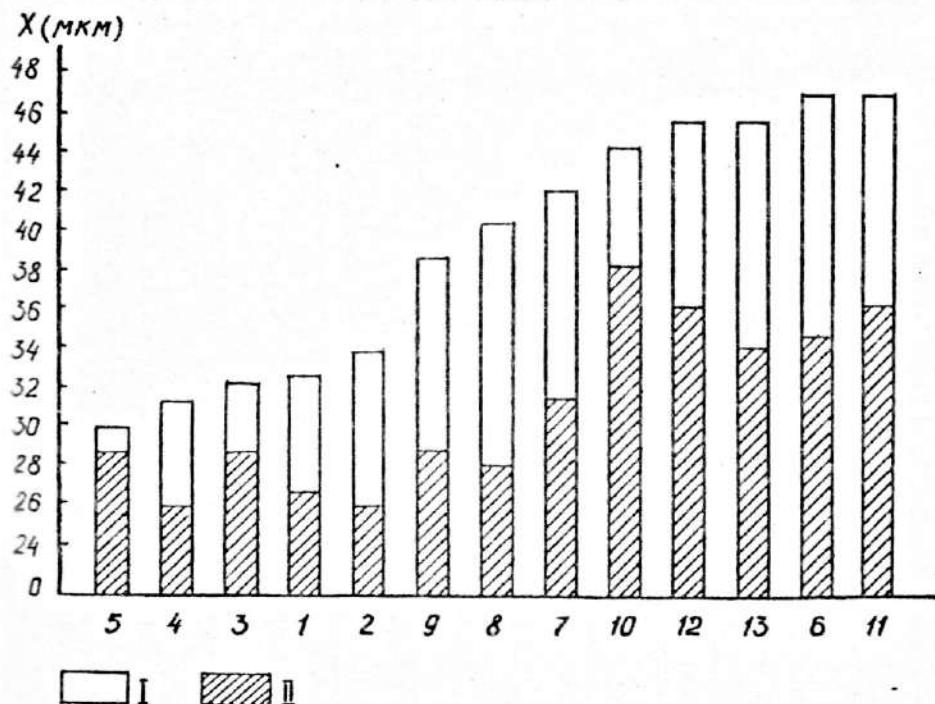


Рис. 1. Гістограма середніх значень кількісних параметрів пилку видів роду *Gentiana* s.l.: I — полярної осі, II — екваторіального діаметра. Тут і на рис. 2 на осі ординат позначені номери видів, що відповідають таким у табл. 1

Fig. 1. Histogram of numerical parameters averages for pollen grains of the genus *Gentiana* s.l.: I — polar axis, II — equatorial diameter. Here and in the Fig. 2 the numbers of species indicated on the ordinate axis are the same as numbers represented in the table 1

Таблиця 1. Морфологічна характеристика пилоквіх зерен видів роду *Gentiana* s.l. флори України

N	Секція, вид	Поларна вісь, мкм	Екваторіальний діаметр, мкм	Співвідношення П.а. ПЕ - Е.д.	Товщина еквіатора, мкм	Діаметр пори, мкм	Форма пилоквіх зерен	Місце збору зразка
Sect. <i>Gentiana</i> L.								
1	<i>Gentiana lutea</i> L.	$\frac{33,20}{24,64-45,43}$	$\frac{26,43}{23,10-34,65}$	1,26	$\frac{2,1}{1,5-2,7}$	$\frac{3,9}{3,1-5,4}$	еліпсоїдальні	Закарпатська обл., Рахівський р-н, окол. с. Богдан, пол. Рогнеска, 1953, В.І. Комендар
2	<i>G. punctata</i> L.	$\frac{34,03}{30,80-40,04}$	$\frac{25,78}{20,79-29,26}$	1,32	$\frac{2,9}{2,3-3,1}$	$\frac{3,9}{3,5-4,2}$	еліпсоїдальні	Закарпатська обл., Рахівський р-н, окол. с. Ділове, г. Піп-Іван Мармароський, 1992, Н.М. Шиян
Sect. <i>Pneumonanthe</i> Bunge								
3	<i>G. pneumonanthe</i> L.	$\frac{31,91}{30,80-36,19}$	$\frac{28,71}{25,41-30,80}$	1,11	$\frac{2,2}{1,9-2,1}$	$\frac{4,2}{2,7-7,7}$	сфероїдальні та еліпсоїдальні	Київська обл., Києво-Святошинський р-н, окол. с. Чапаївка, біля оз. Конча-Заспа, 1992, Н.М. Шиян
4	<i>G. asclepiadea</i> L.	$\frac{31,75}{26,95-36,19}$	$\frac{26,09}{23,10-30,03}$	1,22	$\frac{1,5}{1,3-1,6}$	$\frac{3,7}{3,1-3,9}$	еліпсоїдальні та сфероїдальні	Івано-Франківська обл., Надвірнянський р-н, окол. г. Пожижевська, 1992, Н.М. Шиян
Sect. <i>Aptera</i> Kuhn.								
5	<i>G. cruciata</i> L.	$\frac{30,0}{26,18-34,65}$	$\frac{28,61}{23,10-32,34}$	1,05	$\frac{2,3}{2,1-2,4}$	$\frac{4,6}{4,5-4,7}$	сфероїдальні	Львівська обл., Золочівський р-н, с. Білий Камінь, 1977, Я.П. Дідух, Ю.Р. Шеляг-Сосонко
Sect. <i>Thylactites</i> Griseb.								
6	<i>G. acaulis</i> L.	$\frac{46,48}{37,73-52,36}$	$\frac{33,97}{30,80-36,96}$	1,37	$\frac{3,0}{2,7-3,1}$	$\frac{5,3}{5,1-6,1}$	еліпсоїдальні	Закарпатська обл., Рахівський р-н, окол. с. Ясіня, пол. Драгобрат, 1992, Н.М. Шиян
Sect. <i>Chondrophylla</i> Bunge								
7	<i>G. laciniata</i> Kit. et Kanitz.	$\frac{42,10}{36,96-46,20}$	$\frac{30,37}{24,64-41,58}$	1,39	2,3	3,3	еліпсоїдальні	Івано-Франківська обл., Надвірнянський р-н, окол. с. Яблуниця, Яблуницький перевал, 1992, Н.М. Шиян
Sect. <i>Cyclostigma</i> Griseb.								
8	<i>G. verna</i> L.	$\frac{41,18}{36,42-47,74}$	$\frac{25,44}{22,33-31,57}$	1,62	$\frac{2,2}{1,5-2,3}$	$\frac{3,9}{3,1-3,9}$	еліпсоїдальні	Закарпатська обл., Рахівський р-н, окол. с. Ясіня, г. Гереджівка, 1992, Н.М. Шиян
Sect. <i>Grossopetalum</i> Froel.								
9	<i>Gentianopsis ciliata</i> (L.) Yu-Chuan Ma	$\frac{38,59}{33,88-44,66}$	$\frac{28,18}{23,10-36,65}$	1,37	$\frac{2,2}{1,9-2,3}$	$\frac{3,1}{3,1-3,9}$	еліпсоїдальні	Івано-Франківська обл., Надвірнянський р-н, окол. г. Пожижевська, 1992
Sect. <i>Endotricha</i> Froel.								
10	<i>Gentianella amarella</i> (L.) Boern.	$\frac{44,01}{37,73-47,74}$	$\frac{37,79}{30,08-46,20}$	1,16	$\frac{2,4}{2,3-3,1}$	$\frac{4,0}{3,9-4,6}$	еліпсоїдальні та сфероїдальні	Крим, коло. м. Ялта, Ай-Петринська яйла, 1976, Я.П. Дідух
11	<i>G. lingulata</i> (Agarh.) Pritchard	$\frac{46,85}{38,50-51,59}$	$\frac{35,33}{26,95-42,35}$	1,33	$\frac{2,6}{2,3-3,1}$	$\frac{4,5}{4,2-4,6}$	еліпсоїдальні та сфероїдальні	Чернівецька обл., Вижицький р-н, окол. с. Долішній Шеніт, 1966, А.І. Барбарич
12	<i>G. lutescens</i> (Velen.) Holub	$\frac{45,15}{34,65-52,36}$	$\frac{35,48}{28,49-40,04}$	1,27	$\frac{2,3}{1,5-2,6}$	$\frac{4,3}{3,9-4,6}$	еліпсоїдальні та сфероїдальні	Чернівецька обл., Вижицький р-н, окол. с. Долішній Шеніт
13	<i>G. carpatica</i> (Hayek) Czopik	$\frac{45,21}{40,04-51,59}$	$\frac{33,82}{29,26-38,50}$	1,34	$\frac{2,4}{2,3-2,7}$	$\frac{3,9}{3,5-4,6}$	еліпсоїдальні та сфероїдальні	Львівська обл., Турківський р-н, окол. м. Турка, г. Кочерга, 1959, Д.Я. Афанасьєв

осі, то рівномірного розподілу середніх значень екваторіального діаметра не спостерігається. Відсутність взаємозалежності цих показників у межах *Gentiana* s.l. обумовлює високу таксономічну значущість коефіцієнта співвідношення полярної осі та екваторіального діаметра (ПЕ), який є досить сталим для окремо взятого виду (табл. 1). Крім того, його величина визначає форму пилкового зерна. Пилкові зерна сферичної форми (наприклад, у *G. cruciata*) мають низькі значення ПЕ, а високі характерні для пилку еліптичної форми (*G. acaulis*). Але цей палінометричний показник не можна використовувати для діагностики видів з однаковим ПЕ.

Низьку інформативність для діагностики мають такі параметри, як товщина екзини і діаметр пори (див. рис. 2). У більшості видів вони близькі за своїми величинами, тому не можуть бути застосовані для визначення видів. Лише для *G. acaulis* значення цих ознак доцільно взяти до уваги як додатковий критерій, за яким пилкові зерна цього виду відрізняються від пилку видів роду *Gentianella*.

Оскільки відсутність залежності між кількісними параметрами пилку в межах *Gentiana* s.l. значно ускладнює порівняльний аналіз видів, ми використали багатомірний математичний кластерний аналіз, який дав змогу порівняти досліджувані види одночасно за чотирма палінометричними параметрами, а саме за розмірами полярної осі, екваторіального діаметра, товщини екзини та діаметра пори. Результати цього аналізу відображено в таблицях 2 і 3. Різниця між 13-ма видами, що зростають в Україні, була визначена без урахування їх таксономічного поділу в межах *Gentiana* s.l., тому цю групу видів було розбито на три самостійні таксони з виділенням еталонного виду для кожного. До першого таксону були віднесені *Gentiana pneumonanthe* (еталонний вид), *G. punctata*, *G. lutea*, *G. asclepiadea* та *G. cruciata*; до другого — *G. laciniata* (еталонний вид), *G. verna* та *Gentianopsis ciliata* (L.) Yu-Chuan Ma; до третього — чотири види *Gentianella* та *Gentiana acaulis*, еталоном у цій групі є *Gentianella axillaris*. Таким чином, перший таксон повністю збігається з родом *Gentiana* s. str. (незважаючи на те, що три його види за своїми параметрами входять до інших таксонів), другий — *Gentianopsis*, а третій — *Gentianella*.

Таблиця 2. Відстань Махаланобіса між видами роду *Gentiana* s.l. за кількісними параметрами

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	0,20	0,85	0,38	1,19	3,23	1,97	1,51	1,08	2,70	2,81	2,56	2,66
2		0	0,76	0,86	1,85	3,43	2,40	1,79	1,24	2,83	3,11	2,50	2,84
3			0	1,35	1,32	4,12	2,98	2,24	1,76	3,26	3,53	2,73	3,26
4				0	1,37	4,49	3,26	2,47	1,97	3,60	3,78	3,17	3,62
5					0	4,45	3,70	3,14	2,88	3,55	4,16	3,01	3,79
6						0	1,33	2,22	2,11	1,20	0,36	0,60	0,29
7							0	0,73	0,95	1,32	1,22	1,13	0,97
8								0	0,68	1,96	1,89	1,89	1,74
9									0	1,85	1,95	1,71	1,69
10										0	1,01	0,59	0,96
11											0	0,35	0,39
12												0	0,43
13													0

Таблиця 3. Вірогідність різниці між видами роду *Gentiana* s.l. за кількісними параметрами

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	—	нд	д	нд	д	д	д	д	д	д	д	д	д
2		—	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д
3			—	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д
4				—	д	д	д	д	д	д	д	д	д
5					—	д	д	д	д	д	д	д	д
6						—	д	д	д	д	нд	д	нд
7							—	д	д	д	д	д	д
8								—	д	д	д	д	д
9									—	д	д	д	д
10										—	д	д	д
11											—	нд	нд
12												—	нд
13													—

Примітка: д — достовірно, нд — недостовірно.

Найменшою є різниця між *Gentiana lutea* — *G. punctata* (1—2), *G. lutea* — *G. asclepiadea* (1—4), *G. acaulis* — *Gentianella lingulata* (6—11), *G. acaulis* — *Gentianella carpatica* (6—13), *Gentianella lingulata* — *G. lutescens* (11—12), *G. lingulata* — *G. carpatica* (11—13), *G. lutescens* — *G. carpatica* (12—13) (табл. 2).

При 95% -му рівні значущості параметрів вони виявились недостовірними

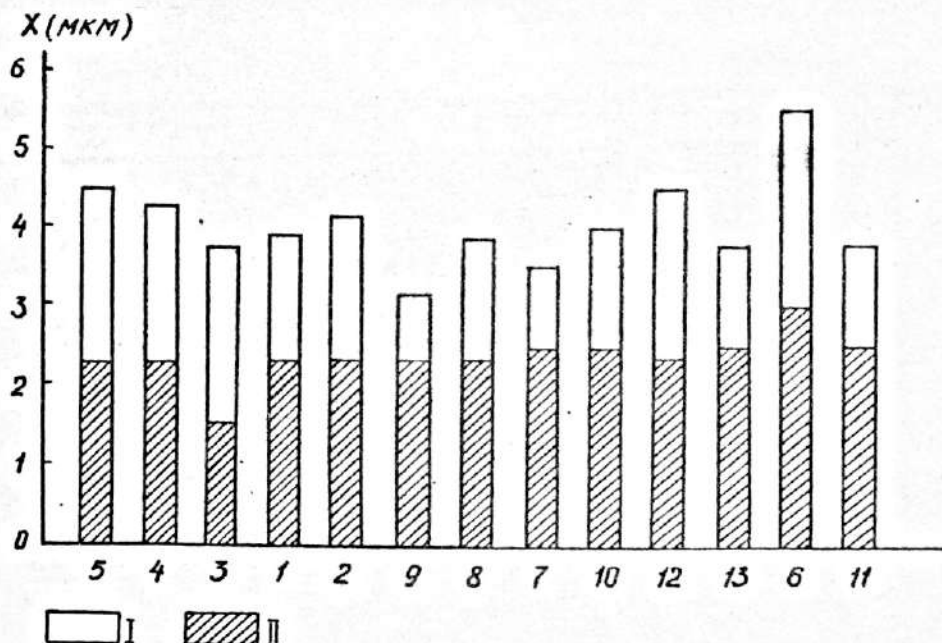


Рис. 2. Гістограма середніх значень кількісних параметрів пилку: I — товщина екзини, II — діаметр пори

Fig. 2. Histogram of numerical parameters averages for pollen grains of the genus *Gentiana* s.l. species: I — thickness of exine, II — pore diameter

для вище вказаних пар видів (табл. 3). Види пари 1—2 відносяться до секції *Gentiana* L., а пар 11—12, 12—13, 11—13 — до секції *Endotricha*. Отже, незначна різниця між зазначеними видами лише підкреслює їх філогенетичну спорідненість. Близькість видів з різних секцій, що входять до різних пар, напевно спричинена подібністю особливостей їх екології запилення та висотою зростання над рівнем моря.

Таким чином, результати морфометричного аналізу пилоквих зерен 13 видів *Gentiana* s.l. флори України підтверджують доцільність виділення в межах вихідного роду таких сегрегативних самотійних родів: *Gentiana* s. str., *Gentianopsis* та *Gentianella*.

За допомогою математичного аналізу була підтверджена видова самотійність більшості видів *Gentiana* s.l. і виявлена висока специфічність сукупності палинометричних характеристик.

Для *Gentiana lutea*, *G. punctata* (sect. *Gentiana*), *Gentianella lingulata*, *G. lutescens* та *G. carpatica* (sect. *Endotricha*) жоден із досліджуваних параметрів не може бути використаним як діагностичний, оскільки морфометричні показники пилку цих видів достовірно не відрізняються між собою.

Автор щиро вдячна докт. біол. наук С.М. Зиман за зауваження і поради щодо тексту та канд. хім. наук А.Б. Драпайло за допомогу при підготовці рукопису.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Агабабян В.Ш., Туманян К.Т. // Биол. журн. Армении. — 1980. — 33, N 5. — С. 466-471.
2. Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ. — М.: Статистика, 1977. — 126 с.
3. Зуев В.В. // Ботан. журн. — 1985. — 70, N 7. — С. 916-923.
4. Кендалл М., Стюарт А. Статистические выводы и связи. — М.: Статистика, 1973. — 220 с.
5. Цвелев Н.Н. // Ботан. журн. — 1993. — 78, N 6. — С. 131-138.
6. Erdtmann G. // Bot. natis. — 1960. — 133, N 1. — P. 285-288.
7. Mahalanobis D.C. // Proc. nat. Inst. Sci. India B. — 1936. — 12. — P. 49-55.
8. Nilson S. // Pollen et spores. — Paris. — 1967. — IX, N 1. — P. 49-50.
9. Sankara Rao K., Chinnappa C.C. // Can. J. Bot. — 1983. — 61, N 1. — P. 174-178.
10. Sankara Rao K., Chinnappa C.C. // Ibid. — 1983. — 61, N 1. — P. 324-336.

Рекомендує до друку
С.Л. Мосякін

Надійшла 30.05.94

Н.Н. Шиян

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *GENTIANA* s.l. (*GENTIANACEAE*) ФЛОРЫ УКРАИНЫ

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, г. Киев

По четырем параметрам проведен математический анализ пыльцы 13 видов из рода *Gentiana* s.l. флоры Украины. Результаты морфометрического анализа подтвердили видовую самостоятельность восьми видов *Gentiana* s.l. Данные анализа являются недостаточными для установления видовой самостоятельности *Gentiana lutea* L., *G. punctata* L., *Gentianella carpatica* (Hayek) Czopic, *G. lutescens* (Velen.) Holub и *G. lingulata* (Agardh) Pritchard.

N.M. Shiyan

ABOUT USING MORPHOMETRIC ANALYSIS POLLEN GRAINS OF *GENTIANA* s.l. (*GENTIANACEAE*) SPECIES WITHIN THE FLORA OF THE UKRAINE

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

The mathematical analysis of quantitative parameters of pollen grains of 13 *Gentiana* s.l. species, was made. The results of this morphometric analysis confirmed the independens of 8 *Gentiana* s.l. species. Our data are insufficient to distinguish *Gentiana lutea* L., *G. punctata* L., *Gentianella carpatica* (Hayek) Czopic, *G. lutescens* (Velen.) Holub и *G. lingulata* (Agardh) Pritchard.