

## СИСТЕМАТИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ

УДК 581.332(582.394)

А.В. Ваганов<sup>1</sup>  
 А.И. Шмаков<sup>1</sup>  
 А.А. Кузнецов<sup>2</sup>  
 И.И. Гуреева<sup>2</sup>

A.V. Vaganov  
 A.I. Shmakov  
 A.A. Kuznetsov  
 I.I. Gureeva

МОРФОЛОГИЯ СПОР ВИДОВ *CRYPTOGRAMMA* R. Br. ex Richards  
 (CRYPTOGRAMMACEAE)

SPORE MORPHOLOGY OF *CRYPTOGRAMMA* R. Br. ex Richards SPECIES  
 (CRYPTOGRAMMACEAE)

**Аннотация.** Методом сканирующей электронной микроскопии проведено сравнительное исследование морфологии спор 8 видов рода *Cryptogramma*: *C. acrostichoides*, *C. brunoniana*, *C. cascadiensis*, *C. crispa*, *C. gorovoi*, *C. raddeana*, *C. sitchensis*, *C. stelleri*. На основании факторного анализа по совокупности морфометрических показателей спор установлены чёткие отличия *C. gorovoi* и нечёткие отличия *C. stelleri* и *C. brunoniana* от других исследованных видов. Выявлены морфологические отличия спор видов *Cryptogramma* на подродовом уровне по признакам формы, внешнего контура и величине бугорков и канавок.

**Ключевые слова:** *Cryptogramma*, споры, морфология, факторный анализ.

**Summary.** Comparative study of spore morphology of eight *Cryptogramma* species (*C. acrostichoides*, *C. brunoniana*, *C. cascadiensis*, *C. crispa*, *C. gorovoi*, *C. raddeana*, *C. sitchensis*, *C. stelleri*) was performed with use of SEM-method. Factorial analysis of morphometrical data revealed sharp differences of *C. gorovoi* and slight differences of *C. stelleri* and *C. brunoniana* from the rest of species. Morphological differences (shape, outline, size of tubercles and grooves) of spores of *Cryptogramma* species are detected at the level of subgenus.

**Key words:** *Cryptogramma*, spore, morphology, factorial analysis.

Род *Cryptogramma* R. Br. ex Richards. – скрытокущница, криптограмма (семейство Струтограммaceae Pichi-Serm., триба *Cryptogrammeae* Pichi-Serm.) насчитывает 9 видов, произрастающих преимущественно в высокогорных районах холодных и умеренно тёплых областей Евразии, Северной и Южной Америки, поднимаясь на высоту до 3600–4600 м н.у.м. На территории Евразии представлены 7 видов – *C. crispa*, *C. raddeana*, *C. brunoniana*, *C. gorovoi*, *C. acrostichoides*, *C. sitchensis*, *C. stelleri*, из которых три последних встречаются в горных системах Северной Америки, так же как и *C. cascadiensis* (Alverson, 1993). На территории Южной Америки

(центральная часть горного массива Чилийских Анд и Аргентина) семейство представлено единственным видом – *C. fumariifolia* (Correa, 1998).

Согласно последней таксономической ревизии и дополнениям к системе семейства Струтограммaceae (Ваганов, Шмаков, 2007; Ваганов, 2009, 2009а), виды рода *Cryptogramma* объединяются в 2 подрода и 4 секции:

**Genus** *Cryptogramma* R. Br. ex Richards.

**Subgen 1.** *Homopteris* (Rupr.) Tzvel.

**Sect. 1.** *Homopteris* Rupr. (*C. stelleri* (S.G. Gmel.) Prantl)

**Subgen 2.** *Cryptogramma*

**Sect. 2.** *Cryptogramma* (*C. brunoniana* Wall.

<sup>1</sup> Алтайский государственный университет, пр-т Ленина, 61; 656049, Барнаул, Россия; e-mail: bot@asu.ru

<sup>2</sup> Томский государственный университет, пр-т Ленина, 36; 634050, Томск, Россия; e-mail: herb@bio.tsu.ru

<sup>1</sup> Altai State University; Lenina st., 61, 656049, Barnaul, Russia

<sup>2</sup> Krylov Herbarium, Tomsk State University, Lenina st., 36, 634050, Tomsk, Russia

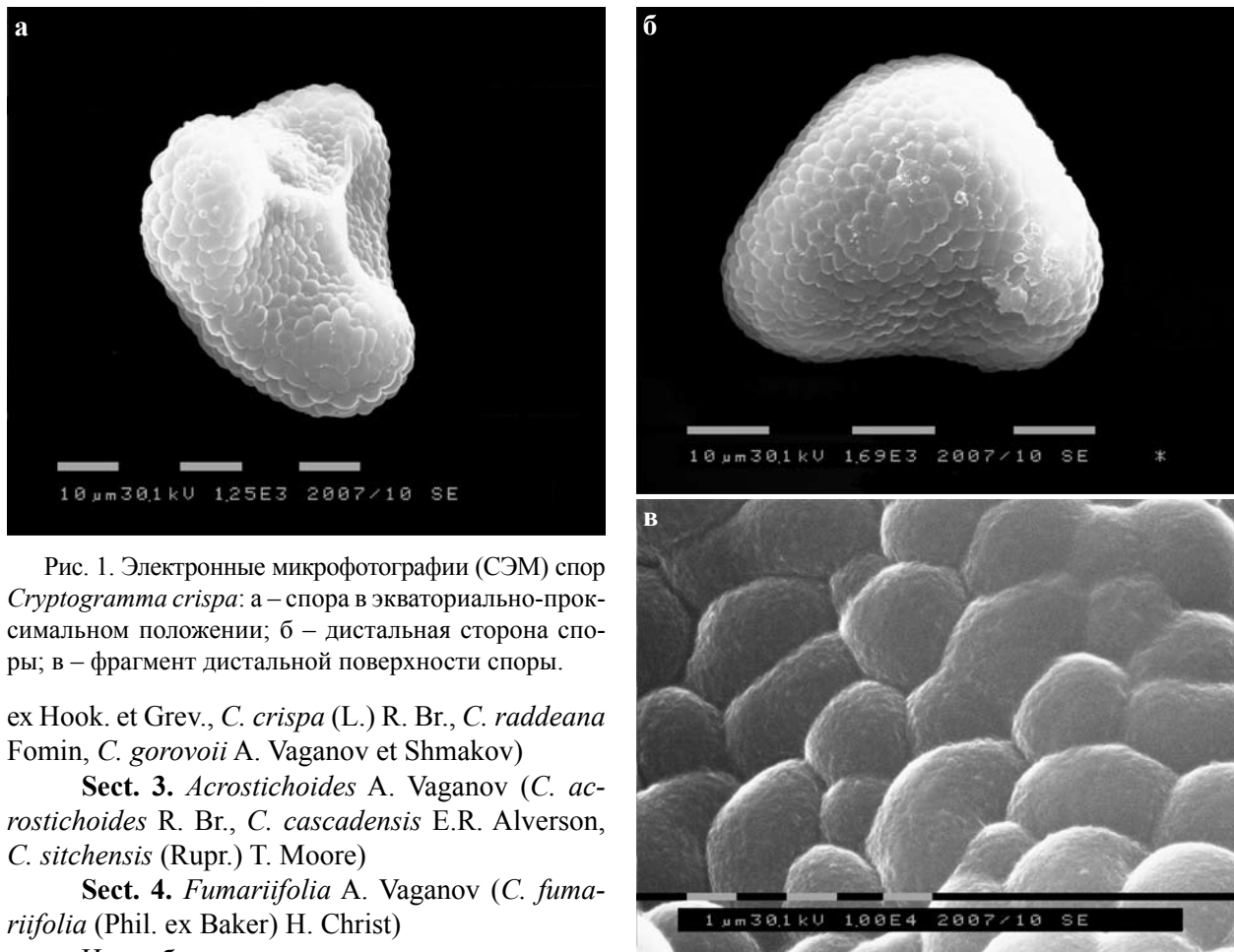


Рис. 1. Электронные микрофотографии (СЭМ) спор *Cryptogramma crispa*: а – спора в экваториально-проксимальном положении; б – дистальная сторона споры; в – фрагмент дистальной поверхности споры.

ex Hook. et Grev., *C. crispa* (L.) R. Br., *C. raddeana* Fomin, *C. gorovoi* A. Vaganov et Shmakov)

**Sect. 3.** *Acrostichoides* A. Vaganov (*C. acrostichoides* R. Br., *C. cascadenis* E.R. Alverson, *C. sitchensis* (Rupr.) T. Moore)

**Sect. 4.** *Fumariifolia* A. Vaganov (*C. fumariifolia* (Phil. ex Baker) H. Christ)

Нами было проведено сравнительное исследование морфологии спор 8 видов рода *Cryptogramma* с целью выявления межвидовых отличий (рис. 1–8).

Споры для исследования были отобраны с гербарных образцов, хранящихся в Гербариях Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (LE, Санкт-Петербург), Южно-Сибирского ботанического сада Алтайского государственного университета (АЛТВ, Барнаул) и Биолого-почвенного института ДВО РАН (VLA, Владивосток).

Споры *C. crispa*, *C. raddeana*, *C. gorovoi*, *C. cascadenis*, *C. acrostichoides*, *C. sitchensis* исследовали на растровом электронном микроскопе Philips SEM 525-M, споры *C. brunoniana* и *C. stelleri* – на электронно-ионном сканирующем микроскопе Quanta 200 3D. Образцы спор фиксировали на углеродном скотче. Для уменьшения влияния заряда споры *C. crispa*, *C. raddeana*, *C. gorovoi*, *C. cascadenis*, *C. acrostichoides* и *C. sitchensis* напыляли углеродом, а *C. brunoniana* и *C. stelleri* – хромом, напыление производили методом термического напыления в вакууме. Все образцы спор исследовали в режиме высокого вакуума. Поверхность образцов сканировали при ускоряющем напряжении от 2 до 30 кВ и

увеличении от 1000 до 20000 раз. Измерения параметров спор проводили в 25-кратной повторности. Морфометрические данные обрабатывали методом факторного анализа при помощи программы «Statistica 8.0». Анализ проводился по следующим морфологическим признакам: 1 – экваториальный диам., мкм; 2 – дл. лезуры, мкм; 3 – шир. лезуры, мкм; 4 – диам. бугорков в полярных частях спор (дистальном и проксимальном), мкм; 5 – диам. бугорков по углам и экватору спор, мкм.

Первые попытки составления подробных описаний морфологии спор видов *Cryptogramma* были предприняты А.Н. Сладковым, который в одной из работ приводит диагнозы с изображениями внешнего вида спор для *C. crispa*, *C. acrostichoides* и *C. stelleri* (Сладков, 1962). В других литературных источниках в основном приводятся обобщённые описания морфологии спор для всего семейства *Cryptogrammaceae* (Сладков, 1959а, б) или описания одного из видов – *C. crispa*, выбранного, по-видимому, в качестве модельного (Бобров и др., 1983). В зарубежной литературе описания морфологии спор видов *Cryptogramma* нами не были обнаружены. В

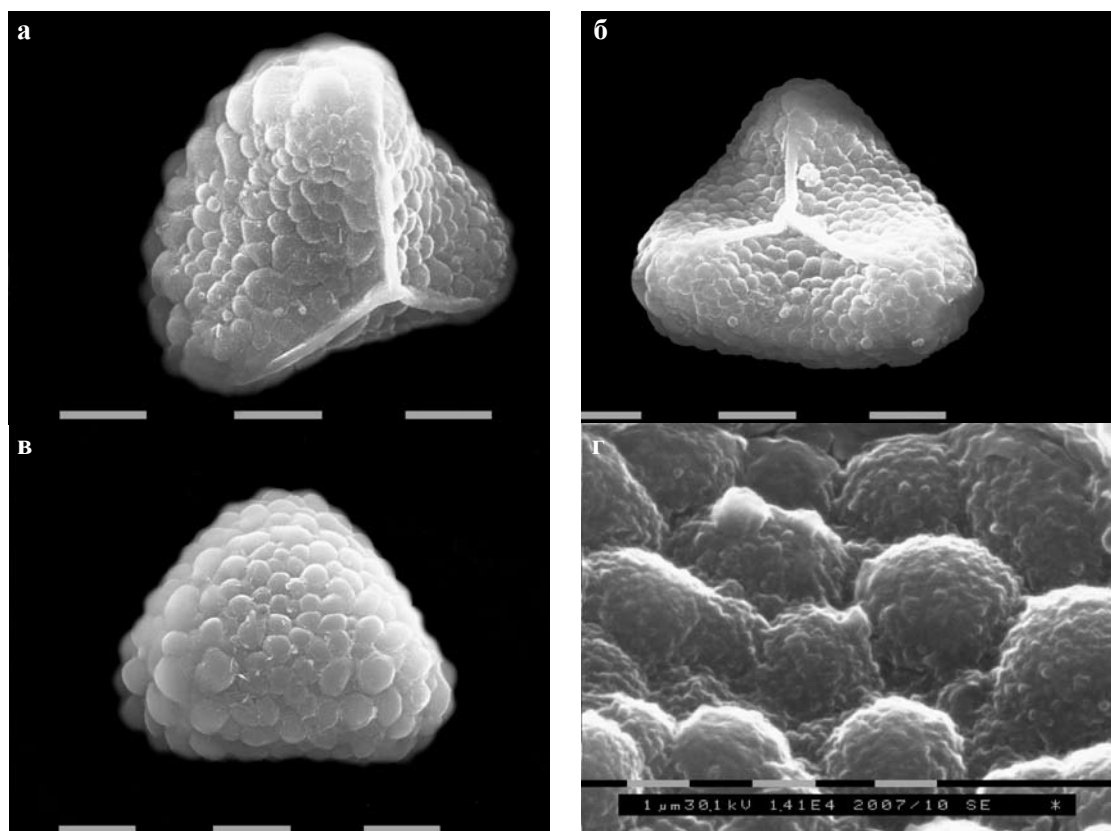


Рис. 2. Электронные микрофотографии (СЭМ) спор *Cryptogramma raddeana*: а – спора в экваториально-проксимальном положении; б – проксимальная сторона споры; в – дистальная сторона споры; г – фрагмент дистальной поверхности споры.

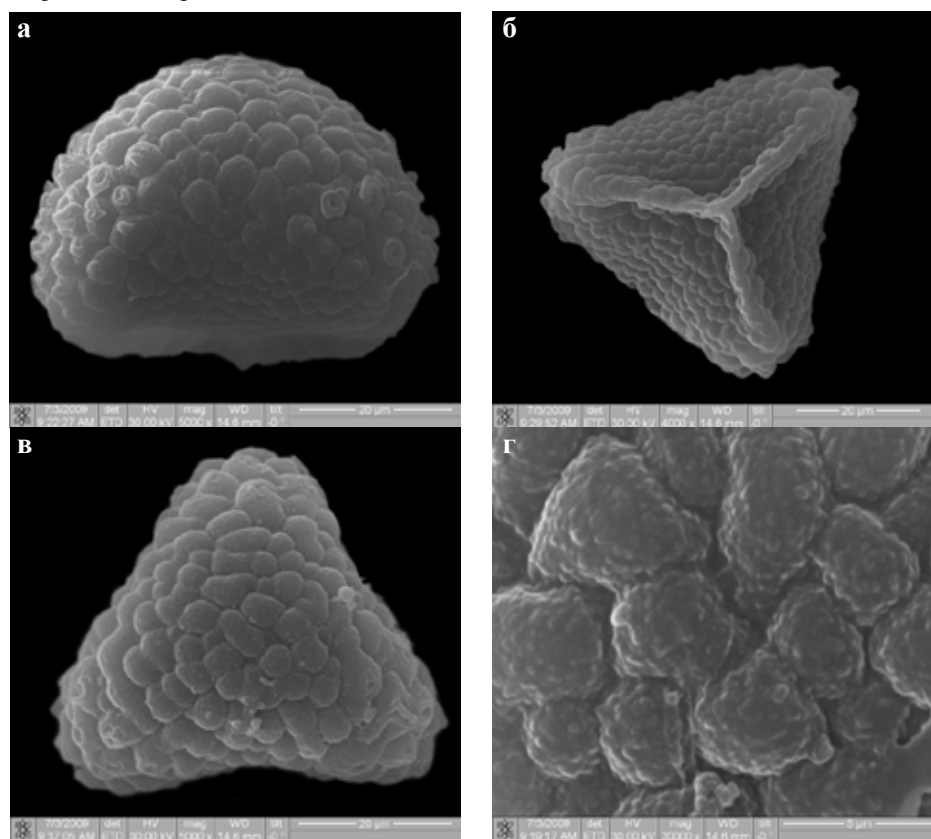


Рис. 3. Электронные микрофотографии (СЭМ) спор *Cryptogramma brunoniana*: а – спора в экваториальном положении; б – проксимальная сторона споры; в – дистальная сторона споры; г – фрагмент дистальной поверхности споры.

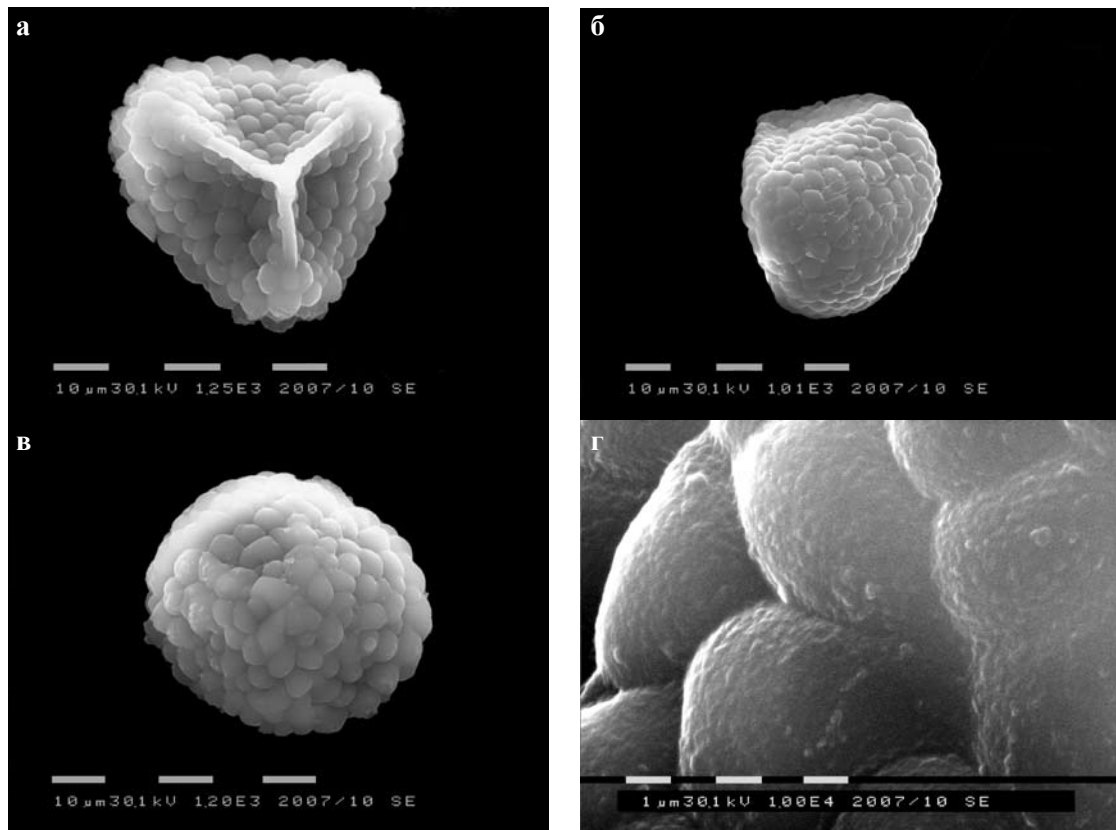


Рис. 4. Электронные микрофотографии (СЭМ) спор *Cryptogramma gorovoi*: а – проксимальная сторона споры; б – спора в экваториально-дистальном положении; в – дистальная сторона споры; г – фрагмент дистальной поверхности споры.

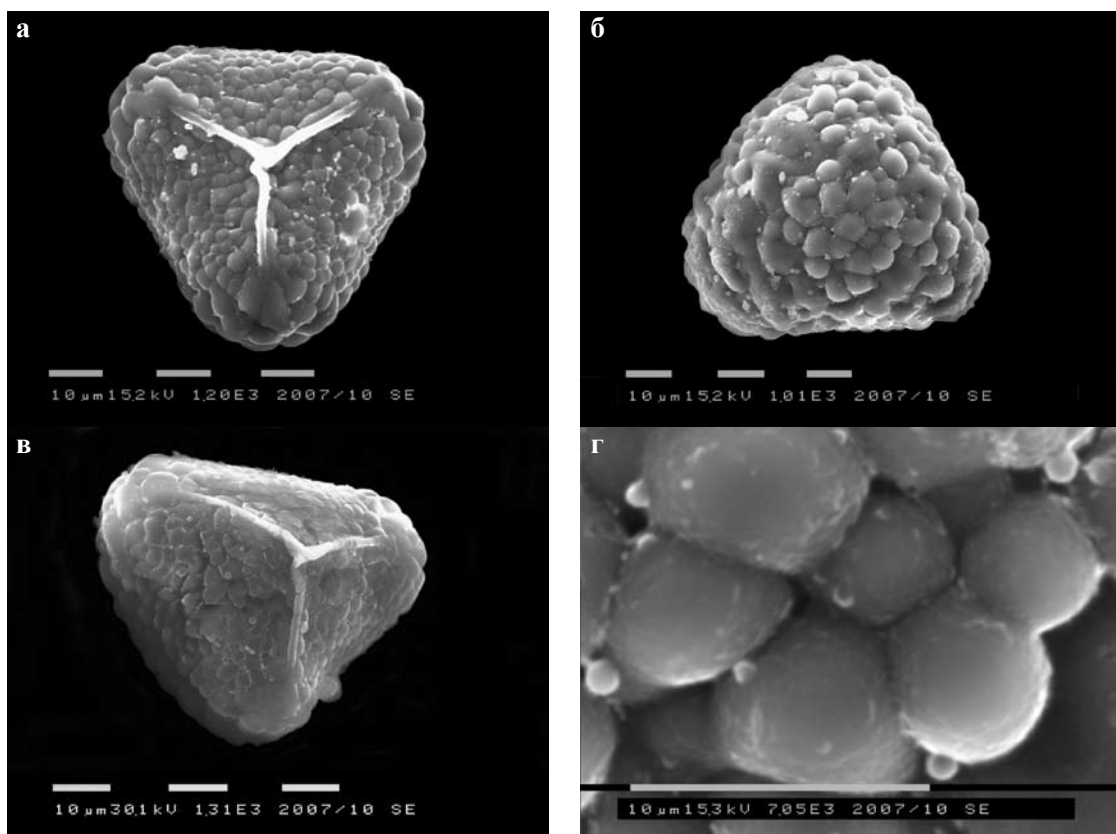


Рис. 5. Электронные микрофотографии (СЭМ) спор *Cryptogramma acrostichoides*: а – проксимальная сторона споры; б – дистальная сторона споры; в – спора в экваториально-дистальном положении; г – фрагмент дистальной поверхности споры.

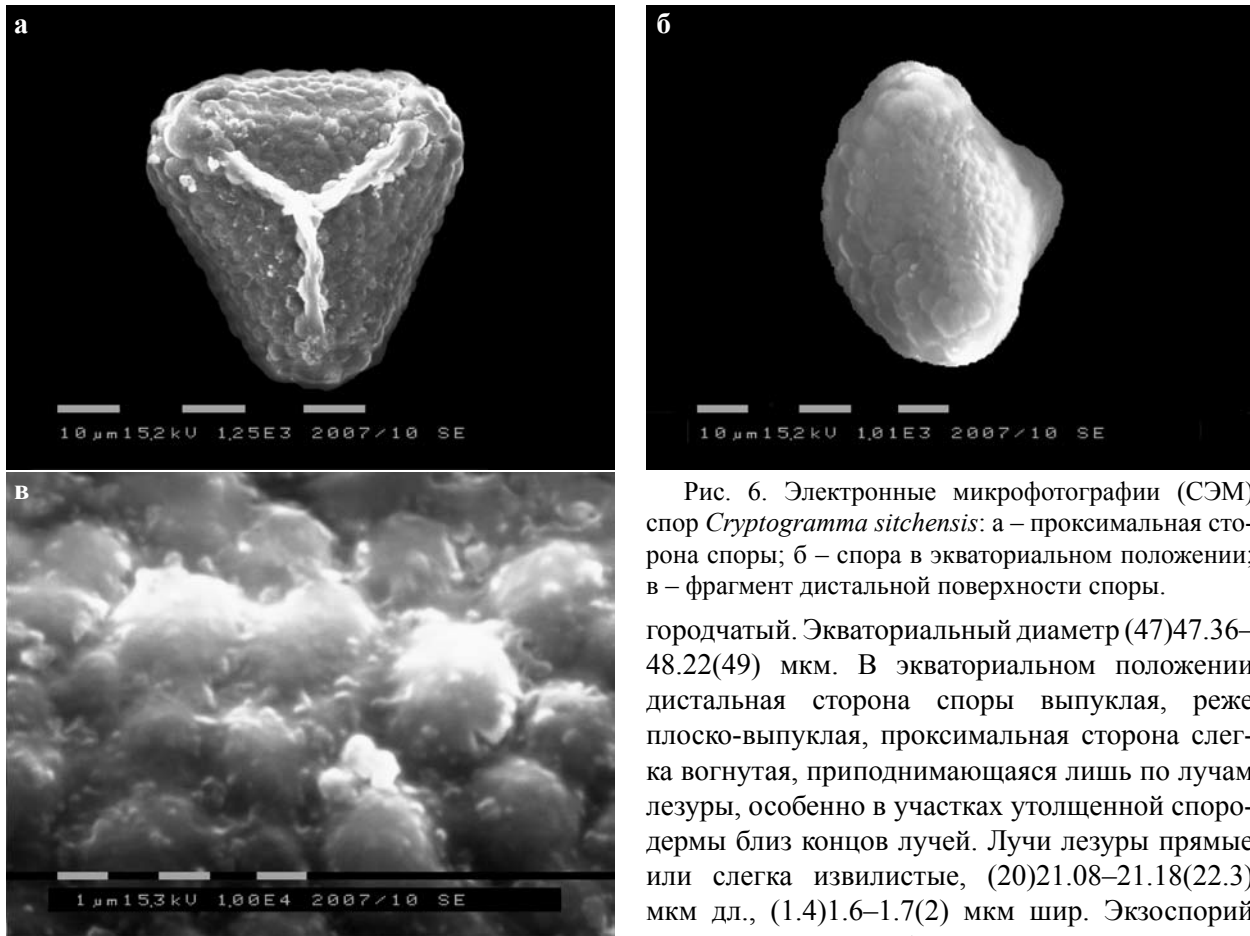


Рис. 6. Электронные микрофотографии (СЭМ) спор *Cryptogramma sitchensis*: а – проксимальная сторона споры; б – спора в экваториальном положении; в – фрагмент дистальной поверхности споры.

городчатый. Экваториальный диаметр (47)47.36–48.22(49) мкм. В экваториальном положении дистальная сторона споры выпуклая, реже плоско-выпуклая, проксимальная сторона слегка вогнутая, приподнимающаяся лишь по лучам лезуры, особенно в участках утолщенной спородермы близ концов лучей. Лучи лезуры прямые или слегка извилистые, (20)21.08–21.18(22.3) мкм дл., (1.4)1.6–1.7(2) мкм шир. Экзоспорий четко выраженный, бугорчатый. Бугорки в очертании округло-многоугольной или слегка извилистой формы, в полярных частях споры (проксимальном и дистальном) мелкие, (1.6)2.27–2.45(3.2) мкм в диам., по углам и экватору увеличивающиеся – до (2.3)2.95–3.69(4.7) мкм в диам. Поверхность экзоспория мелкозернистая, зернистость нечетко выражена.

Исследованный образец: Мурманская область, г. Кировск, Полярно-альпийский ботанический сад. 1937 VIII. Качурин М. (LE!).

2. *C. raddeana* Fomin – К. Раде (рис. 2, а-г). Очертание спор в проксимально-полярном и дистально-полярном положениях округло-треугольное, лопастное, контур споры высокогородчатый. Экваториальный диаметр (40.9)42.14–43.42(45.3) мкм. В экваториальном положении дистальная сторона споры выпуклая, проксимальная – вогнутая, приподнимающаяся лишь по лучам лезуры, особенно в участках утолщенной спородермы близ концов лучей. Лучи лезуры прямые, (15.8)17.78–17.88(19.9) мкм дл., (1.3)1.51–1.56(1.8) мкм шир. Экзоспорий четко выраженный, бугорчатый. Бугорки в очертании округлой, округло-многоугольной и слегка извилистой формы. Бугорки в полярных частях споры (проксимальном и дистальном) средние,

статье, посвящённой таксономической ревизии рода *Cryptogramma* Китая, приводятся исключительно электронные микрофотографии внешнего вида спор, и указывается их диагностическая значимость (Zhang, Zhang, 2003).

По данным А.Н. Сладкова (1959а, б, 1962) и А.Е. Боброва с соавторами (1983), споры видов *Cryptogrammaceae* радиально-симметричные, 3-лучевые тетраэдрические, в очертании округло-треугольные или треугольно-округлые, поверхность спородермы бугорчатая, лезура (щель разверзания споры, или апертура) 3-лучевая. Споры характеризуются отсутствием периспория и наличием толстого экзоспория, скульптура поверхности которого и определяет внешний вид споры (Сладков, 1959а, б). По другим данным, периспорий имеется, но он тонкий, плотно прилегающий к экзоспорию (Бобров, 1983).

Ниже приводятся описания и оригинальные микрофотографии спор 8 видов рода *Cryptogramma*, исследованных нами с использованием метода сканирующей электронной микроскопии.

1. *C. crispa* (L.) R. Br. – К. курчавая (рис. 1, а-в). Очертание спор в проксимально-полярном и дистально-полярном положениях округло-треугольное, лопастное, контур споры низко-

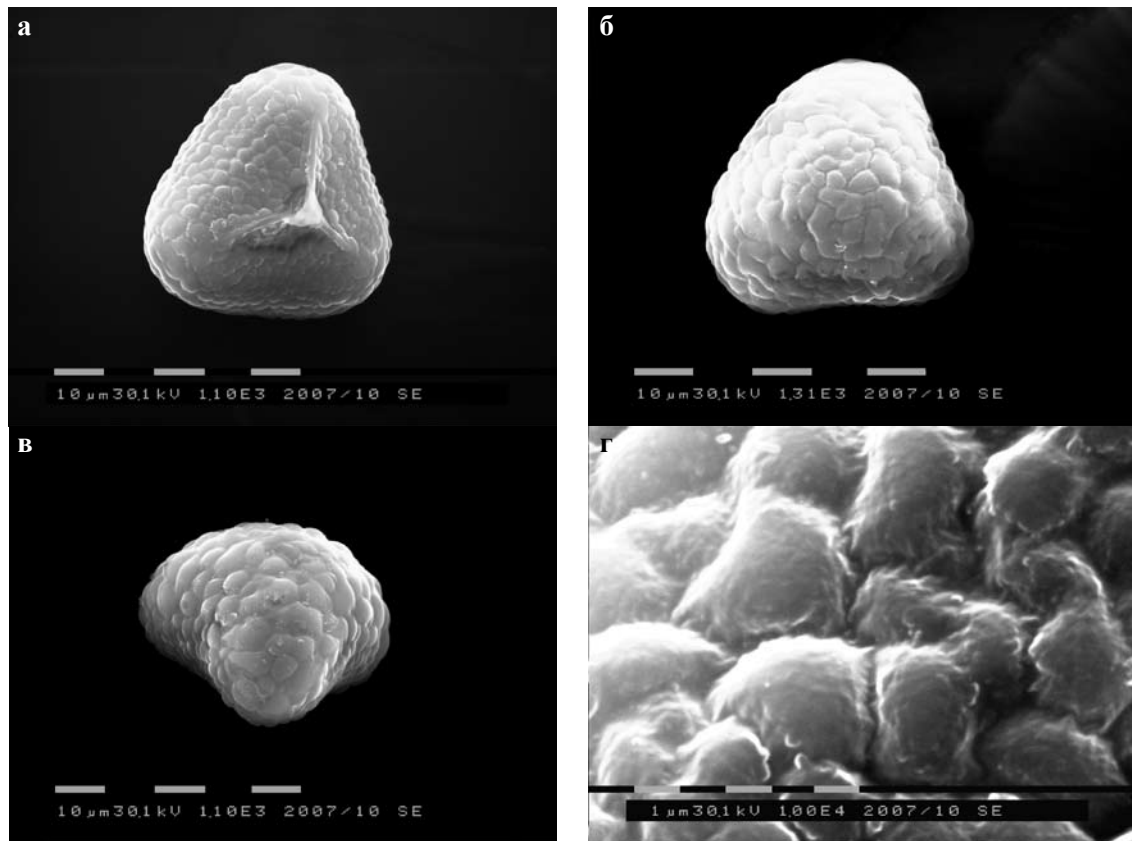


Рис. 7. Электронные микрофотографии (СЭМ) спор *Cryptogramma cascadenis*: а – спора в экваториально-проксимальном положении; б – дистальная сторона споры; в – спора в экваториальном положении; г – фрагмент дистальной поверхности споры.

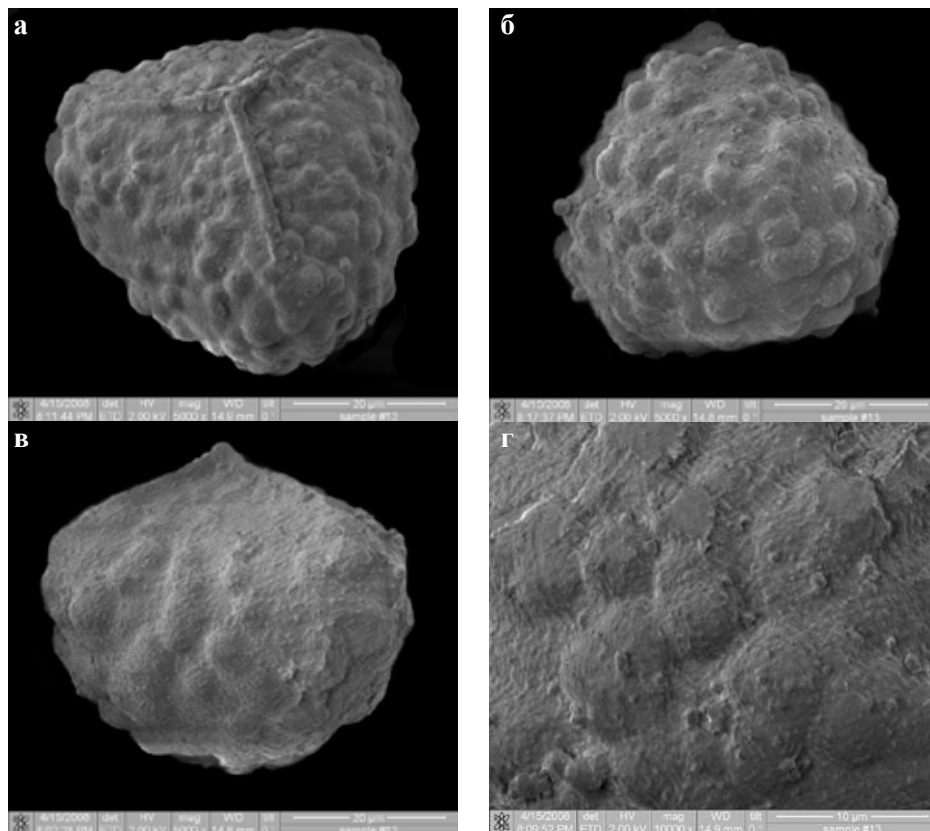


Рис. 8. Электронные микрофотографии (СЭМ) спор *Cryptogramma stelleri*: а – спора в экваториально-проксимальном положении; б – дистальная сторона споры; в – спора в экваториальном положении; г – фрагмент дистальной поверхности споры.

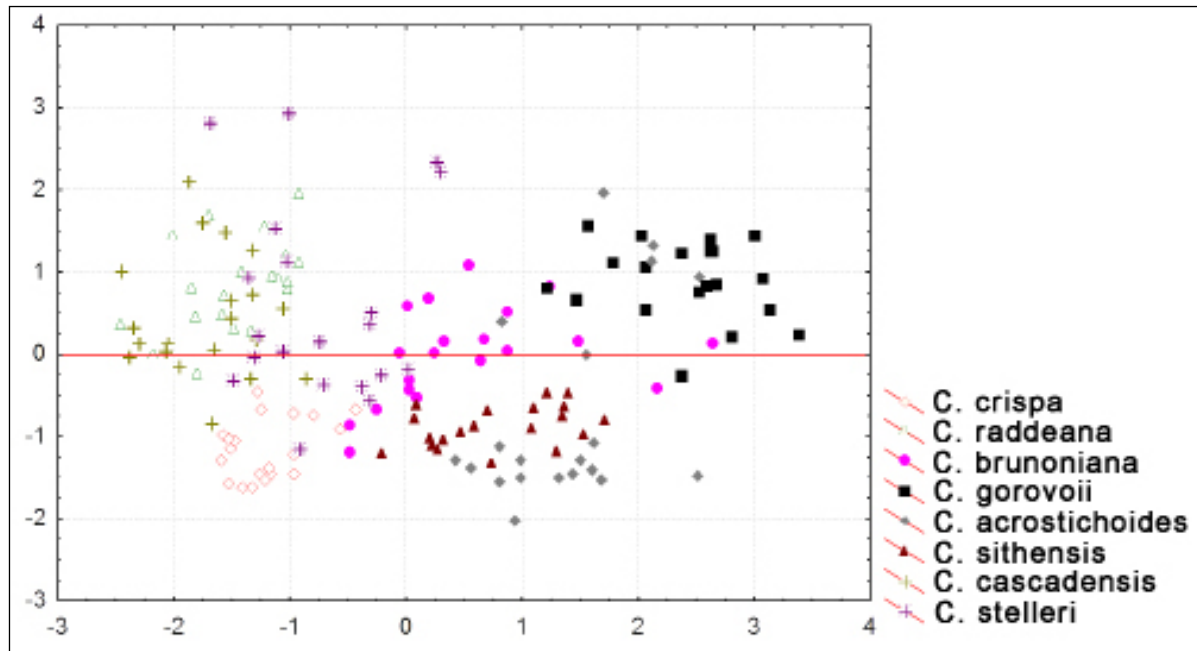


Рис. 9. Проекция объектов групп *Cryptogramma crispera*, *C. raddeana*, *C. brunoniana*, *C. gorovoi*, *C. acrostichoides*, *C. sithensis*, *C. cascadiensis*, *C. stelleri* в осях канонических переменных, полученных в результате факторного анализа по морфометрическим показателям спор.

(3)4.03–4.73(6.1) мкм в диам., по углам и экватору довольно крупные, (5.2)5.86–6.38(7.3) мкм в диам. Поверхность экзоспория крупнозернистая, зернистость четко выражена.

Исследованный образец: Бурятская АССР, озеро Байкал. Байкальский хребет. Истоки р. Малая Коса. 1–3 августа 1967. Т.В. Егорова, В.Н. Сипливинский (ALTВ!).

3. *C. brunoniana* Wall. ex Hook. et Grev. – К. брунониана (рис. 3, а-г). Очертание спор в проксимально-полярном и дистально-полярном положениях округло-треугольное, лопастное, контур споры высокогородчатый. Экваториальный диаметр (47.8)48.99–50.41(52.3) мкм. В экваториальном положении дистальная сторона споры выпуклая, проксимальная сторона плоская. Лучи лезуры прямые, (21.6)23.52–23.76(25.8) мкм дл., (1.6)2.06–2.92(3.8) мкм шир, приподнимающиеся над поверхностью спородермы и либо четко выражены, либо, погружаясь в спородерму, образуют крупное валиковидное утолщение 2,2–3,9 мкм. Экзоспорий четко выраженный, крупнобугорчатый. Бугорки в очертании округло-многоугольной или слегка извилистой формы, в полярных частях споры (проксимальном и дистальном) мелкие, (2,2)3.76–3,88(5.5) мкм в диам., по углам и экватору до (4.5)5.38–5.55(6.5) мкм в диам. Поверхность крупнозернистая, зернистость четко выражена.

Исследованный образец: Sikkim, 1857, alt. 12-13000, [ft] Т.Т. (LE!).

4. *C. gorovoi* A. Vaganov et Shmakov – К. Горового (рис. 4, а-г). Очертание спор в проксимально-полярном и дистально-полярном положениях округло-треугольное, слегка лопастное, контур споры высокогородчатый. Экваториальный диаметр (48.3)52.95–54.95(58.6) мкм. В экваториальном положении дистальная сторона споры выпуклая, проксимальная – плоская, слегка вогнутая, пирамидально-трехгранная. Лучи лезуры прямые, (22.4)25.85–27.65(32) мкм дл., (2.5)2.86–2.98(3.4) мкм шир. Экзоспорий четко выраженный, крупнобугорчатый. Бугорки в очертании округло-многоугольные или слегка извилистой формы, размеры почти по всей поверхности варьируют незначительно, (3.8)4.92–5.62(6.4) мкм в диам., по углам и экватору сливаются до (5.8)6.2–6.4(6.9) мкм в диам. Поверхность экзоспория с немногочисленными округлыми выростами на бугорках (0.5)0.79–0.81(1.1) мкм в диам., мелкозернистая, зернистость нечетко выражена.

Исследованный образец: Сахалинская обл., горы Ламонон на западном побережье, россыпи г. Игара, 11903/1966, 13 VIII 1966 г., Павлова, Панков (typus, ALTВ!).

5. *C. acrostichoides* R. Br. – К. верхорядниковая (рис. 5, а-г). Очертание спор в проксимально-полярном и дистально-полярном положениях округло-треугольное, лопастное, контур споры высокогородчатый. Экваториальный диаметр (50.7)55.94–58.56(62.5) мкм. В эквато-



риальном положении дистальная сторона споры выпуклая, проксимальная сторона слегка вогнутая, приподнимающаяся лишь по участкам утолщенной спородермы близ концов лучей. Лучи лезуры прямые, (22.4)24.16–24.32(26) мкм дл., (1.4)1.75–2.41(3.1) мкм шир. Экзоспорий чётко выраженный, бугорчатый. Бугорки в очертании округло-многоугольной или слегка извилистой формы, в полярных частях споры (проксимальном и дистальном) мелкие, (1.7)3.14–4.82(7.1) мкм в диам., по углам и экватору значительно увеличивающиеся – до (4.7)6.35–6.95(8.9) мкм в диам. Поверхность экзоспория мелкозернистая, зернистость нечетко выражена.

Исследованный образец: США, Аляска, Большой Анкоридж, правый берег р. Орлиной, горы Чугач, Чугачский государственный парк, Долина снежных Баранов, альпийский пояс, редко. 29 VII 1990. С. Харкевич (VLA!).

6. *C. sitchensis* (Rupr.) T. Moore. – К. ситхинская (рис. 6, *a-в*). Очертание спор в проксимально-полярном и дистально-полярном положениях округло-треугольное, слегка лопастное, контур споры среднегородчатый. Экваториальный диаметр (49.8)52.14–53.08(55.9) мкм. В экваториальном положении дистальная сторона споры выпуклая, проксимальная – вогнутая, приподнимающаяся лишь по участкам утолщенной спородермы близ концов лучей. Лучи лезуры прямые, (22)23.4–24.2(26) мкм дл., (1.5)1.89–2.03(2.5) мкм шир. Экзоспорий чётко выраженный, бугорчатый. Бугорки в очертании округло-многоугольной или слегка извилистой формы, в полярных частях споры (проксимальном и дистальном) мелкие, (2.1)2.55–2.75(3.1) мкм в диам., по углам и экватору значительно увеличивающиеся – до (4.4)5.34–6.48(8) мкм в диам. Поверхность экзоспория мелкозернистая, зернистость нечетко выражена.

Исследованный образец: США, Аляска, юго-восточный угол Большого Анкориджа, горы Чугач, в окр. ледника Байрона, морена, часто. 22 VII 1990. С. Харкевич (VLA!).

7. *C. cascadiensis* E.R. Alverson – К. каскадная (рис. 7, *a-з*). Очертание спор в проксимально-полярном и дистально-полярном положениях округло-треугольное, слегка лопастное, контур споры низгородчатый. Экваториальный диаметр (40.4)42.83–43.93(45.8) мкм. В экваториальном положении дистальная сторона споры выпуклая, проксимальная сторона не вогнутая, плоская. Лучи лезуры прямые, (17.2)18.22–18.52(19.7) мкм дл., (0.7)1.07–1.17(1.6) мкм

шир. Экзоспорий чётко выраженный, бугорчатый. Бугорки в очертании округло-многоугольной, сильно извилистой формы, в полярных частях споры (проксимальном и дистальном) мелкие, (1.7)3.96–4.28(6.7) мкм в диам., по углам и экватору увеличивающиеся до (4)5.94–6.08(8.1) мкм в диам. Поверхность экзоспория мелкоскладчатая.

Исследованный образец: Plants of California, Nevada Country, №7027, Near Summit Station (Donner Pass) A.A. Heller, 27 July 1903 (LE!).

8. *C. stelleri* (S.G. Gmel.) Prantl – К. Стеллера (рис. 8, *a-з*). Очертание спор в проксимально-полярном и дистально-полярном положениях треугольно-округлое, не лопастное, контур споры волнистый или почти ровный. Экваториальный диаметр (39)41.94–41.98(44.9) мкм. В экваториальном положении дистальная сторона споры куполообразно-выпуклая, проксимальная сторона выпуклая, пирамидально-трёхгранная. В участках близ окончания лучей лезуры спородерма не утолщённая и не выделяется. Лучи лезуры прямые, (18)21.55–22.09(25.9) мкм дл., (1.6)1.96–2.14(2.4) мкм шир. Скульптура экзоспория редко бугорчатая, бугорки округлой формы с нечёткими очертаниями и неравновеликие по высоте, редко посаженные, иногда сливаются по 2–3. Экзоспорий чётко выраженный, крупнобугорчатый. Бугорки в очертании округло-многоугольные или слегка извилистой формы, размеры почти по всей поверхности варьируют незначительно, (2.5)3.94–5.42(7.6) мкм в диам., по углам и экватору сливаются, до (3.7)4.27–4.91(5.8) мкм в диам. Поверхность экзоспория мелкозернистая, зернистость нечетко выражена.

Исследованный образец: Россия, Республика Алтай, Телецкое озеро. Между уст. рек Эстюбе и Колдор, 51°44,5' с.ш., 87°30' в.д. 12 VIII 2005. Шмаков А.И., Дьяченко С.А., Ваганов А.В., Наумов И.В., Зубов Р.А. (ALTB!).

Проведённый нами факторный анализ по совокупности морфометрических показателей спор по пяти признакам выявил чёткие отличия *C. gorovoi* и нечёткие отличия *C. stelleri* и *C. brunoniana* от других исследованных видов. График (рис. 9) наглядно демонстрирует области рассеивания объектов исследованных выборок, соответствующих видам. Выборка *C. gorovoi* образует на графике отдельное, более или менее обособленное облако, а проекция облаков выборок *C. stelleri* и *C. brunoniana* частично перекрывает облака выборок других оставшихся видов.

Таким образом, морфологически отличия



спор видов *Cryptogramma* выявлены только на подродовом уровне, что подтверждает результаты ранее проведенных исследований морфологии спор сибирских видов *Cryptogramma* (Гуреева и др., 2009). Споры видов подрода *Cryptogramma* в полярном положении округло-треугольные, лопастные, с городчатым контуром, в экваториальном положении выпукло-вогнутые. Споры вида подрода *Homopteris* в полярном положении треугольно-округлые, не лопастные, с волнистым или почти ровным контуром, в экваториальном положении двояковыпуклые. Канавки между бугорками на поверхности спор видов подрода *Cryptogramma* глубокие, по ширине в десятки раз меньше диаметра бугорков, а у видов подрода *Homopteris* ширина канавок достигает величины диаметра бугорков или в несколько раз превосходит их.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность директору Томского материаловедческого центра коллективного пользования при Томском государственном университете В.М. Кузнецову и всем сотрудникам центра за предоставленную возможность проведения исследований на электронных микроскопах. Отдельную благодарность выражаем кураторам Гербариев Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН, Южно-Сибирского ботанического сада Алтайского государственного университета и Биолого-почвенного института ДВО РАН за предоставленную возможность работы с гербарными материалами и отбора образцов спор.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 10-04-00637-а, № 10-04-90732-моб\_ст, № 10-04-90713-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. – Ленинград, 1983. – 208 с.
- Ваганов А.В.** Семейство Сруптограммачеае (систематика, анатомия, морфология, экология, география): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Барнаул, 2009а. – 14 с.
- Ваганов А.В.** Обзор рода *Cryptogramma* R. Br. ex Richards. (Cryptogrammaceae Pichi Sermolli) во флоре России // Бот. журн., 2009б. – Т. 94, № 12. – С. 1821–1835.
- Ваганов А.В., Шмаков А.И.** Новый вид *Cryptogramma* (Cryptogrammaceae) с Дальнего Востока // Turczaninowia, 2007. – Т. 10, № 1. – С. 5–8.
- Гуреева И.И., Шмаков А.И., Кузнецов А.А., Ваганов А.В.** Морфология спор сибирских видов *Cryptogramma* R. Br. ex Richards // Вестн. Томск. гос. ун-та, 2009. – № 322. – С. 235–238.
- Сладков А.Н.** О морфологических признаках спор настоящих папоротников подсемейства *Pterideae* Diels флоры СССР // Доклады АН СССР, 1959а. – Т. 125, № 1. – С. 219–222.
- Сладков А.Н.** О морфологическом сходстве и различии спор видов *Cryptogramma* R. Br. и *Botrychium* Sw. флоры СССР // Доклады АН СССР, 1959б. – Т. 125, № 2. – С. 414–416.
- Сладков А.Н.** О морфологических признаках спор настоящих папоротников подсемейства *Pterideae* Diels флоры СССР. Сообщение II. Ряд *Pterideae* – *Cheilanthininae* // Вестн. Моск. ун-та, 1962. – № 4 – С. 48–59.
- Atverson E.R.** *Cryptogramma* // Flora of North America. – New York Oxford, 1993. – Vol. 2. – P. 137–139.
- Correa M.N.** *Cryptogramma* R. Br. // Flora Patagonica. Parte 1. – Buenos Aires, 1998. – P. 307–309.
- Zhang G.-M., Zhang X.-Ch.** Taxonomic revision of the genus *Cryptogramma* R. Br. from China // Acta Phytotaxonomica Sinica, 2003. – Vol. 41 (5). – P. 475–482