

К ИЗУЧЕНИЮ МОРФОЛОГИИ СЕМЯН ВИДОВ РОДА *GENTIANA* L. (GENTIANACEAE), ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ*

*Изучена морфология поверхности семян восьми видов рода *Gentiana*, произрастающих на территории Приморского края. Показано, что признаки микроморфологии поверхности семян видоспецифичны и могут быть использованы для определения видов.*

Ключевые слова: семена, морфология, скульптура поверхности, *Gentiana* L.

Sun Yan, A.A. Goncharov,
N.A. Tsarenko, Tian Yaxin

CONTRIBUTION TO STUDIES ON SEED MORPHOLOGY OF *GENTIANA* L. (GENTIANACEAE) GENUS SPECIES GROWING IN PRIMORSKY KRAI

*The seed surface morphology of *Gentiana* genus eight types growing in the territory of Primorsky Krai is studied. It is shown that the signs of the seed surface micromorphology are sort-specified and can be used for the definition of types.*

Key words: seeds, morphology, surface sculpture, *Gentiana* L.

Введение. Изучению микроморфологии поверхности семян уделяется большое внимание. Применение сканирующей электронной микроскопии позволяет выявить новые, неизвестные ранее признаки, и использовать их как для характеристики видов, так и таксонов более высокого ранга.

Условия среды, как правило, незначительно влияют на ультраструктуру поверхности семян, поэтому их разнотипность в значительной степени связана с наследственностью и филогенезом [1]. Использование независимых от экологических факторов фенотипических признаков приобретает особое значение в морфологически разнообразных и таксономически сложных группах.

Род *Gentiana* L. широко распространен преимущественно в умеренных, арктических и альпийских регионах Северного полушария и насчитывает около 360 видов [2]. Разнообразие представителей рода и их декоративные свойства обуславливают интерес к изучению морфологии [3], палинологии [4, 5], эмбриологии [6] и молекулярной биологии [7, 8] горечавок. К настоящему времени накоплен существенный объем данных о морфологии семян в роде, и эта информация широко используется при анализе межродовых и межвидовых отношений [9, 10, 11]. Как правило, изучение микроморфологии семян включает в себя два этапа: описание микроархитектуры тесты и классификация типов поверхности семян [9].

Первые данные о структуре поверхности семян горечавок были получены с помощью световой микроскопии [12, 13], однако сканирующая электронная микроскопия позволяет изучать признаки, не различимые в световой микроскоп. Последнее особенно важно для горечавок, семена которых характеризуются мелкими размерами. Наиболее изученными в роде являются секции *Calathianae* Froel., *Ciminalis* (Adans.) Dumort. и *Cruciata* Gaudin, тогда как для представителей других секций эта информация в значительной мере отсутствует [2, 11, 14, 15, 16].

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Государственного фонда естественных наук Китая (ГФЕН) в рамках научного проекта № 31200146.

Цель исследований. Изучение с помощью сканирующей электронной микроскопии микроморфологии семян 8 видов горечавок, встречающихся на территории Приморского края; поиск дополнительных диагностических признаков для этих таксонов.

Объекты и методы исследований. Семена *G. sacabra* Bunge, *G. triflora* Pall., *G. macrophylla* Pall., *G. squarrosa* Ledeb. и *G. zollingeri* Fawc. были собраны в естественных местообитаниях в южной части Приморского края (Шкотовский район и окрестности г. Владивостока) в 2008 г. Семена *G. algida* Pall., *G. jamesii* Hesml. и *G. glauca* Pall. были получены из гербария Биолого-почвенного института ДВО РАН (VLA).

Размеры семян определяли в воздушно-сухом состоянии. Под стереоскопическим микроскопом семена фиксировались на столике и после напыления золотом изучались с помощью сканирующего электронного микроскопа HITACHI S-520 по стандартной методике [17]. Съёмку производили в 5–7 повторностях при различном увеличении $\times 60$, $\times 500$ и $\times 1000$. При описании признаков микроморфологии семян использовалась терминология по [18]. Названия видов и секций соответствуют системе по [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Семена изученных видов можно разделить на две группы: 1) крылатые с сетчатой скульптурой поверхности; 2) бескрылые с сетчатой скульптурой поверхности.

Крылатые семена

G. scabra. Семена линейные, бурые, 1,91 (1,5–2,3) мм длиной и 0,51 (0,4–0,7) мм шириной, отношение дл/шир. 3,69, с боковым крылом и сетчатой поверхностью (рис. 1, 1). Клетки тесты удлиненные, преимущественно шестиугольные, их длина превышает ширину в 2–2,5 раза. Антиклинальные стенки приподнятые, тонкие, с более-менее прямыми краями. Внешние периклиналильные стенки вогнутые, характеризуются мелкосетчатой поверхностью, вторичная структура поверхности спермодермы не выражена (рис. 1, 2, 3).

G. triflora. Семена линейные, коричневые, 1,80 (1,5–2,2) мм длиной и 0,41 (0,3–0,5) мм шириной, отношение дл/шир. 4,64, с боковым крылом и сетчатой поверхностью (рис. 1, 4). Клетки тесты удлиненные, преимущественно пяти-, шестиугольные, их длина превышает ширину в 2–5 раз. Антиклинальные стенки приподнятые, тонкие, с более-менее прямыми краями. Внешние периклиналильные стенки вогнутые, характеризуются мелкосетчатой поверхностью, вторичная структура поверхности спермодермы не выражена (рис. 1, 5, 6).

G. algida. Семена эллиптические, коричневые, 1,65 (1,42–1,83) мм длиной и 1,13 (0,7–1,61) мм шириной, отношение дл/шир. 1,46, по всему краю крылатые, чешуйчатые, с сетчатой поверхностью (рис. 1, 7). Клетки тесты изодиаметрические, четырех- или пятиугольные, их антиклинальные стенки приподнятые, тонкие. Внешние периклиналильные стенки вогнутые (рис. 1, 8). Внутренние периклиналильные стенки имеют мелкогранулированную вторичную структуру (рис. 1, 9).

G. glauca. Семена обратнойцевидные, коричневые, 0,88 (0,75–0,96) мм длиной и 0,66 (0,59–0,73) мм шириной, отношение дл/шир. 1,33, по всему краю крылатые, чешуйчатые, с сетчатой поверхностью (рис. 1, 10). Клетки тесты изодиаметрические или слегка удлиненные, трех-, четырех-, иногда пятиугольные, их антиклинальные стенки приподнятые, тонкие. Внешние периклиналильные стенки вогнутые, характеризуются мелкосетчатой поверхностью, вторичная структура поверхности спермодермы не выражена (рис. 1, 11, 12).

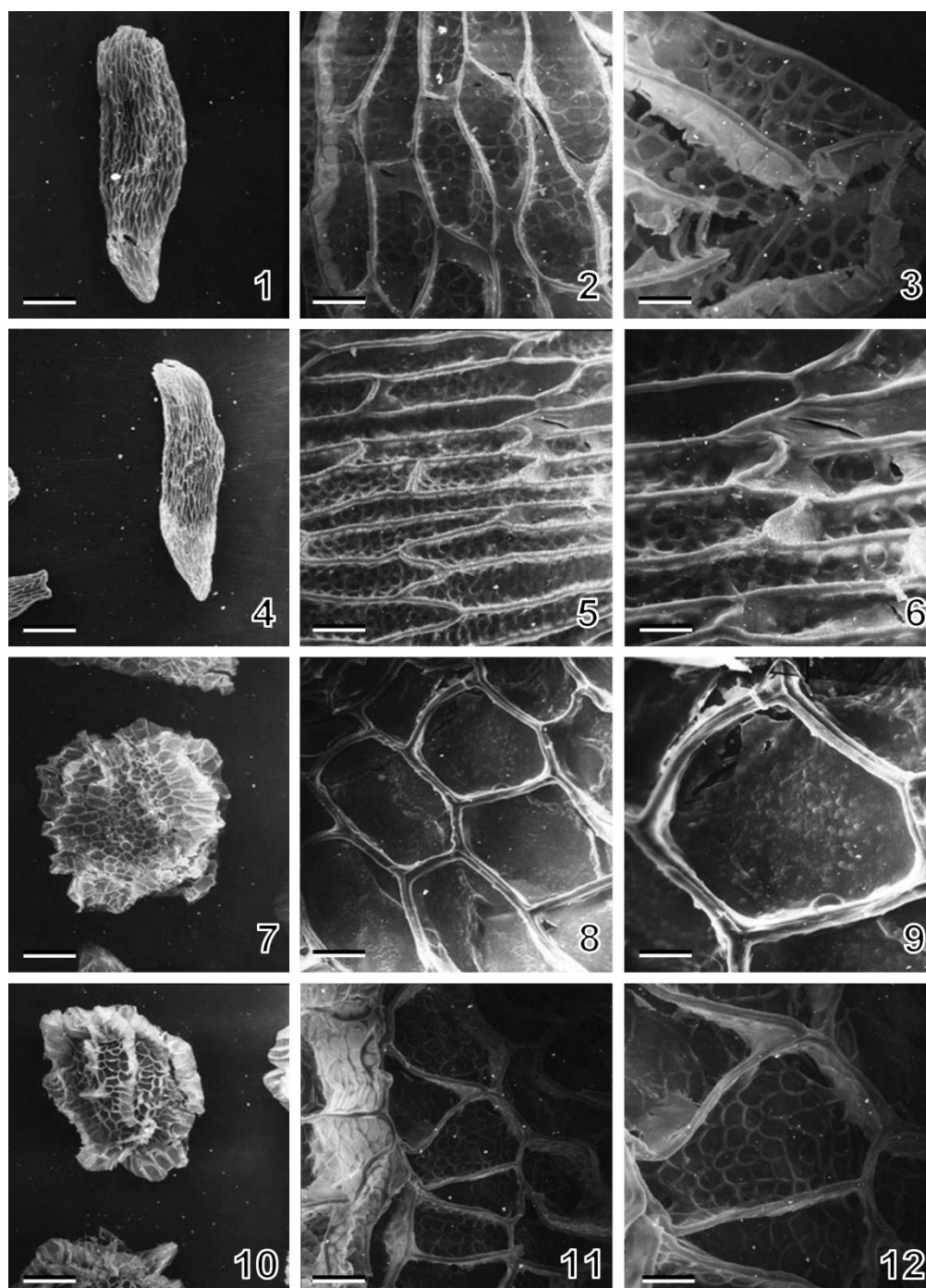


Рис. 1. Морфология поверхности семян горечавок. 1–3 – *G. scabra*; 4–6 – *G. triflora*; 7–9 – *G. algida*; 10–12 – *G. glauca*

Бескрылые семена

***G. macrophylla*.** Семена эллиптические, желтовато-коричневые или коричневые, бескрылые, 1,1 (0,96–1,28) мм длины и 0,56 (0,51–0,64) мм ширины, отношение дл/шир. 1,95, с сглаженной сетчатой поверхностью (рис. 2, 1). Клетки тесты удлиненные, их длина превышает ширину в 2,5–4 раза. Антиклинальные стенки слегка приподнятые, заметно утолщенные, с более-менее прямыми краями. Внешние периклинальные стенки вогнутые, вторичная структура поверхности спермодермы не выражена (рис. 2, 2, 3).

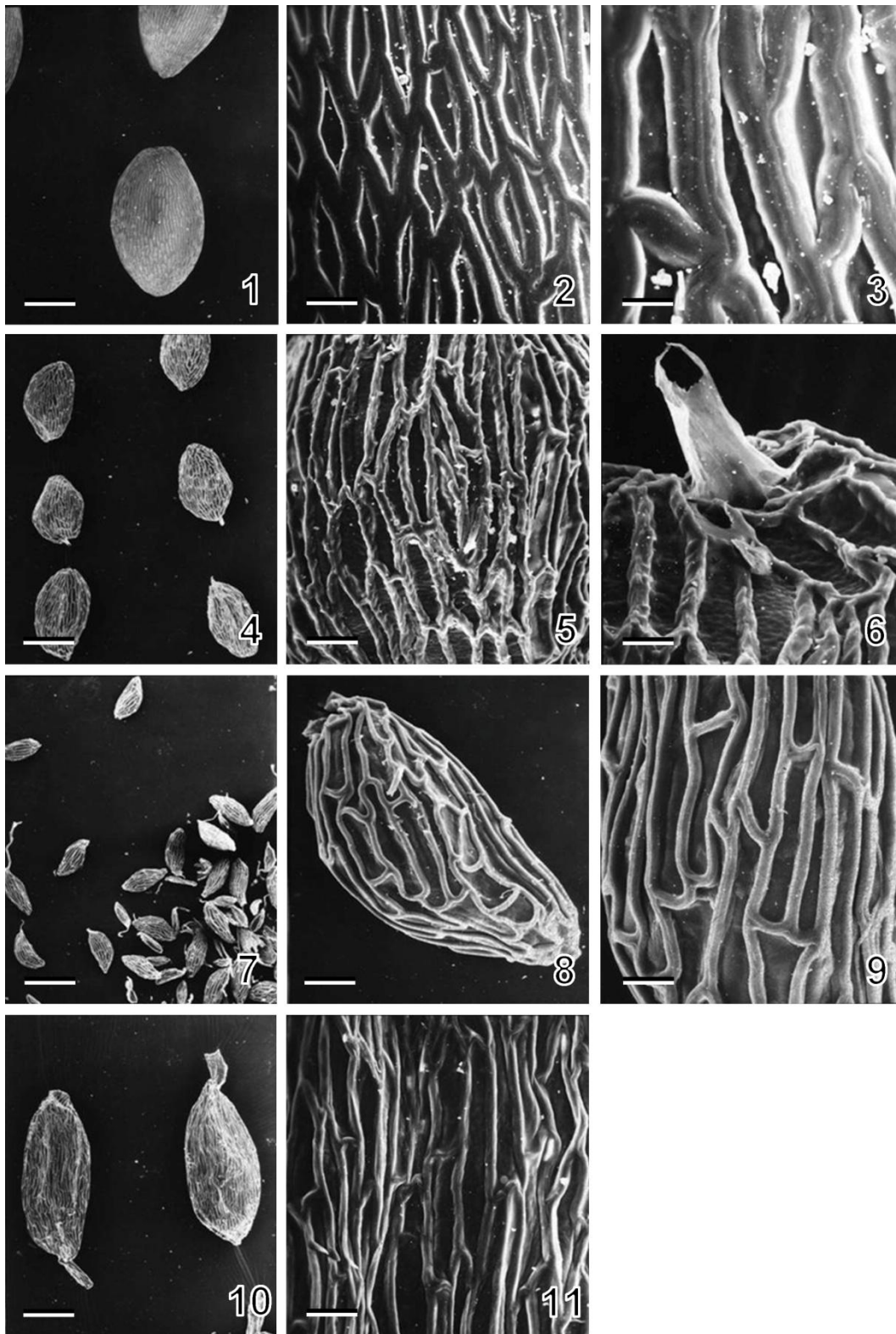


Рис. 2. Морфология поверхности семян горечавок: 1–3 – *G. macrophylla*; 4–6 – *G. squarrosa*; 7–9 – *G. zollingeri*; 10–11 – *G. jamesii*

***G. squarrosa*.** Семена эллиптические, бурые, мелкие, 0,58 (0,49–0,66) мм длины и 0,31 (0,27–0,34) мм ширины, отношение дл/шир. 1,87, бескрылые, с сетчатой поверхностью (рис. 2, 4). Клетки тесты удлиненные, их длина превышает ширину в 3–5 раз. Антиклинальные стенки приподнятые,

слегка утолщенные, со слегка волнистыми краями (рис. 2, 5). Внешние периклиальные стенки вогнутые, характеризуются мелкосетчатой поверхностью, вторичная структура поверхности спермодермы не выражена (рис. 2, 6).

G. jamesii. Семена веретеновидные, светло-коричневые, мелкие, 0,33 (0,29–0,35) мм длины и 0,14 (0,13–0,16) мм ширины, отношение дл/шир. 2,36, бескрылые с сетчатой поверхностью (рис. 2, 10). Клетки тесты удлинённые, преимущественно четырехугольные, их длина превышает ширину в 3–6 раз. Антиклинальные стенки приподнятые, слегка утолщенные, с более-менее прямыми краями (рис. 2, 8). Внешние периклиальные стенки вогнутые, вторичная структура поверхности спермодермы не выражена (рис. 2, 9).

G. zollingeri. Семена эллиптические до веретеновидных, светло-коричневые, 1,23 (1,05–1,37) мм длины и 0,53 (0,41–0,52) мм ширины, отношение дл/шир. 2,26, бескрылые, с сетчатой поверхностью (рис. 2, 7). Клетки тесты удлинённые, их длина превышает ширину в 3–8 раз. Антиклинальные стенки приподнятые, незначительно утолщенные, более-менее прямые. Внешние периклиальные стенки вогнутые, вторичная структура поверхности спермодермы не выражена (рис. 2, 11).

Изучение микроморфологии поверхности семян 8 приморских видов подтвердило высокую информативность признаков орнаментации тесты для разграничения секций и видов в роде *Gentiana* [11]. Так, для секции *Pneumonanthe* Bunge (*G. scabra* и *G. triflora* в нашем исследовании (рис. 1, 1–6) характерны относительно крупные (>1,5 мм длиной) семена, как правило, снабженные боковым крылом и удлинёнными клетками тесты. Семена видов секция *Frigidae* Kuhn. (*G. algida* и *G. glauca* (рис. 1, 7–12) эллиптические, клетки тесты преимущественно изодиаметрические, с приподнятыми антиклинальными стенками. Характерным признаком для этой секции является наличие тонких пластинчатых выростов. Отсутствие любых выростов, эллиптическая форма семени и гладкая поверхность внешней периклиальной стенки клеток тесты отличают представителей секций *Aptera* Kuhn. (*G. macrophylla* (рис. 2, 1–3) и *Chondrophylla* Bunge (*G. jamesii*, *G. squarrosa* и *G. zollingeri* (рис. 4–11). Для секций *Aptera* характерны утолщенные и незначительно приподнимающиеся антиклинальные стенки клеток тесты, за счет чего сетчатая структура поверхности семени сглажена.

Заключение. Установлено, что семена восьми дальневосточных видов рода *Gentiana* характеризуются сетчатым типом поверхности. Для *G. scabra*, *G. triflora*, *G. algida* и *G. glauca* характерно наличие крыловидного или пластинчатого выростов. Размер и глубина ячеек, толщина периклиальной стенки, наличие вторичной структуры видоспецифичны и совокупность этих признаков позволяют различать как секции, так и виды в пределах каждой секции.

Литература

1. Barthlott W. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects // Nordic J. Bot. – 1981. – № 1. – P. 345–355.
2. Ho T.N., Liu S.W. A worldwide monograph of *Gentiana*. – Beijing: Science press. – 2001. – 694 p.
3. Баташев Д.Р., Гамалей Ю.В. Особенности терминальной флоэмы листа у представителей семейства Gentianaceae // Бот. журн. – 2000. – Т. 85. – № 9. – С. 1–7.
4. Автандилова А.А. Палиноморфологические данные и система семейства Горечавковые // Вопр. сист. и интродукции цв. раст. – Орджоникидзе, 1988. – С. 28–30.
5. Сунь Янь, Царенко Н.А. О палинопорфологии видов рода *Gentiana* (Gentianaceae), произрастающих в Приморском крае Дальнего Востока России // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. – 2012. – № 2. – С. 78–84.
6. Шамров И.И. Развитие семяпочки и особенности строения зародышевого мешка у представителей семейства Gentianaceae // Бот. журн. – 1988. – Т. 85. – № 9. – С. 1–7.
7. Phylogeny of *Metagentiana* and related genera (Gentianaceae) inferred from nuclear ribosomal ITS sequences / S.Y. Chen, S.L. Chen, T. Xia [et al.] // Acta Phytotaxonomica Sinica. – 2005. – Vol. 43. – P. 491–502.

8. Phylogeny of subtribe *Gentianinae* (Gentianaceae): Biogeographic inferences despite limitations in temporal calibration points / A. Favre, Y.-M. Yuan, P. Kuepfer [et al.] // Taxon. – 2010. – Vol. 59. – P. 1701–1711.
9. Davitashvili N., Karrer G. Taxonomic importance of seed morphology in *Gentiana* (Gentianaceae) // Bot. J. Linn. Soc. – 2010. – Vol. 62. – P. 101–115.
10. Whitlock B.A., Silver J., Prince J.S. Seed coat morphology in *Gentianopsis* (Gentianaceae) // Rhodora. – 2010. – Vol. 112. – P. 58–79.
11. Yuan. Y.M. Seedcoat micromorphology and its systematic implications in Gentianaceae of Western China // Bot. Helv. – 1993. – Vol. 103. – P. 73–82.
12. Кузнецов Н.И. Подрод *Eugentiana* рода *Gentiana* // Тр. С.-Петербургского общества естествоиспытателей. – 1894. – Т. 24. – С. 1–531.
13. Halda J.J. The genus *Gentiana* // Dobr. Sen. – 1996. – 209 p.
14. The seeds of Gentianaceae / L. Struwe [et al.] Gentianaceae systematics and natural history. – Cambridge: Cambridge University Press. – 2002. – P. 498–572.
15. Miège J., Wüest J. Les surfaces tegumentaires des graines de *Gentiana* et *Gentianella* vue au microscope électronique à balayage // Bot. Helv. – 1984. – Vol. 94. – P. 41–59.
16. Ho T. N., Liu S. W. The infrageneric classification of *Gentiana* (Gentianaceae) // Bull. Br. Mus.Bot. – 1990. – Vol. 20. – P. 169–192.
17. Heywood V.H. Scanning electron microscopy in the study of plant materials // Micron. – 1969. – Vol. 1. – P. 1–14.
18. Stearn W.T. Botanical Latin, rev. Ed. 3. – London: Nelson, 1983. – 560 p.

