

УДК 582.632.2: 581.331

## МОРФОЛОГИЯ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ТЕРМОФИЛЬНЫХ БУКОВЫХ (FAGACEAE)

© Н.Н. Нарышкина

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток

E-mail: naryshkina.natali@gmail.com

Исследована пыльца 19 образцов: из девяти видов рода *Castanopsis*, из восьми видов *Lithocarpus* и из двух видов близкого рода *Castanea*. Описаны и систематизированы скульптурные элементы спородермы, установлены основные типы скульптур.

**Ключевые слова:** *Castanopsis*, *Lithocarpus*, пыльца, скульптура.

### Введение

Детальное исследование пыльцы семейства Fagaceae представляет интерес как для современных ботаников, так и для палеопалинологов. Выявление микроморфологии и скульптуры спородермы современной пыльцы с помощью электронной микроскопии позволяет точно диагностировать систематическую принадлежность дисперсной пыльцы и, таким образом, реконструировать особенности растительности и палеообстановок прошлых эпох. Особый интерес вызывают термофильные буковые *Castanopsis* (D. Don) Spach и *Lithocarpus* L. Род *Castanopsis* включает вечнозеленые деревья и кустарники, насчитывает более 120 видов, встречающихся в некоторых тропических и субтропических регионах Юго-Восточной Азии (Корея, Китай, остров Тайвань, Япония). Современный род *Lithocarpus* объединяет более 300 видов вечнозеленых деревьев и кустарников семейства Fagaceae. Около 300 видов распространены в тропических, субтропических поясах Восточной Азии и горных поясах Юго-Восточной Азии. В настоящее время представители этих родов произрастают в субэкваториальных широтах Северного полушария, однако в ископаемом состоянии они встречаются в более северных широтах. Пыльцевые зерна термофильных буковых широко представлены в палинологических спектрах Востока Азии и играют важную роль в палеоклиматических реконструкциях прошлого.

Данные о строении пыльцевых зерен некоторых представителей термофильных Fagaceae имеются в ряде работ (Куприянова, 1965; Crepet, Daghlian 1980; Miyoshi, 1983; Van Benthem et al., 1984; Wang, Chang, 1991; Manos et al., 2008; Denk et al., 2012). Палинологически значимыми признаками являются следующие: размер, форма и тип скульптуры спородермы.

Цель настоящего исследования – подробное изучение пыльцевых зерен представителей термофильных буковых (Fagaceae) и разработка палиноморфологической характеристики и оценка таксономической значимости признаков пыльцевых зерен для целей систематики, палеоэкологии и палеогеографии.

### Материалы и методы

В работе использовался палинологический материал из Гербария Ботанического института им. В.Л. Комарова БИН РАН (LE) и Куньминского Ботанического сада, Китая (KUN).

Образцы пыльцы были обработаны щелочным мето-

дом (Евстигнеева, Нарышкина, 2013). Пыльцевые зерна изучены с помощью светового микроскопа Zeiss Axioskop 40 (СМ) и сканирующих электронных микроскоп Zeiss EVO 40 (СЭМ) в Центрах коллективного пользования (ЦКП) БПИ ДВО РАН и Zeiss Sigma ЦКП ИБМ ДВО РАН. Подготовка материала для исследования с помощью СЭМ проводилась по методике Г. П. Гапочка и Л. П. Чамара (1988). Пыльцевые зерна просматривались и измерялись (размер полярной оси (P), экваториальный диаметр (E), длина борозды, ширина мезокольпиума, диаметр апокольпиума) в СМ и СЭМ в количестве не менее 50 зерен для каждого вида.

### Результаты и обсуждение

Изучена пыльца девяти видов рода *Castanopsis*: *C. fissa*, *C. cuspidata*, *C. carlesii*, *C. sclerophylla*, *C. argyrophylla*, *C. chinensis*, *C. delavayi*, *C. fabri*, *C. orthacantha*.

Пыльцевые зерна радиально-симметричные, с полюса трехлопастные или округло трехлопастные, с экватора – широкоэллиптические. По форме продолговатые, P/E = 1,3. Пыльцевые зерна мелкие, полярная ось 14,83 (13,43–17,92) мкм, экваториальный диаметр 11,84 (10,33–15,01) мкм. Мезокольпиум 4,86 мкм. Апокольпиум 4,80 мкм. Толщина экзины 1,39 мкм. Пыльцевые зерна бороздно-оровые, с четко выраженными орами. Меридиональный диаметр 1,55 (1,10–2,44) мкм, длина борозд 11,35 (9,96–13,65) мкм. В экваториальном положении борозды параллельные, концы борозд отчетливые, клиновидные, края борозд ровные. Оры хорошо различимы, как в световом, так и в сканирующем микроскопе. Скульптура морщинистая. Для *C. argyrophylla*, *C. orthacantha* и *C. delavayi* характерны гладкие, широкие морщины (0,23–0,38 мкм), не четко выделяющиеся. У *C. fissa*, *C. fabri* и *C. sclerophylla* тип скульптур формируют гладкие морщины шириной 0,17–0,20 мкм. *C. cuspidata* и *C. carlesii* – скульптурные элементы длинные, очень узкие (до 0,1 мкм) (рис. 1–3,4,6). Для *C. chinensis* характерны длинные узкие (менее 0,1 мкм) скульптурные элементы, объединяющиеся в более широкие до 0,72 мкм, из-за чего скульптура выглядит как крупная вязка (рис. 1–7,11).

Изучена пыльца из 8 видов рода *Lithocarpus*: *L. bacgiangensis*, *L. craibianus*, *L. echinolithus*, *L. hancei*, *L. microspermus*, *L. truncatus*, *L. glaber*, *L. henryi*.

Пыльцевые зерна радиально-симметричные, с полюса трехлопастные или округло трехлопастные, с экватора – широкоэллиптические. По форме продолговатые P/E = 1,36. Пыльцевые зерна мелкие, полярная ось 16,41 (14,70–19,83) мкм, экваториальный диаметр 12,16 (10,32–14,24) мкм. Мезокольпиум 4,97 мкм. Апокольпиум 4,12 мкм. Толщина экзины 1,31 мкм. Пыльцевые зерна бороздно-оровые, с четко выраженными орами. Меридиональный диаметр ор 1,62 (1,21–2,09) мкм, длина борозд 12,89 (10,77–15,75) мкм. В экваториальном положении бо-

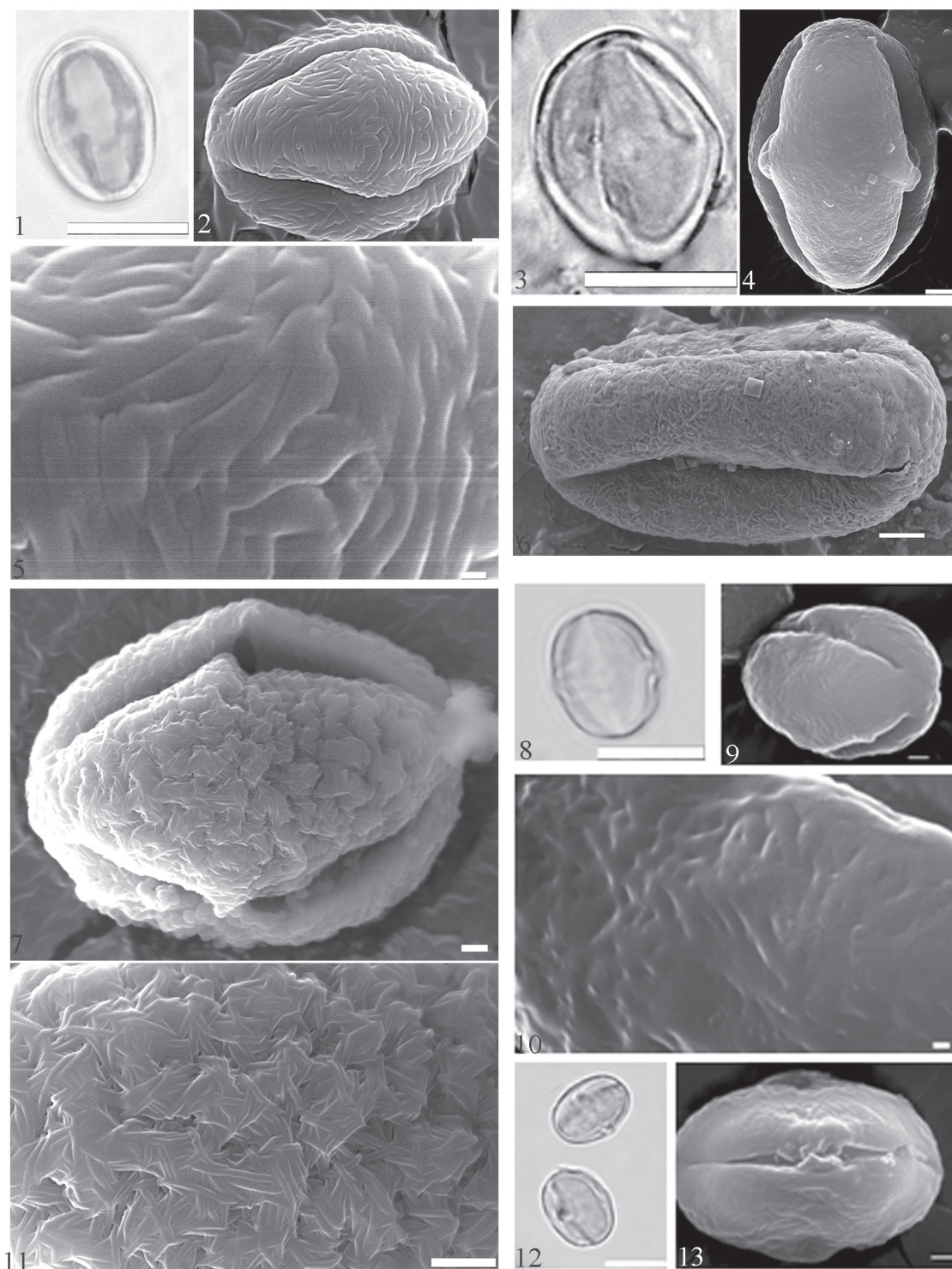


Рис. 1. Современные пыльцевые зерна *Fagaceae*: 1, 2, 5 — *Lithocarpus glaber* (Thunb.) Nak: Япония, Нагасаки (LE): 1 – общий вид (СМ), 2 – общий вид (СЭМ), 5 – скульптура поверхности (СЭМ); 3, 4, 6 - *Castanopsis cuspidata* Schottky: Япония (LE): 3 – общий вид (СМ), 4, 6 – общий вид (СЭМ); 8, 9, 10 — *Castanea henryi* (Scan) Rehder et Wilson: Китай (KUN): 8 – общий вид (СМ), 9 – общий вид (СЭМ), 10 – скульптура поверхности (СЭМ);

7, 11 — *Castanopsis chinensis* (Sprengel) Hance: Китай (KUN): 7 – общий вид (СЭМ), 11 – скульптура поверхности (СЭМ); 12, 13 — *Castanea seguinii* Dode :Китай (KUN): 12 – общий вид (СЭМ), 13 – скульптура поверхности (СЭМ).

Размеры масштабных линеек: 1, 3, 8, 12 – 10 мкм; 4, 6 – 1 мкм; 2, 7, 9, 11, 12 – 1 мкм; 5, 10 – 0,2 мкм.

розды параллельные, концы борозд отчетливые, клиновидные, края борозд ровные. Скульптура морщинистая, образована гладкими, широкими скульптурными элементами 0,36 (0,28–0,46) мкм, пересекающиеся между собой, края элементов четко просматриваются (рис. 1–2, 5).

Анализ литературных данных показал, что некоторые палинологи (Куприянова, 1965; Wang, Chang, 1991) относят пыльцу *Lithocarpus* к *Castanea*-тип, включая в него также пыльцу *Castanea* и *Castanopsis*, при описании спорово-пыльцевых спектров пишется как *Lithocarpus/Castanopsis*. Поэтому нами для сравнения была исследована пыльца некоторых представителей рода *Castanea*: *C. henryi*, *C. serguinii*. Пыльцевые зерна радиально-симметричные, с полюса трехлопастные или округло трехлопастные, с экватора – широкоэллиптические. По форме продолговатые, Р/Е = 1,34. Пыльцевые зерна мелкие, полярная ось 13,75 (13,44–14,21) мкм, экваториальный диаметр 10,14 (9,93–10,35) мкм. Мезокольпий 4,88 мкм. Апокольпий 4,12 мкм. Толщина экзины 1,69 мкм. Пыльцевые зерна бороздно-орозовые, с четко выраженными орами. Меридиональный диаметр ор 1,85 (1,80–1,88) мкм, длина борозд 9,90 (9,73–10,06) мкм. В экваториальном положении борозды параллельные, концы борозд отчетливые, клиновидные, края борозд ровные. Скульптура морщинистая, образована гладкими, короткими морщинами шириной около 0,24 мкм, края скульптурных элементов нечетко выраженные, иногда скульптура выглядит, как сглажено морщинистая (рис. 1–9, 10, 13). Между струями наблюдаются углубления, ямки.

#### Выводы

В общем, пыльца изученных нами некоторых видов *Lithocarpus* и *Castanopsis* по размерам мелкая, около 20 мкм, по форме продолговатая Р/Е = 1,36–1,55. Скульптура морщинистая. Наиболее крупные – пыльцевые зерна *Lithocarpus* 16,41 (14,70–19,83) мкм, они же являются наиболее продолговатыми. Средние по размеру среди трех родов пыльцевые зерна *Castanopsis* – 14,83 (13,43–17,92) мкм, самые мелкие – пыльцевые зерна *Castanea* – 13,75 (13,44–14,21) мкм. Скульптура спородермы морщинистая, однако, при общем сходстве, установлены различия в размерах и форме скульптурных элементов. Для родов *Lithocarpus* и *Castanopsis* характерна морщинистая скульптура. У пыльцы *Lithocarpus* в целом морщины широкие 0,36 (0,28–0,46) мкм, а для пыльцы *Castanopsis* характерны скульптурные элементы различной ширины 0,21 (0,10–0,38) мкм. Особо выделяется скульптура *C. cuspidata*, *C. carlesii* и *C. chinensis*. Скульптура пыльцы *Castanea* сглажено-морщинистая, образована короткими морщинами шириной около 0,24 мкм с нечетко выраженными краями. Таким образом, выявлено, что кроме размера, формы пыльцевых зерен и типа скульптуры важное таксономическое значение имеет размер, форма и распределение по поверхности скульптурных элементов, формирующих скульптуру спородермы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 15-04-07823, 16-0401241).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Ганочка Г.П., Чамара Л.П. Современные методы исследования спородермы с применением электронной микроскопии. – М., 1988. – 22 с.
- Евстигнеева Т.А., Нарышкина Н.Н. Влияние химической обработки на размеры и скульптуру пыльцевых зерен *Pinus sylvestris* L. и *Quercus denata* Thunb. // Фундаментальные исследования, 2013. – №. 4. – Вып. 4. – С. 892–895.
- Куприянова Л.А. Палинология сережкоцветных. – М., Л., 1965. – 483 с.
- Crepet W., Daghlian Ch. Castaneoid inflorescences from the Middle Eocene of Tennessee and diagnostic Value of pollen (at the subfamily level) in the Fagaceae // American Journal of Botany, 1980. – V.67. – P. 739–757.
- Denk T., Grimsson F., Zetter R. Fagaceae from the early Oligocene of Central Europe: Persisting new world and biogeographic links // Rev. Palaeobot. Palynol., 2012. – V. 169. – P. 7–20.
- Manos P.S., Cannon C.H., Oh S.-H. Phylogenetic relationships and taxonomic status of the paleoendemic Fagaceae of western North America: Recognition of a new genus, *Notholithocarpus* // Madroño, 2008. – V. 55. – P. 181–190.
- Miyoshi N. Pollen morphology of the genus *Castanopsis* (Fagaceae) in Japan // Grana, 1983. – V. 22. – P. 19–21.
- Van Benthem F., Clarke G.C.S., Punt W. Fagaceae. The Northwest European Pollen Flora // Rev. Palaeobot. Palynol., 1984. – V. 42. – P. 87–110.
- Wang P.-L., Chang K.-T. The pollen morphology in relation to taxonomy and phylogeny of Fagaceae // Acta Phytotaxon. Sin., 1991. – Vol. 29. – № 1. – P. 60 – 62.

Доклад представлен на седьмой научной конференции с международным участием «Растения в муссонном климате: острова и растения» (26-29 сентября 2016 г., г. Южно-Сахалинск)

#### POLLEN MORPHOLOGY OF THERMOPHILIC FAGACEAE

N. N. Naryshkina

Institute of Biology and Soil Science FEB RAS, Vladivostok, Russia

The pollen morphology of 19 species of *Fagaceae* was studied using the light biological and electron microscopes. In the results, three main types of sporoderm sculpture of *Castanopsis*, *Lithocarpus* and *Castanea* have been recognized.

**Keywords:** *Castanopsis*, *Lithocarpus*, *Castanea*, pollen, sculpture.

И. 1 Bibl. 9