

## Сравнительная карпология рода *Cardiocrinum* (Endl.) Lindl. (Liliaceae) Comparative carpology of the genus *Cardiocrinum* (Endl.) Lindl. (Liliaceae)

Иовлев П. С.<sup>1</sup>, Бобров А. В.<sup>1</sup>, Здравчев Н. С.<sup>2</sup>, Кандидов М. В.<sup>1</sup>

Iovlev P. S.<sup>1</sup>, Bobrov A. V. F. Ch.<sup>1</sup>, Zdravchev N. S.<sup>2</sup>, Kandidov M. V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия.

E-mails: iovlev.petr@gmail.com, avfch\_bobrov@mail.ru, mvkandidov@mail.ru

<sup>1</sup>M. V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН, г. Москва, Россия. E-mail: zdravchevnikita@yandex.ru

<sup>2</sup>N. V. Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow, Russia

**Реферат.** Произведено анатомическое исследование перикарпия зрелого плода *Cardiocrinum cordatum* (Thunb.) Makino. Было установлено, что у рода *Cardiocrinum* верхняя локулицидно вскрывающаяся коробочка, структура перикарпия которой позволяет отнести ее к переходному типу между *Lilium*-типом с одревесневающим эндокарпием и *Galanthus*-типом, в перикарпии которого отсутствует одревесневающая зона. Особенности строения перикарпия дает дополнительные основания к выделению *Cardiocrinum* в самостоятельный род семейства лилейных.

**Ключевые слова.** Коробочка *Galanthus*-типа, коробочка *Lilium*-типа, перикарпий, экзокарпий, эндокарпий.

**Summary.** The anatomy of pericarp of the mature fruit of *Cardiocrinum cordatum* (Thunb.) Makino was investigated. It was revealed, that the fruit of *Cardiocrinum* is a superior loculicidal capsule. The anatomy of its pericarp allow to treat the fruit as a transitional type of capsules between *Lilium*-type (the endocarp is lignified) and *Galanthus*-type (no lignification occurs in any zone of the pericarp). The peculiarities of pericarp structure of *Cardiocrinum* supports its treatment as a separate genus of the Liliaceae family.

**Key words.** Capsule of the *Lilium*-type, capsule of the *Galanthus*-type, endocarp, exocarp, pericarp.

*Cardiocrinum* Endl. изначально был описан как одна из 5 секций рода *Lilium* L. (Endlicher, 1836), но затем был выделен в отдельный род (Lindley, 1846). Разными авторами виды *Cardiocrinum* рассматривались в ранге самостоятельного рода (Vuxbaum, 1937; Liang, 1995; Matthews, 2002), тогда как другие включали их в род *Lilium* s. l. (Wilson, 1925; Comber, 1949). Филогенетические исследования также показывают близкое родство *Cardiocrinum* и *Lilium*, вместе с морфологически близкими *Notholirion* и *Fritillaria*. *Cardiocrinum* составляет отдельную кладу семейства Liliaceae (Hayashi, Kawano, 2000). В настоящее время в роде выделяют 3 вида: тибетско-гималайский *Cardiocrinum giganteum* (Wall.) Makino, *Cardiocrinum cathayanum* (E. H. Wilson) Stearn из Центрального Китая и *Cardiocrinum cordatum* (Thunb.) Makino, распространенный на Японских островах, Южных Курилах и Сахалине (Liang, 1995; Ohara et al., 2006; Yang et al., 2017).

Для изучения морфологии и анатомического строения перикарпия плоды *Cardiocrinum cordatum* на средних и поздних стадиях развития были собраны в Главном ботаническом саду им. Н. В. Цицина РАН и в Ботаническом саду ГБПОУ «Воробьевы горы», зафиксированы в 70%-м растворе этанола. С использованием стандартных методик (Прозина, 1960; O'Brien, McCully, 1981) были изготовлены временные препараты поперечных срезов плодов в средней части. Препараты были изучены с помощью светового микроскопа Olympus CX41. Микрофотографирование произведено при помощи подключенной к микроскопу через адаптер цифровой камеры Canon EOS 7D Mark II.

Плод *Cardiocrinum cordatum* – верхняя локулицидная синкарпная многосеменная коробочка, развивающаяся из тримерного синкарпного гинецея, типичного для семейства Liliaceae (Dahlgren et al.,

1985; Krause, 1930; Tamura, 1998). Семена многочисленные в каждом гнезде, плоские, округло-треугольные в очертании, светло-коричневые или коричневые, окаймлены узким пленчатым крылом.

На рис. 1 представлена морфология созревающих и полностью зрелых (вскрывшихся) плодов *Cardiocrinum cordatum*. Для уточнения гистогенеза тканей зрелого перикарпия было выборочно изучено анатомическое строение плода на нескольких стадиях его развития. Структура перикарпия вскрывшегося плода *Cardiocrinum cordatum* представлена на рис. 2. Экзокарпий представлен 1–2 слоями вытянутых в тангенциальном направлении клеток с неравномерно утолщенными стенками. Мезокарпий состоит из 6–8 слоев тонкостенных паренхимных клеток с гранулированным содержимым. Эндокарпий однослойный, состоит из клеток с равномерно утолщенными стенками, которые, в отличие от таковых у *Lilium*, лигнифицированы полностью (Bobrov, Romanov, 2019), окрашиваются слабо и лишь частично (первичные клеточные оболочки остаются целлюлозными, а вторичные одревесневают очень слабо и фрагментарно). Единственными зонами перикарпия зрелого плода *Cardiocrinum cordatum* с типичным и полным одревеснением являются проводящие пучки (вентральные, дорзальные и латеральные).

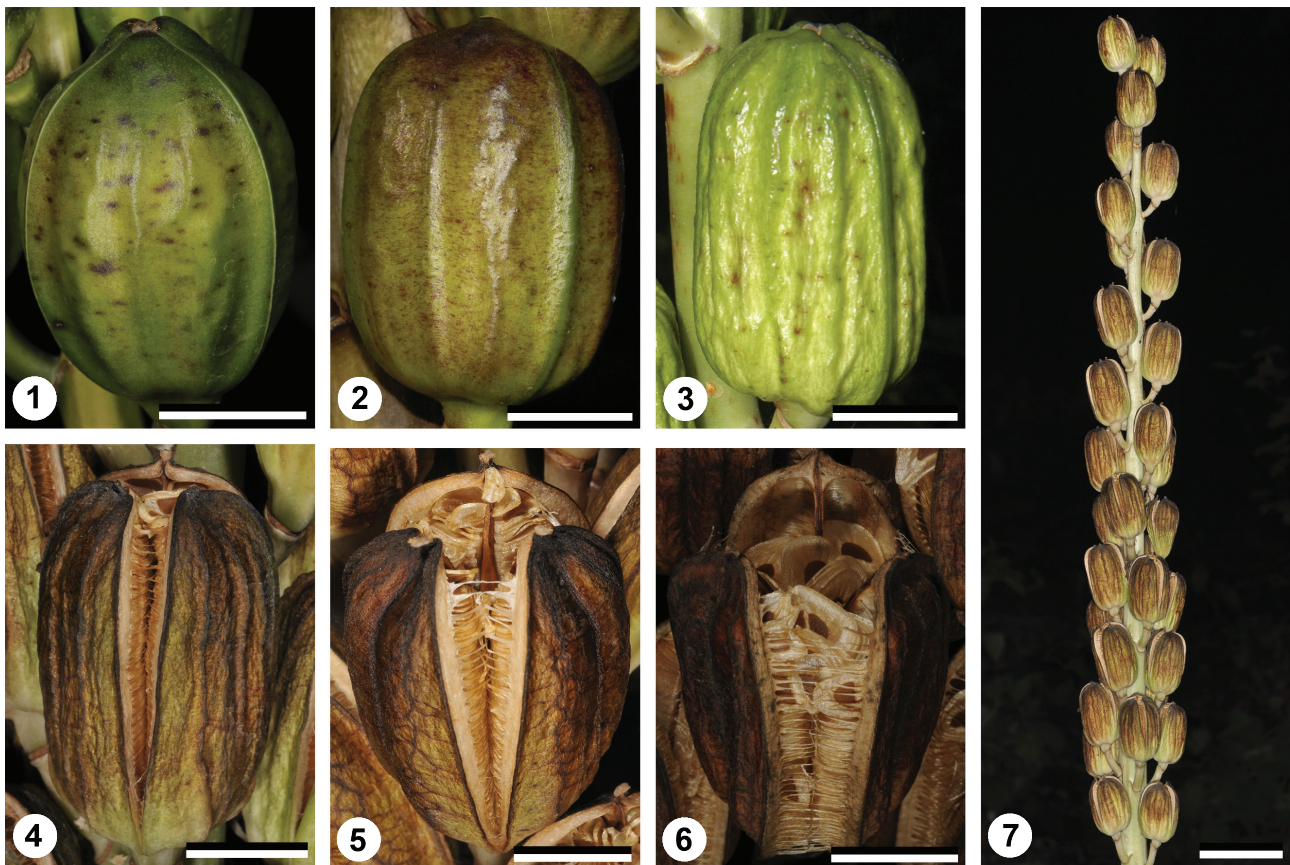


Рис. 1. 1–7 – морфология развития плода *Cardiocrinum cordatum*; 1–3 – I стадия; 4–5 – II стадия; 6 – III стадия; 7 – внешний вид соцветия, обратите внимание на акропетальное развитие соцветия. Длина мерной линейки: 1–6 – 2 см; 7. – 8 см.

Коробочки исследованных представителей лилиодных однодольных (порядков Liliales и Asparagales sensu APG IV, 2016) были отнесены А. В. Бобровым и М. С. Романовым (2019) к двум морфогенетическим типам: *Lilium*-тип (с полостью одревесневающим эндокарпием) и *Galanthus*-тип (в перикарпии которого выраженная зона лигнифицированных клеток отсутствует, а эндокарпий остается практически неспециализированным, мало отличаюсь от внутренней эпидермы карпеллы) (Бобров и др., 2009; Bobrov, Romanov, 2019). Плод *Cardiocrinum* представляет собой переходный тип от коробочки

*Lilium*-типа к коробочке *Galanthus*-типа, демонстрируя интересную с морфогенетической точки зрения стадию частичной утраты лигнификации эндокарпия. Специфическая структура перикарпия *Cardiocrinum* свидетельствует, по нашему мнению, в пользу таксономической самостоятельности рода и не согласуется с включением видов *Cardiocrinum* в род *Lilium* s. l.

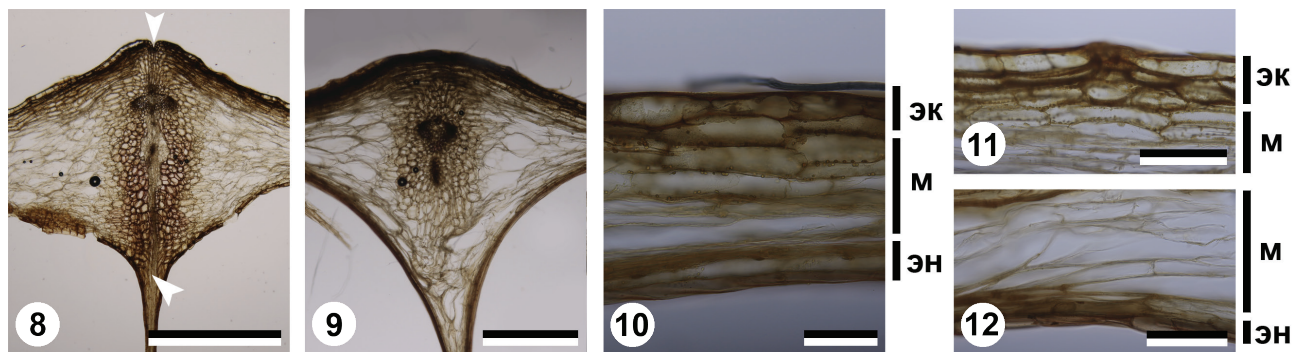


Рис. 2. 8–12 – анатомия плодов *C. cordatum*., поперечный срез перикарпия на III стадии развития. 8 – фрагмент перикарпия с дорзальным пучком, обратите внимание на формирование механизмов вскрывания (белые стрелки); 9 – фрагмент перикарпия с латеральным пучком; 10 – фрагмент стенки плода; 11 – Фрагмент внешней части перикарпия; 12 – Фрагмент внутренней части перикарпия. Условные обозначения: эк – экзокарпий, м – мезокарпий, эн – эндокарпий. Длина мерной линейки: 8. – 2 мм; 9. – 1 мм; 10. – 0,15 мм; 11,12. – 0,25 мм.

Работа выполнена в рамках государственного задания ГБС РАН «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения» (№18-118021490111-5) на базе УНУ «Фондовая оранжерея».

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бобров А. В., Меликян А. П., Романов М. С.** Морфогенез плодов Magnoliophyta. – М.: URSS, 2009 – 406 с.
- Прозина М. Н.** Ботаническая микротехника. – М.: Высшая школа, 1960. – 205 с.
- APG IV.** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV // Botanical Journal of the Linnean Society, 2016. – Vol. 181. – Pp. 1–20.
- Bobrov A. V. F. Ch., Romanov M. S.** Morphogenesis of fruits and types of fruit of angiosperms // Botany Letters, 2019. – Vol. 166. – Pp. 366–399.
- Buxbaum F.** Die Entwicklungslinien der Lilioideae II // Botanische Archiv, 1937. – B. 38 – S. 213–398.
- Comber H. F.** A new classification of the genus *Lilium* // Lily Year Book, 1949. – № 13. – Pp. 86–105.
- Dahlgren R. M. T., Clifford H. T. and Yeo P. F.** The Families of Monocotyledons. Structure, Evolution, and Taxonomy. – Berlin: Springer, 1985. – 520 pp.
- Endlicher I. N.** *Lilium* (*Cardiocrinum*) In: Genera plantarum secundum ordines naturales disposita. – Vienna: Fredericum Beck, 1836. – 141 pp.
- Hayashi K., Kawano S.** Molecular systematics of *Lilium* and allied genera (Liliaceae): phylogenetic relationships among *Lilium* and related genera based on the *rbcL* and *matK* gene sequence data // Plant Species Biology, 2000. – Vol. 15. – Pp. 73 – 93.
- Krause K.** Liliaceae. In: Engler A., Prantl K. (Eds.) Die natürlichen Pflanzenfamilien. 2nd Ed. Band 15A II. – Leipzig: W. Engelmann, 1930. – S. 227–386.
- Liang SY** Chorology of Liliaceae (s. str.) and its bearing on the Chinese flora // Acta Phytotaxonomica Sinica, 1995. – Vol. 33, № 1. – Pp. 27–51.
- Lindley J.** The vegetable kingdom. – London, 1846. – 205 pp.
- Matthews V. A.** The Genus *Cardiocrinum* in Cultivation // The Plantsman, 2002. – Vol. 1, № 4. – Pp. 196–205.
- O'Brien T. P., McCully M. E.** The study of plant structure: principles and selected methods. – Melbourne: Termacarphy Pty. Ltd., 1981. – 357 pp.
- Ohara M., Narumi T., Yoshizane T., Okayasu T., Masuda J., Kawano S.** Life-history monographs of Japanese plants. 7: *Cardiocrinum cordatum* (Thunb.) Makino (Liliaceae) // Plant Species Biology, 2006. – Vol. 21. – Pp. 201–207.

**Tamura M. N.** Liliaceae. In: Kubitzki K. (Ed.) Families and Genera of Vascular Plants. Vol. 3. – Berlin, Heidelberg: Springer, 1998 – Pp. 343–353.

**Wilson E. H.** The Lilies of Eastern Asia. – London, 1925. – 104 pp.

**Yang L., Hu H., Xie C., Lai S., Yang M., He X., Zhou S.** Molecular phylogeny, biogeography and ecological niche modelling of *Cardiocrinum* (Liliaceae): insights into the evolutionary history of endemic genera distributed across the Sino-Japanese floristic region // *Annals of Botany*, 2017. – Vol. 119. – Pp. 59–72.