

ИЗУЧЕНИЕ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН ВИДОВ РОДА *GERANIUM* (GERANIACEAE) ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТАКСОНОМИИ

С. В. Овчинникова¹, В. И. Ивлева²

¹Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск; *sv-ovchin@yandex.ru*

²Алтайский государственный университет, Барнаул; *victoria_ivleva@rambler.ru*

С помощью сканирующего электронного микроскопа проведено сравнительное изучение морфологии пыльцевых зерен 9 видов рода *Geranium* Алтайской горной страны, для 6 видов впервые. Установлено, что наибольшее значение для систематики таксонов имеют признаки скульптуры второго ряда экзины и орнаментация поверхности пыльцевого зерна.

Введение

Согласно современным данным, род *Geranium* L. включает около 400 видов [9]. Центр видового разнообразия рода сосредоточен в районах восточного Средиземноморья: именно здесь встречаются представители всех трех подродов [16]. Изучаемый нами род *Geranium* на территории Алтайской горной страны представлен 15 видами [5, 6]. Это, в основном, мезофитные травы, произрастающие в различных экологических условиях во всех горных поясах. Алтайские виды входят в состав 5 секций из двух подродов, согласно системы [16] с дополнениями [4, 7, 8].

Для решения сложных вопросов таксономии и признания самостоятельности видов необходимо привлечение дополнительных методов исследования. Благодаря использованию сканирующей электронной микроскопии для изучения стали доступны новые признаки. С целью внесения ясности в вопрос о разграничении некоторых видов и выявления новых диагностических признаков нами было предпринято изучение пыльцевых зерен (п. з.) у 9 представителей рода *Geranium* из 3 секций с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ).

Исследованию морфологии п. з. видов рода *Geranium* посвящен ряд работ [3, 10, 11, 12, 14, 15]. Изучено 90 видов рода с территории Европы и Средиземноморья и только 6 из них встречаются на Алтае: *G. sylvaticum*, *G. pratense*, *G. robertianum*, *G. collinum*, *G. sibiricum*, *G. pusillum*. Изучение пыльцы гераней с территории Алтая до сих пор никем не предпринималось.

Материалы и методы

Материалом послужили образцы пыльников, взятые с гербарных экземпляров, собранных в 2008–2009 гг. и хранящихся в гербарии АлтГУ [АЛТВ]. Исследование морфологии пыльцы проводилось с помощью СЭМ модели S-3400N (фирма Hitachi) в лаборатории ИВЭП СО РАН (г. Барнаул). Перечень исследованных образцов и подробная методика исследования опубликованы [1]. В совокупности исследовано около 450 п. з., в среднем по 15, 20, 25 для каждого вида. Съемка производилась при увеличении от ×850 для описания общего вида п. з. и при увеличении до ×32 000 для изучения деталей поверхности экзины. При описании морфологии п. з. использована терминология, предложенная в работах [2, 13].

Результаты и обсуждение

С помощью СЭМ изучены п. з. у 9 видов рода *Geranium* из Алтайской горной страны. Виды *G. sylvaticum* L., *G. albiflorum* Ledeb., *G. krylovii* Tzvel., *G. pseudosibiricum* J. Mayer, *G. laetum* Ledeb., *G. bifolium* Patrin. принадлежат к типовой секции *Geranium*. *G. pratense* L. и *G. pratense* ssp. *sergievskajae* Peschkova относятся к секции *Recurvata*

(Knuth) Novosselova, *G. sibiricum* L. относится к секции *Orientalia* (Tzyren.) Novosselova. П. з. у видов *G. albiflorum*, *G. krylovii*, *G. laetum*, *G. pseudosibiricum*, *G. bifolium*, *G. pratense* ssp. *sergievskajae* были изучены впервые.

При описании п. з. учитывались следующие признаки:

- Размер п. з.: крупные — от 50 до 100 мкм, очень крупные — до 111 мкм.
- Форма п. з. (определяется отношением полярной оси к экваториальному диаметру): сфероидальная или сплющено-сфероидальная у всех видов.
- Количество, размеры, форма поры или оры — 3 крупные, округлые или овальные, выпуклые, вогнутые или погруженные (рис. 1).
- Расположение пор или ор: симметрично (в 3-х плоскостях симметрии).
- Апертура — бороздно-поровая или бороздно-оровая; борозды короткие, широкие, с неровными краями.
- Скульптура первого ряда экзины: булавовидная у всех видов.
- Скульптура второго ряда экзины: сетчатая, сплошная, ячеистая или неясно-ячеистая (рис. 2).
- Размер головок стерженьков — мелкие и крупные.
- Форма и поверхность головок — шаровидные, цилиндрические, продолговатые; с гладкой, сильно исчерченной поверхностью, с несколькими верхушками.
- Орнаментация (общий рисунок поверхности) п. з.: звездчатая, неясно-звездчатая, равномерно-бугорчатая, неравномерно-бугорчатая (рис. 1).

В целом, для семейства характерно трехлопастное или округло-треугольное очертание п. з. с полюса и округлое или широкоэллиптическое с экватора, поэтому этот признак не обсуждается. В результате исследования было установлено, что диагностическими признаками п. з. можно считать размеры п. з., их пор или ор, особенности скульптуры второго ряда экзины, форму и поверхность головок стерженьков и орнаментацию п. з. (см. таблицу).

П. з. *G. sylvaticum* довольно сходны с п. з. *G. laetum*, отличаются они только размерами головок стерженьков (рис. 2: 4, 7). Однако *G. laetum* — это эндемичный горно-лесной вид Алтая, а *G. sylvaticum* — широко распространенный неморальный вид, имеющий европейско-сибирский ареал. Эти виды заметно различаются макроморфологически, хотя входят в состав одной секции *Geranium*. В этой же секции скульптура второго ряда заметно отличается у пары видов *G. albiflorum* и *G. krylovii*: у первого вида она почти сплошная, а у второго — сетчатая (рис. 2: 1, 2). Возможно, справедливо мнение о самостоятельности этих видов, но требуются дальнейшие популяционные исследования морфологии цветоножки и

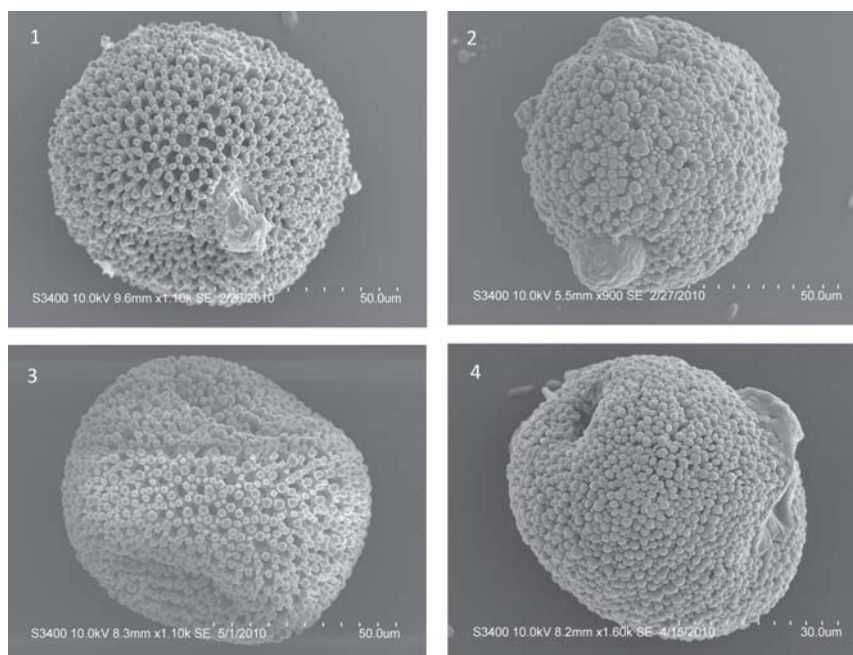


Рис. 1. Общий вид пыльцевого зерна видов рода *Geranium* (СЭМ):

1 — *G. laetum*; 2 — *G. pratense* ssp. *sergievskajae*; 3 — *G. sylvaticum*; 4 — *G. sibiricum*.

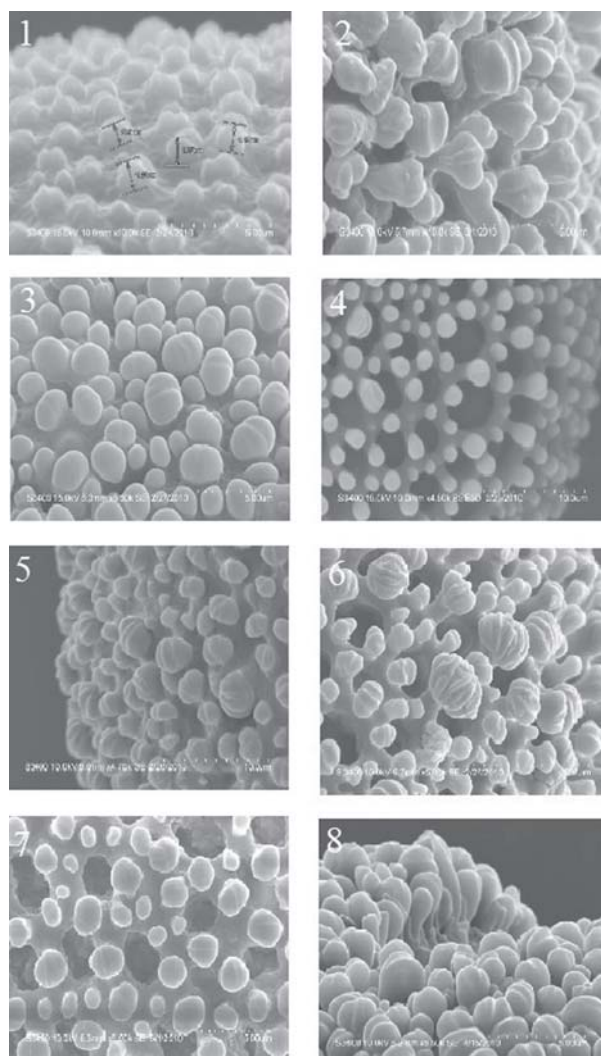


Рис. 2. Скульптура поверхности пыльцевых зерен рода *Geranium* (СЭМ).

1 — *G. albiflorum*; 2 — *G. krylovii*; 3 — *G. pseudosibiricum*; 4 — *G. laetum*; 5 — *G. pratense*; 6 — *G. pratense* ssp. *sergievskajae*; 7 — *G. sylvaticum*; 8 — *G. sibiricum*

чашечки. Полиморфный вид с широким ареалом *G. pseudosibiricum* и *G. laetum* на Алтае макроморфологически сходны, но по всем признакам пыльцевых зерен можно сделать вывод об их независимости (рис. 2: 3, 4). *G. bifolium* отличается от других изученных видов секции слабо выраженной скульптурой первого ряда. Для п. з. этого вида также характерны невыраженные стерженьки и слабо бугорчатая поверхность крупных головок. По признакам п. з. данный вид близок к *G. pseudosibiricum*. Однако, по нашим данным эти виды хорошо отличаются друг от друга макроморфологически.

У таксонов *G. pratense* s. str. и *G. pratense* ssp. *sergievskajae* из секции *Recurvata* скульптура второго ряда экзины заметно отличается: она сплошная, со слабо выраженными ячейками у *G. pratense* и сетчатая, неравношершчатая у *G. pratense* ssp. *sergievskajae*. Орнаментация поверхности п. з. равномерно-бугорчатая у *G. pratense* и неравномерно-бугорчатая с ясно выделяющимися крупными головками у *G. pratense* ssp. *sergievskajae* (рис. 2: 5, 6). Поэтому, возможно, последний заслуживает ранга самостоятельного вида, тем более, что подвид отличается от *G. pratense* s. str. характером опушения стебля и степенью расщепленности листовой пластинки.

Неоднозначный вывод можно сделать о виде *G. sibiricum* (рис. 2: 8). Разные популяции этого вида различаются скульптурой первого и второго рядов экзины и орнаментацией поверхности п. з. Пробы были взяты из различных местообитаний: естественных и антропогенно-нарушенных, горных и равнинных территорий. При сравнении наших данных с данными других исследователей выяснено, что размеры п. з. и скульптура поверхности отличаются незначительно.

В результате палиноморфологического исследования нами показано, что наибольшее значение для таксономии рода *Geranium* имеют размеры полярной оси и экваториального диаметра и отчасти орнаментация п. з. (секционный уровень), а также признаки скульптуры первого и второго рядов экзины, форма и особенности по-

Диагностические признаки пылевых зерен видов рода *Begonia*

Вид	Полярная ось (P), мкм	Экваториальный диаметр (E), мкм	Скульптура второго ряда экзины	Размер ячеек, мкм	Размер головок, мкм		Головки, форма, поверхность	Орнаментация	Размеры пор или ор., мкм
					крупные	мелкие			
<i>G. sylvaticum</i>	74.3–88.2	69.0–84.5	сетчатая, крупноячеистая	(3.0)3.4–5.5×2.1–3.5	2.13	1.0	шаровидные	звездчатая	оры 12.0–24.3(29.4)×9.6–20.0
<i>G. albiflorum</i>	66.2–69.4(70.0)	62.9–67.3	почти сплошная	не выражены	0.93	0.42	с 2-3 притупленными верхушками	неясно-звездчатая	17.2–34.0×12.2–22.7
<i>G. krylovii</i>	(70.5)72.7–77.7	61.2–62.9	сетчатая, разноячеистая	1.66–2.77×1.1–2.71	1.05	0.76	цилиндрические с 2-3 верхушками	звездчатая	18.4–27.3×16.1–19.2
<i>G. pseudo-sibiricum</i>	(78.5)80.6–86.3	(68.4)70.2–76.9	сплошная, неясно-ячеистая	не выражены	1.72	0.93	шаровидные, реже с 2 верхушками	равномерно-бугорчатая	11.5–25.4×8.2–18.8
<i>G. laetum</i>	82.4–84.2	(73.5)74.0–79.0	сетчатая, крупноячеистая	2.20–5.80	2.77	1.73	цилиндрические с 2-3 верхушками	звездчатая	13.2–17.6×11.1–22.6
<i>G. bifolium</i>	(59.6)64.2–75.0(80.3)	(53.0)56.8–72.7(74.5)	сплошная, неясно-ячеистая	не выражены	1.5	0.83	продолговатые, с 2 верхушками	неравномерно-бугорчатая	(15.9)17.4–23.0×9.9–18.1
<i>G. pratense</i>	(97.6)102–111.0	(87.8)94.7–97.0	сплошная, неясно-ячеистая	не выражены	1.80	0.77	шаровидные с 2-3 верхушками	равномерно-бугорчатая	18.1–20.3×13.4–20.9
<i>G. pratense</i> subsp. <i>sergievskajae</i>	92.1–95.6	(86.7)93.7–99.7	сетчатая, крупноячеистая	2.13–4.28×1.83–3.56	2.22	1.40	продолговатые с 5-7 верхушками, с поперечной исчерченностью	неравномерно-бугорчатая	16.0–25.0×14.7–18.0
<i>G. sibiricum</i>	(50.3)58.0–61.2	(49.2)54.7–55.9	сплошная или сетчатая, ясно-ячеистая	1.5–2.9×1.5–2.4	1.5	0.8	цилиндрические с 2-3 верхушками	бугорчатая или звездчатая	16.0–20.6×10.7–20.5

верхности головок стерженьков и общий рисунок поверхности п. з. (видовой уровень).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 01-04-90712_моб_сг).

Литература

1. *Ивлева В. И.* Палиноморфологическое изучение представителей рода *Geranium* L. (Geraniaceae) флоры Алтая // *Turczaninowia*. 2010. Т. 13. Вып. 3. С. 140–146.
2. *Куприянова Л. А., Алишина Л. А.* Палинологическая терминология покрытосеменных растений. Л.: Наука, 1967. 85 с.
3. *Куприянова Л. А., Алишина Л. А.* Пыльца и споры растений Европейской части СССР. Л.: Наука, 1972. Т. 1. 171 с.
4. *Новоселова М. С.* Семейство *Geraniaceae* во флоре российского дальнего Востока // *Бот. журн.*, 1999. Т. 84, № 5. С. 127–136.
5. *Пешкова Г. А.* Семейство *Geraniaceae* // *Флора Сибири: Geraniaceae – Cognaseae* Новосибирск: Наука, 1996. Т. 10. С. 8–22.
6. *Силантјева М. М.* Семейство *Geraniaceae* // *Определитель растений Алтайского края*. Новосибирск: Гео, 2003. С. 284–286.
7. *Цвелев Н. Н.* *Geraniaceae – Гераниевые* // *Флора Восточной Европы*. СПб.: Мир и семья-95, 1996. Т. 9. С. 370–388.
8. *Цыренова Д. Ю.* Герани (*Geranium*, *Geraniaceae*) в бассейне Амура. Систематика, распространение, филогеия. Хабаровск: изд-во ДВГГУ, 2007. 182 с.
9. *Aedo C.* Taxonomic revision of *Geranium* sect. *Trygonium* (*Geraniaceae*) // *Бот. журн.* 2003. Т. 88, № 4. С. 124–131.
10. *Bortenschlager S.* Vorläufige Mitteilungen zur Pollenmorphologie in der Familie der Geraniaceen und ihre systematische Bedeutung // *Grana Palynol.*, 1967. Vol. 7. № 2-3. S. 400–468.
11. *İlcim A., Dadandi M. Y., Çenet M.* Morphological and Palynological Studies on *Geranium tuberosum* L. (*Geraniaceae*) // *JABS*. 2008. Vol. 2. № 3. P. 69–73.
12. *Perveen A., Gaiser M.* Pollen Flora of Pakistan – XV *Geraniaceae* // *Tr. J. of Botany*. 1999. № 23. P. 263–269.
13. *Pollen Terminology. An illustrated Handbook*. Wien: Springer-Verlag, 2009. 261 p.
14. *Serbanescu-Jitariu G., Radulescu-Mitroiu N., Radulescu D.* Morphologie du pollen chez certains representants des familles *Oxalidaceae*, *Geraniaceae* et *Zygophyllaceae* // *Rev. roumaine*. 1974. Vol. 19. № 1. P. 7–27.
15. *Stafford P. J., Blackmore S.* *Geraniaceae* // *Rev. palaeobot. a palynol.* 1991. Vol. 69. P. 49–78.
16. *Yeo P. F.* Fruit-discharge-type in *Geranium* (*Geraniaceae*): its use in classification and its evolutionary implications // *Bot. J. Linn. Soc.* 1984. Vol. 89. P. 1–36.