

УДК 581.332+582.381(1-925.11)

Л.Г. Бабешина  
А.А. КузнецовL.G. Babeshina  
A.A. Kuznetsov

**МОРФОЛОГИЯ СПОР НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПЛАУНОВИДНЫХ,  
ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ**

**SPORE MORPHOLOGY OF SOME SPECIES OF LYCOPSIDA,  
OCCURRING ON THE TERRITORY OF THE WEST SIBERIAN PLAIN**

**Аннотация.** В статье приведены описания морфологии спор плауновидных, которые рекомендованы к применению в качестве лекарственного сырья, а также могут быть использованы при проведении спорово-пыльцевого анализа. Споры исследованных видов крупные (от 27 до 40 мкм). Споры исследованных видов Lycopodiaceae без экваториальной складки, у *Huperzia selago* экваториальная складка присутствует и выражена преимущественно на углах. Споры *Diphasiastrum complanatum* и *Lycopodium clavatum* имеют ячеистую скульптуру спородермы как на дистальной, так и на проксимальной стороне. Скульптура спор *Lycopodium annotinum* ячеисто-гребневидная лишь на дистальной стороне, у спор *Huperzia selago* – равномерно ямчатая. Стенки ячеек спородермы *Diphasiastrum complanatum* и *Lycopodium clavatum* с перфорациями. Споры *Diphasiastrum complanatum* характеризуются слегка извилистыми лучами лезуры, у спор остальных исследованных видов лучи лезуры прямые. Лучи лезуры спор *Huperzia selago*, в отличие от представителей Lycopodiaceae, достигают экватора. У всех исследованных видов поверхность спородермы, как на дистальной, так и на проксимальной стороне зернистая. Зернистость образована, вероятно, жирными маслами.

**Ключевые слова:** споры, плауны, морфология, Западно-Сибирская равнина.

**Summary.** Morphological descriptions of spores of Lycopodiaceae, which are recommended to the application as medicinal agents and also can be used for the spore-pollen analysis, are presented. The examined spores are large (27–40 micrometers). Spores of examined species of Lycopodiaceae have not equatorial collar, spores of *Huperzia selago* have equatorial collar, which is expressed chiefly in the corners. Spores of both *Diphasiastrum complanatum* and *Lycopodium clavatum* have cellular ornamentation at the distal side, as well as at the proximal side. Spores of *Lycopodium annotinum* have cellular-pectinate ornamentation only at the distal side. Spores of *Huperzia selago* have uniformly-pitted ornamentation of the sporoderm. The cellular walls of the sporoderm of both *Diphasiastrum complanatum* and *Lycopodium clavatum* have perforations. Spores of *Diphasiastrum complanatum* have the slightly sinuous rays of laesura, spores of the other species have straight rays of laesura. The laesura rays of *Huperzia selago* reach to the equator. The sporoderm surfaces of the all examined species are grained at the distal and proximal side. Granularity is formed by fatty oils.

**Key words:** spores, Lycopodiaceae, morphology, West Siberian plain.

Описание морфологии спор плауновидных может быть использовано в целях диагностики лекарственного сырья, а также при проведении спорово-пыльцевого анализа различных видов почв и торфов. С появлением электронных сканирующих микроскопов, обладающих высокой разрешающей способностью, стало возможным изучать ультраструктуру поверхности спор, что позволяет выявлять новые признаки, которые можно использовать в систематике.

*Lycopodium clavatum* L., *L. annotinum* L., *Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub распространены по всей лесной зоне Северного полушария. Споры этих видов заготавливают в качестве лекарственного сырья, которое называют ликоподием, и применяют в качестве вспомогательного лекарственного средства в виде присыпки (детской, при пролежнях и ожогах) как эффективное подсушивающее, противовоспалительное и адсорбирующее, а также для обсыпки

<sup>1</sup>Томский государственный университет, пр-т Ленина, 36; 634050, Томск, Россия; e-mail: herb@bio.tsu.ru, cгyп777@mail.ru

<sup>2</sup>Сибирский государственный медицинский университет, кафедра фармакогнозии с курсами ботаники и экологии, ул. Московский тракт, 2; 634050, Томск, Россия; e-mail: lbabeshina@yandex.ru

<sup>1</sup>Tomsk State University, Lenina str., 36; 634050, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>Siberian State Medical University, Department of pharmacognosy with botany and ecology, Moscowski tract, 2; 634050, Tomsk, Russia

пиллюль (Дикорастущие ..., 2001; Лавренов, Лавренова, 1999б; Лагерь 1952; Яковлев 2010). Споры созревают в июле-августе, сырье собирают в августе-сентябре. По внешним признакам это мельчайший, весьма подвижный однородный порошок, на ощупь жирный, бархатистый, легко прилипающий к пальцам, плавающий на поверхности воды. При рассыпании ложится тонким и ровным слоем. Цвет бледно-желтый, запах и вкус отсутствуют (Лагерь 1952; Яковлев, 2010). Споры плауновидных 3-лучевые, тетраэдрические. Место выхода протопласта при прорастании споры (лезура) расположено на проксимальной стороне и совпадает с тетрадным рубцом. У непроросших спор оно плотно сомкнуто и закрыто тонкой мембраной (Бобров и др., 1983; Домбровская и др., 1959).

*Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et C. Mart. (баранец обыкновенный) распространен в тундровой и лесотундровой зоне и северной тайге, а также в соответствующих горных поясах более южных широт; обособленные местонахождения имеются на Кавказе, Камчатке, Курильских островах, Чукотке, часто вместе с папоротником *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (орляк обыкновенный) и *L. annotinum*. Трава баранца в виде 5% водного отвара используется при лечении хронического алкоголизма, может применяться при никотинизме и псориазе (Дикорастущие ..., 2001; Лавренов, Лавренова, 1999а; Лагерь 1952; Яковлев, 2010). В состав сырья входят и споры, расположенные на спорофиллах в верхней части побегов.

Цель настоящей работы – уточнение морфологических характеристик и выявление диагностических признаков спор *Lycopodiophyta*, встречающихся на территории Западно-Сибирской равнины.

Объектами исследования были споры видов отдела *Lycopodiophyta*, класса *Lycopodiopsida*, порядка *Lycopodiales*: *Lycopodium clavatum* L. – плаун булавовидный, *Lycopodium annotinum* L. – плаун годичный, *Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub – дифазиаструм сплюснутый (*Lycopodiaceae*) и *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et C. Mart. – баранец обыкновенный (*Huperziaceae*).

Споры исследовали на растровом электронном микроскопе Philips SEM 515. Образцы спор фиксировали на двустороннем канцелярском скотче. Для уменьшения влияния заряда их напыляли серебром методом термического напыления в вакууме. Споры исследовали в режиме высокого вакуума, поверхность образцов ска-

нировали при ускоряющем напряжении 20–30 кВ. Измеряли экваториальный диаметр, полярную ось и высоту экваториальной складки спор; длину, толщину и высоту лезуры; диаметр ячейки, толщину и высоту их стенки; диаметр зерен, ямок и перфораций. Измерения проводили при увеличении в 500–10000 раз. При описании формы спор и скульптуры их спородермы следовали терминологии, использованной А.Е. Бобровым с соавторами (1983), В.К. Nayag & S. Devi (1966, 1967, 1968) (рис. 1). Ниже приводятся описания и оригинальные микрофотографии спор 4 видов плауновидных.

*Lycopodium annotinum* L. – плаун годичный (рис. 2).

Споры в полярном положении треугольно-округлой формы с несколько выпуклыми сторонами (нелопастные). Полярная ось 22–27 мкм, экваториальный диаметр 27–33 мкм. Экваториальная складка отсутствует. В экваториальном положении дистальная сторона обычно полусферическая, проксимальная – либо коническая, либо выпуклая. Дистальная сторона споры крупноячеистая, ячейки полигональной формы диаметром 4–9 мкм, редко – 2–3 мкм. Стенки ячеек 0,5–1,2 мкм высотой, с равномерным валиком (вальковатый край) 0,5–0,9 мкм толщиной. Проксимальная сторона споры характеризуется отсутствием ячеек и складчатой

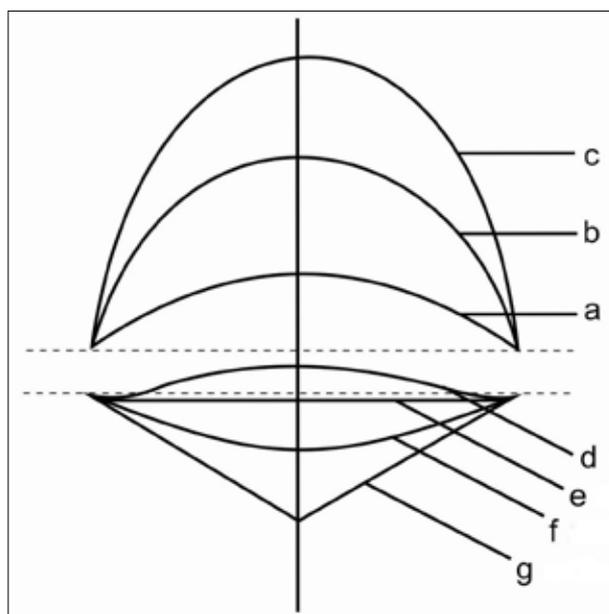


Рис. 1. Очертания спор в экваториальном положении, по В.К. Nayag & S. Devi (1966). Дистальная сторона: а – выпуклая; б – полусферическая; с – почти коническая. Проксимальная сторона: d – вогнутая; e – плоская; f – выпуклая; g – коническая. Пунктиром обозначен экватор споры.

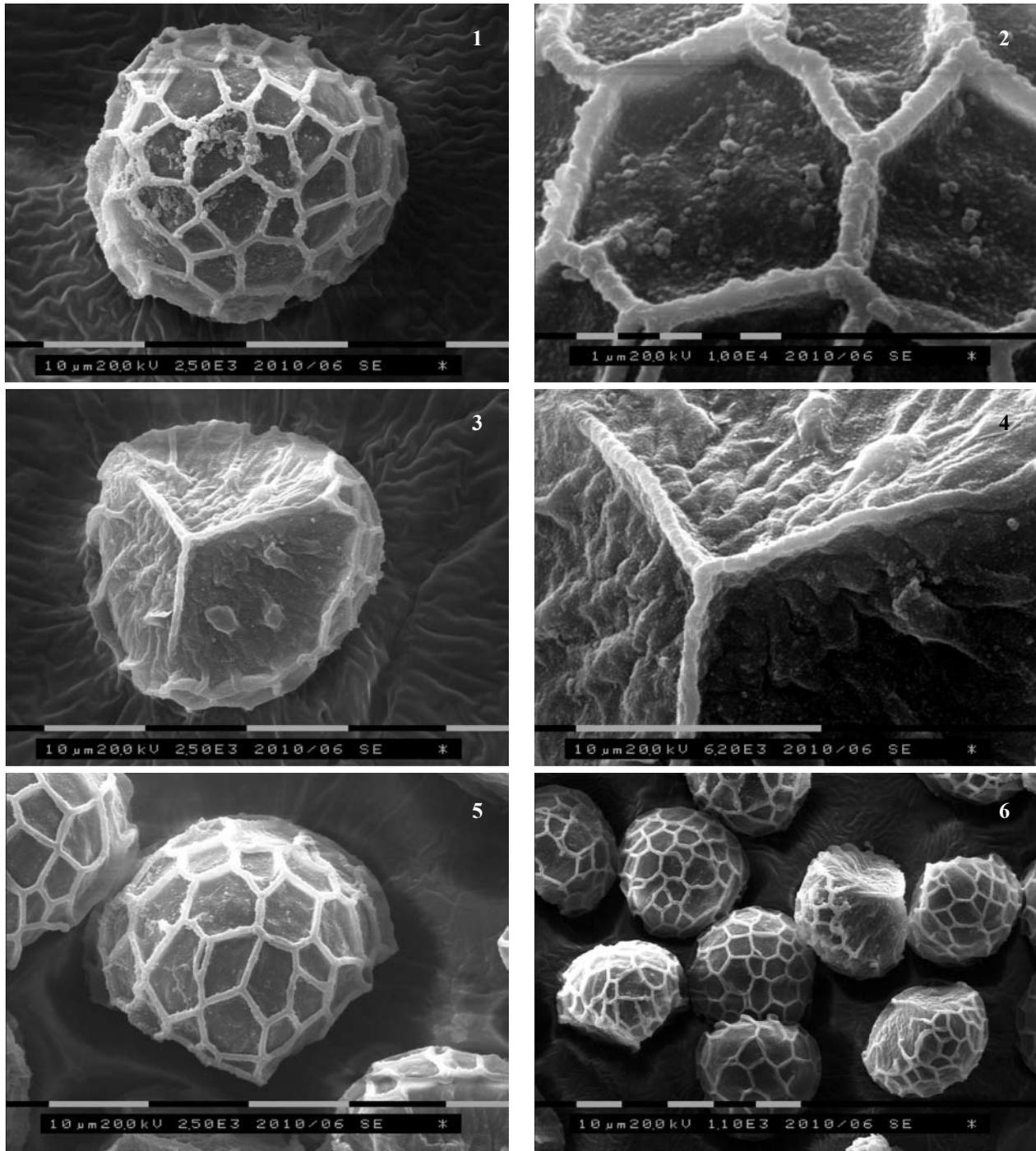


Рис. 2. Споры *Lycopodium annotinum*. СЭМ. 1 – дистальная сторона споры; 2 – фрагмент дистальной стороны споры; 3 – проксимальная сторона споры; 4 – фрагмент проксимальной стороны споры с лезурой; 5 – экваториальная сторона споры; 6 – общий вид спор.

скульптурой спородермы. Лучи лезуры слегка выпуклые, почти достигают экватора, 8–14 мкм длиной, 0,5–0,9 мкм толщиной и высотой от 0,4 мкм у основания и до 1,9 мкм на полюсе споры. Поверхность спородермы как на дистальной, так и на проксимальной стороне зернистая, диаметр зёрен 0,1–0,4 мкм.

Исследованный образец № 30: Томская область, Александровский район, сред-

нее течение реки Ларьеган, правый берег, кедровник кустарниково-зеленомошный. 02. 09. 1984 г.

*Lycopodium clavatum* L. – плаун булавовидный (рис. 3).

Споры в полярном положении треугольно-округлой или округлой формы. Полярная ось 24–28 мкм, экваториальный диаметр 27–34 мкм. Экваториальная складка отсутствует. В экваториальном положении дистальная сторона полу-

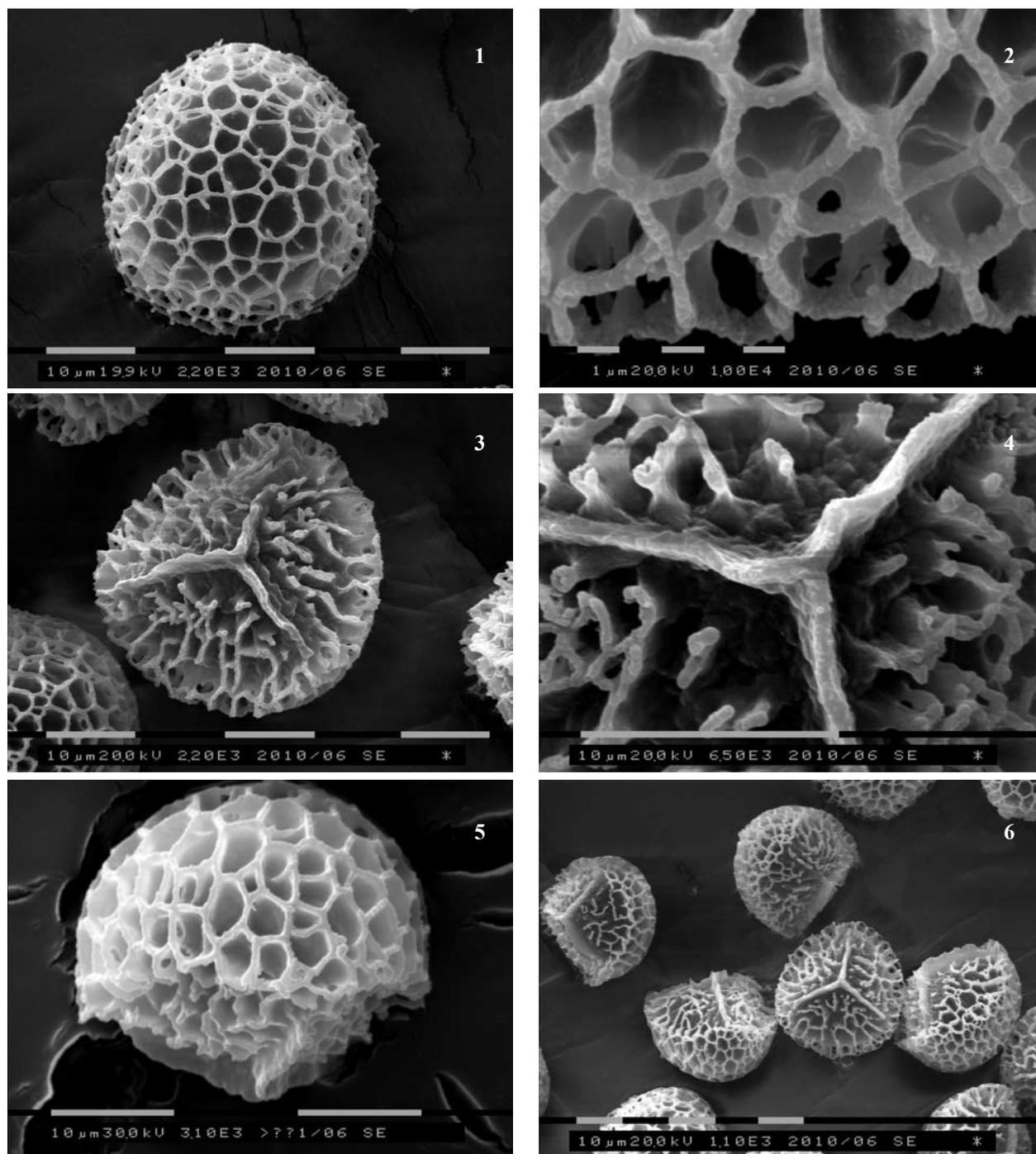


Рис. 3. Споры *Lycopodium clavatum*. СЭМ. 1 – дистальная сторона споры; 2 – фрагмент дистальной стороны споры; 3 – проксимальная сторона споры; 4 – фрагмент проксимальной стороны споры с лезурой; 5 – экваториальная сторона споры; 6 – общий вид спор.

сферическая, проксимальная – коническая. Дистальная сторона споры крупная, ячейки полигональной формы диаметром 4–6 мкм, редко – 2–3 мкм. Стенки ячеек 1,1–2,0 мкм высотой с вальковатым краем 0,4–0,7 мкм толщиной, с многочисленными округло-эллиптическими перфорациями диаметром 1–2 мкм. Проксимальная сторона споры характеризуется ячеисто-ребневидной скульптурой спородермы. Лучи лезуры слегка выпуклые, почти достигают эква-

тора, 10–15 мкм длиной 0,5–1,2 мкм толщиной и высотой от 0,7 мкм у основания и до 3,5 мкм на полюсе споры. Поверхность спородермы как на дистальной, так и на проксимальной стороне зернистая, диаметр зёрен 0,1–0,7 мкм.

Исследованный образец № 31: Томская область, Кargasокский район, левобережье реки Тым. В 50 км. выше с. Напас, кедрово-зеленомошный лес 19. 09. 1984 г.

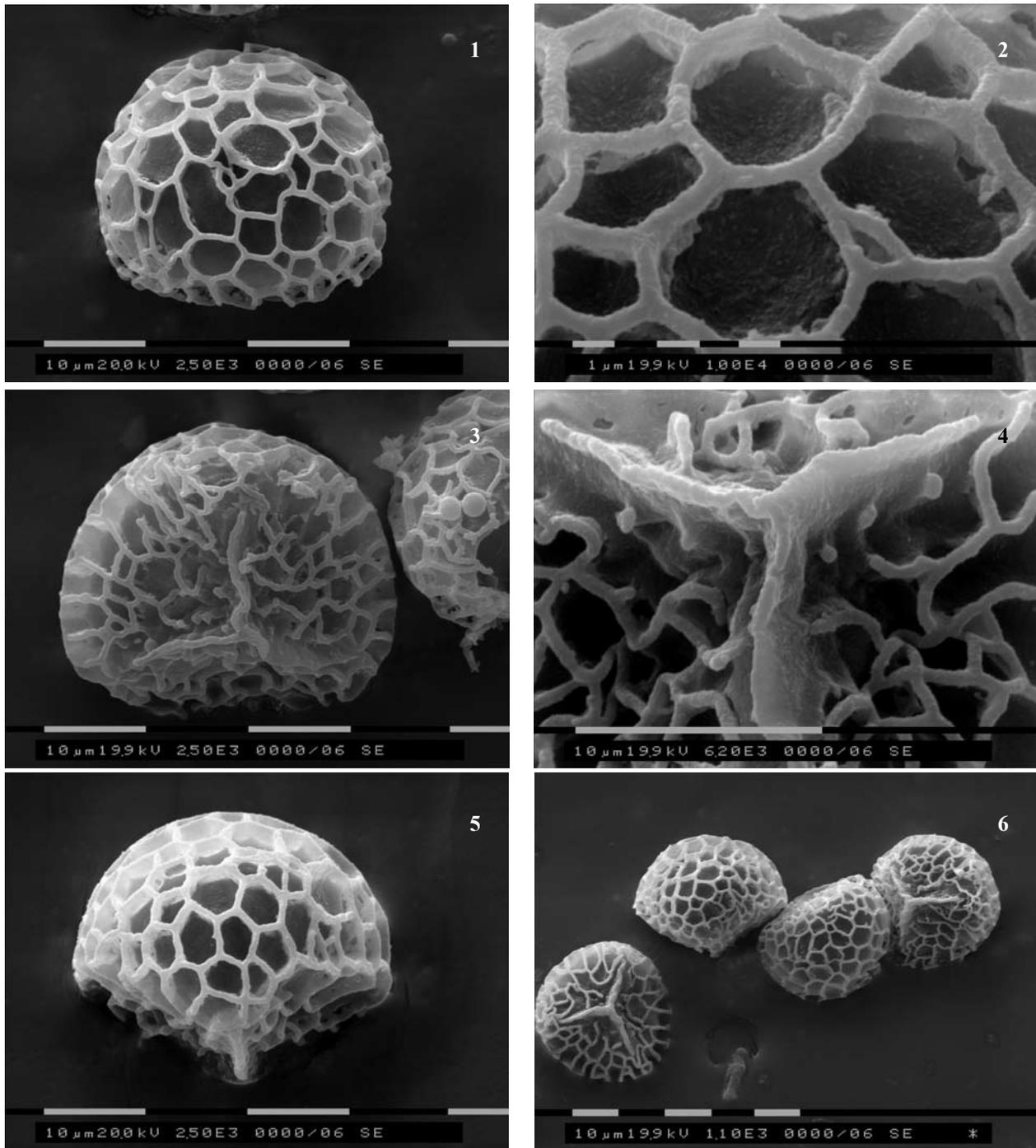


Рис. 4. Споры *Diphasiastrum complanatum*. СЭМ. 1 – дистальная сторона споры; 2 – фрагмент дистальной стороны споры; 3 – проксимальная сторона споры; 4 – фрагмент проксимальной стороны споры с лезурой; 5 – экваториальная сторона споры; 6 – общий вид спор.

*Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub – дифазиаструм сплюснутый (рис. 4).

Споры в полярном положении треугольно-округлой или округлой формы. Полярная ось 23–28 мкм, экваториальный диаметр 27–36 мкм. Экваториальная складка отсутствует. В экваториальном положении дистальная сторона полусферическая, проксимальная – коническая. Дистальная сторона споры крупноячеистая, ячейки полигональной формы диаметром

4–7 мкм, редко – 2–3 мкм. Стенки ячеек 0,5–1,2 мкм высотой с вальковатым краем 0,5–0,8 мкм толщиной, с немногочисленными перфорациями неправильной форма диаметром 0,2–2 мкм. Проксимальная сторона споры характеризуется ячеисто-гребневидной скульптурой спородермы. Лучи лезуры слегка выпуклые, слегка извилистые, почти достигают экватора, 8–14 мкм длиной 0,5–1,4 мкм толщиной и высотой от 0,7 мкм у основания и до 2,7 мкм на полюсе споры.

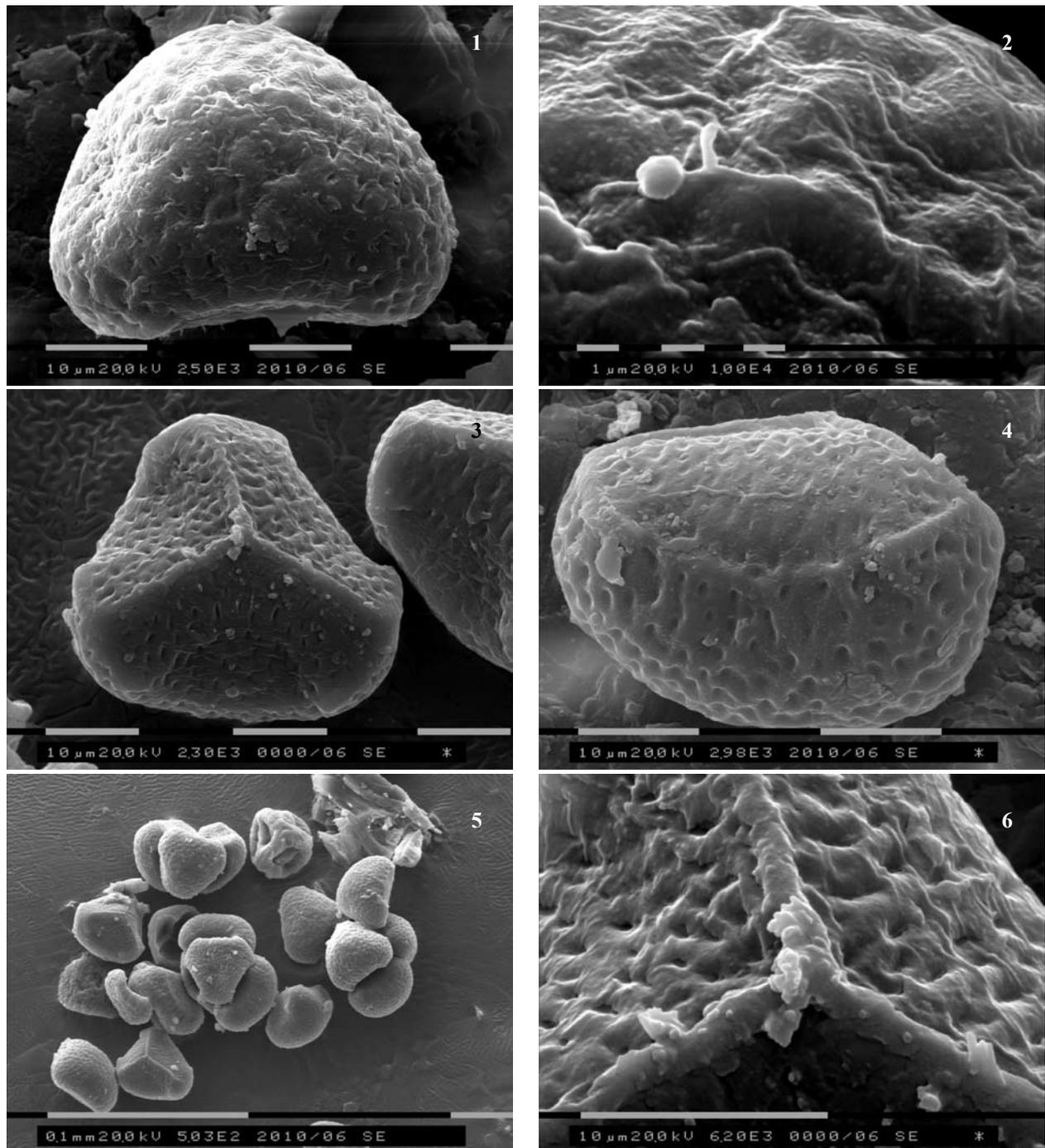


Рис. 5. Споры *Huperzia selago*. СЭМ. 1 – дистальная сторона споры; 2 – фрагмент дистальной стороны споры; 3 – проксимальная сторона споры; 4 – фрагмент проксимальной стороны споры с лезурой; 5 – экваториальная сторона споры; 6 – общий вид спор.

Поверхность спородермы как на дистальной, так и на проксимальной стороне зернистая, диаметр зёрен 0,1–0,6 мкм.

Исследованный образец № 33: Томская область, окр. г. Томска, Чагинское болото, по краю обводного канала, сосново-кустарничково-разнотравно-сфагновое сообщество. 25.09.2008 г.

*Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et C. Mart. – баранец обыкновенный (рис. 5).

Споры в полярном положении округло-треугольной формы, лопастные, со слегка вогнутыми сторонами. Полярная ось 24–30 мкм, экваториальный диаметр 32–40 мкм. Экваториальная складка толщиной 1,6–3,0 мкм выражена преимущественно на углах споры. В экваториальном положении дистальная и проксимальная стороны выпуклые. Дистальная и проксимальная стороны споры имеют ямчатую скульптуру спородермы. Ямки различных очертаний: окру-

глые (диаметр 0,2–0,8 мкм), эллиптические, продолговатые и линейные (0,24–0,68×1,16–1,77 мкм). Ямки ограничены складками 0,80–2,87 мкм толщиной. Лучи лезуры слегка выпуклые, достигают экватора 9–20 мкм длиной, 1,14–2,15 мкм толщиной и высотой от 0,81–1,46 мкм. Поверхность спородермы как на дистальной, так и на проксимальной стороне зернистая, образованная, по всей вероятности, жирными маслами, диаметр зёрен 0,2–0,3 мкм.

Исследованный образец № 32: Горно-Алтайский автономный округ, Катунский хребет, верховье реки Мульта, субальпийский пояс, курум. 27. 07. 1983 г.

В результате проведенных исследований установлено, что диаметр спор исследованных видов 27–40 мкм, согласно общепринятой классификации А.Е. Боброва (1983), относятся к категории крупные (>25 мкм). Скульптура спородермы *L. clavatum* и *D. complanatum* ячеистая (более рельефная на дистальной и менее – на проксимальной стороне), *L. annotinum* – ячеистогребневидная лишь на дистальной стороне. Скульптура спородермы *H. selago* ямчатая. Споры исследованных видов Lycopodiaceae лишены

экваториальной складки, у *H. selago* экваториальная складка присутствует и выражена преимущественно на углах.

Стенки ячеек *D. complanatum* и *L. clavatum* с перфорациями, а *L. annotinum* – цельные. Лучи лезуры *H. selago*, в отличие от представителей Lycopodiaceae, достигают экватора. Поверхность спородермы всех исследованных видов (как на дистальной, так и на проксимальной стороне) зернистая, образованная, по всей вероятности, жирными маслами, которые, наряду с ячеистой и ямчатой скульптурами, обеспечивают плавучесть спор.

**Благодарности.** За предоставленную возможность проведения исследований на сканирующем электронном микроскопе авторы выражают благодарность директору Томского материаловедческого центра коллективного пользования при Томском государственном университете В.М. Кузнецову.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты: № 10-04-00637-а, 12-04-31477-мол\_а, 12-04-90739-моб\_ст).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бобров А.Е., Куприянова Л.А., Литвинцева М.В., Тарасевич В.Ф.** Споры папоротникообразных и пыльца голосеменных и однодольных растений флоры европейской части СССР. – Л.: Наука, 1983. – 208 с.
- Дикорастущие полезные растения России / Отв. ред. А.Л. Буданцев, Е.Е. Лесиовская. – СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. – 663 с.
- Домбровская А.В., Коренева М.М., Тюремнов С.Н.** Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1959. – 227 с.
- Лавренов В.К., Лавренова Г.В.** Полная энциклопедия лекарственных растений. – СПб.-М., 1999. – Т. 1. – 736 с. – Т. 2. – 816 с.
- Лагерь А.А.** Фитотерапия. – Красноярск: Изд-во Красноярск. ун-та, 1988. – 272 с.
- Яковлев Г.П.** Фармакогнозия: Лекарственное сырье растительного и животного происхождения: учебное пособие / Под ред. Г.П. Яковлева. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: СпецЛит, 2010. – 863 с.
- Nayar V.K., Devi S.** Spore morphology of the Pteridaceae. I. The Pteridoid ferns // Grana Palynologica, 1966. – Vol. 6. – P. 476–479.