

БОТАНИКА

УДК 581.332+582.323(1-925.11)

Л.Г. Бабешина¹, А.А. Кузнецов²¹ Сибирский государственный медицинский университет (г. Томск)² Биологический институт Томского государственного университета (г. Томск)

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ
(проекты № 10-04-90713 моб_ст и 10-04-00637а).

**МОРФОЛОГИЯ СПОР И СПОРОГОНОВ СФАГНОВЫХ МХОВ
СЕКЦИИ *ACUTIFOLIA* WILS. ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Приводятся описания и анализ морфологии спор и спорогонов 6 видов рода *Sphagnum* L. секции *Acutifolia* Wils., произрастающих на территории Западно-Сибирской равнины. Исследования морфологии спор были проведены методом сканирующей электронной микроскопии. Споры *S. fimbriatum*, *S. girgensohnii*, *S. rubellum*, *S. russowii* по характеру скульптуры и поверхности экзоспория являются папиллозно-бугорчатыми, *S. capillifolium* папиллозно-бугорчатыми с почти гладким экзоспорием на проксимальной стороне. Споры *S. fuscum* в основном папиллозные. Радиальные борозды на дистальной стороне спор всех видов секции отсутствуют. У спор *S. capillifolium* на дистальной стороне отмечаются широкие складки в виде радиально расположенных незамкнутых колец. Экваториальная складка у всех видов секции отсутствует либо нечётко выражена, как у *S. capillifolium*. По величине споры всех исследованных видов можно отнести к категории мелких (18–26 мкм). При визуальной оценке окраски спорогонов и цвета спор была установлена их видоспецифичность по данному признаку. Для окраски сухих образцов спорогонов всех видов характерны оттенки темно-коричневого до почти чёрного цвета у *S. fuscum* и красноватых у *S. rubellum*. Споры у большинства видов коричневого цвета, часто с рыжеватым оттенком (*S. fimbriatum*, *S. girgensohnii*, *S. rubellum*).

Ключевые слова: споры; сфагновые мхи; морфология; Западно-Сибирская равнина.

Статья продолжает цикл публикаций, посвященных изучению морфологии спор и спорогонов сфагновых мхов, являющихся эдификаторами болот и заболоченных лесов Западно-Сибирской равнины. Род *Sphagnum* представлен на исследуемой территории 8 секциями. Наибольшее видовое разнообразие имеет здесь секция *Cuspidata* [2]. Секция *Acutifolia* Wils. насчитывает 8 видов. Наиболее широко распространены *S. fuscum* и *S. warnstorffii*. Нередко по всей территории исследований встречаются *S. girgensohnii* и *S. russowii*, спорадично – *S. fimbriatum* и *S. capillifolium*. Единично, преимущественно на севере, встречается *S. rubellum*, а на юге – *S. subnitens*. Виды секции *Acutifolia*, по сравнению с *Cuspidata*, являются менее гидрофильными [1]. Однодомные и двудомные растения отмечены у всех видов секции, кроме всегда двудом-

ного *S. fuscum* [4, 6]. Спорогоны в условиях Западно-Сибирской равнины образуются практически у всех видов, особенно часто их наличие можно отметить у *S. capillifolium*, *S. fimbriatum*, *S. fuscum* и *S. girgensohnii*.

По литературным данным [4] споры сфагновых мхов шаровидно-тетраэдрической формы с трехлучевой щелью (лезурой) на внутренней (проксимальной) стороне споры. Оболочка споры характеризуется наличием или отсутствием папиллозности, а также наличием капелек масла различного диаметра [3]. Споры видов *Sphagnum* имеют одну наружную (дистальную) поверхность – выпуклую, желтоватую, большей частью усеянную бородавчатыми точечками, и три внутренние, одинаковой величины, плоские поверхности. Оболочка споры двойная, состоящая из кутинизированного, желтоватого внешнего слоя – экзоспория – и внутреннего, бесцветного, целлюлозного – эндоспория. Первый, более или менее окрашенный в различные оттенки желтого или бурого цветов, является носителем различного рода скульптуры. Споры бывают гладкие или зернистые, бородавчатые до папиллозных [5].

Споры видов секции *Acutifolia* характеризуются в основном как морщинистые или папиллозные разной степени выраженности, реже гладкие [3, 6]. По величине споры мелкие – от 19 до 31 мкм [4, 6].

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

Материалы и методы исследования

Объектами исследования были споры 6 видов *Sphagnum* секции *Acutifolia*: *S. capillifolium* (Ehrh.) Hedw., *S. fimbriatum* Wilson, *S. fuscum* (Schimp.) Klinggr., *S. girgensohnii* Russow, *S. rubellum* Wils., *S. russowii* Warnst. Споры еще 2 видов этой же секции – *S. warnstorffii* Russ. и *S. subnitens* Warnst., нам не удалось исследовать в силу их отсутствия среди находок в природе и в гербарных коллекциях экземпляров со спорогонами.

Споры исследовали на растровом электронном микроскопе Philips SEM 515. Образцы спор фиксировали на двустороннем канцелярском скотче. Для уменьшения влияния заряда споры напыляли серебром, хромом и углеродом методом термического напыления в вакууме. Образцы спор исследовали в режиме высокого вакуума, поверхность образцов сканировали при ускоряющем напряжении 30 кВ. Диагностирование размера, формы и характера морфологии поверхности спор проводили при увеличении от 1 000 до 10 000 раз.

Ниже приводятся описания и оригинальные микрофотографии спор 6 видов *Sphagnum*, исследованных с использованием метода растровой электронной микроскопии.

Результаты исследования

Sphagnum capillifolium (Ehrh.) Hedw. – Сфагнум дубравный (рис. 1, а–е, на вклейке; см. таблицу).

Морфологические характеристики спорогонов и спор видов *p. Sphagnum* (секция *Asiifolia*)

Вид <i>p. Sphagnum</i>	Окраска и диаметр спорогона, мм (данные авторов по гербарным образцам)	Диаметр спор, мкм		Цвет спор	
		По Игнатову, 2003/ по Савич-Любичской, 1968	Данные авторов	По Савич-Любичской, 1968	Данные авторов
<i>S. capillifolium</i>	Темно-коричневый (0,5)0,8–1,0	20–27/20–27	20–26	Бледно-желтые	Желто-коричневые
<i>S. fimbriatum</i>	Темно-коричневый 1,5–2,0	20–26/25–30	18–23	Желто-бурые	Рыжие
<i>S. fuscum</i>	Черно-коричневый 0,8–1,0 (1,5)	20–30/20–30	19–25	Золотисто-желтые	Коричневые или грязно-коричневые
<i>S. girgensohnii</i>	Темно-коричневый 1,5–2,0	21–27/(16)21–27	18–23	Желто-бурые	Рыжевато-коричневые или рыжие
<i>S. rubellum</i>	Красновато-коричневый 1,5–2,0	21–30/21–30	19–22	Темно-желтые	Рыжевато-коричневые или светло-коричневые
<i>S. russowii</i>	Темно-коричневый 1,5–2,0	21–30/21–29(30)	21–25	Желтые	Желто-коричневые
<i>S. subnitens</i>	–	25–31/25–31	–	Желтые	–
<i>S. warnstorffii</i>	–	19–25/19–25	–	Темно-желтые	–

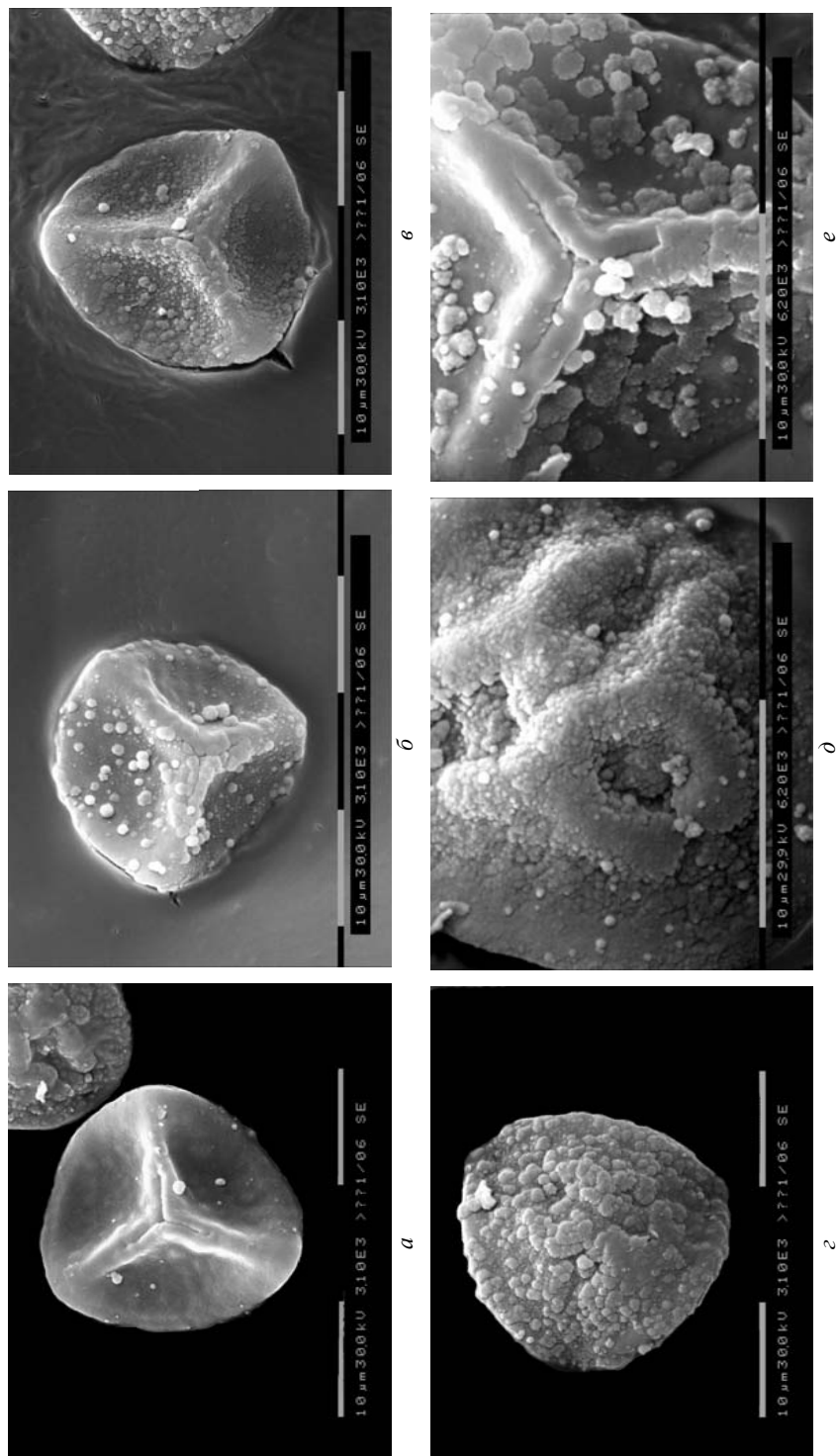


Рис. 1. Микрофотографии спор *S. capillifolium*: а-б – проксимальная сторона споры; в-д – дистальная сторона споры; е – увеличенный фрагмент проксимальной стороны споры

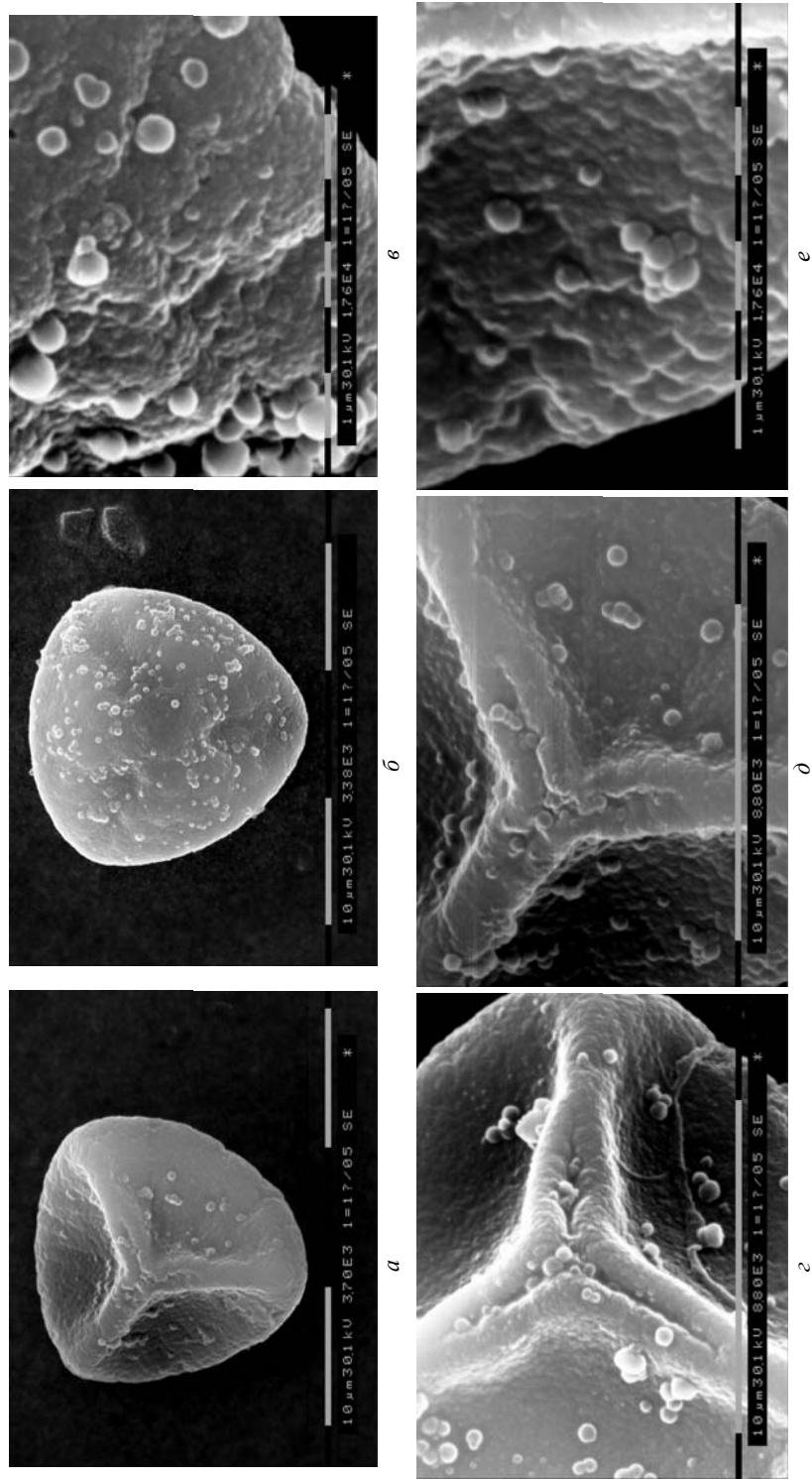


Рис. 2. Микрофотографии спор *S. fimbriatum*: *a* – проксимальная сторона споры; *б* – дистальная сторона споры; *в* – увеличенный фрагмент дистальной стороны споры; *г-е* – увеличенный фрагмент проксимальной стороны споры

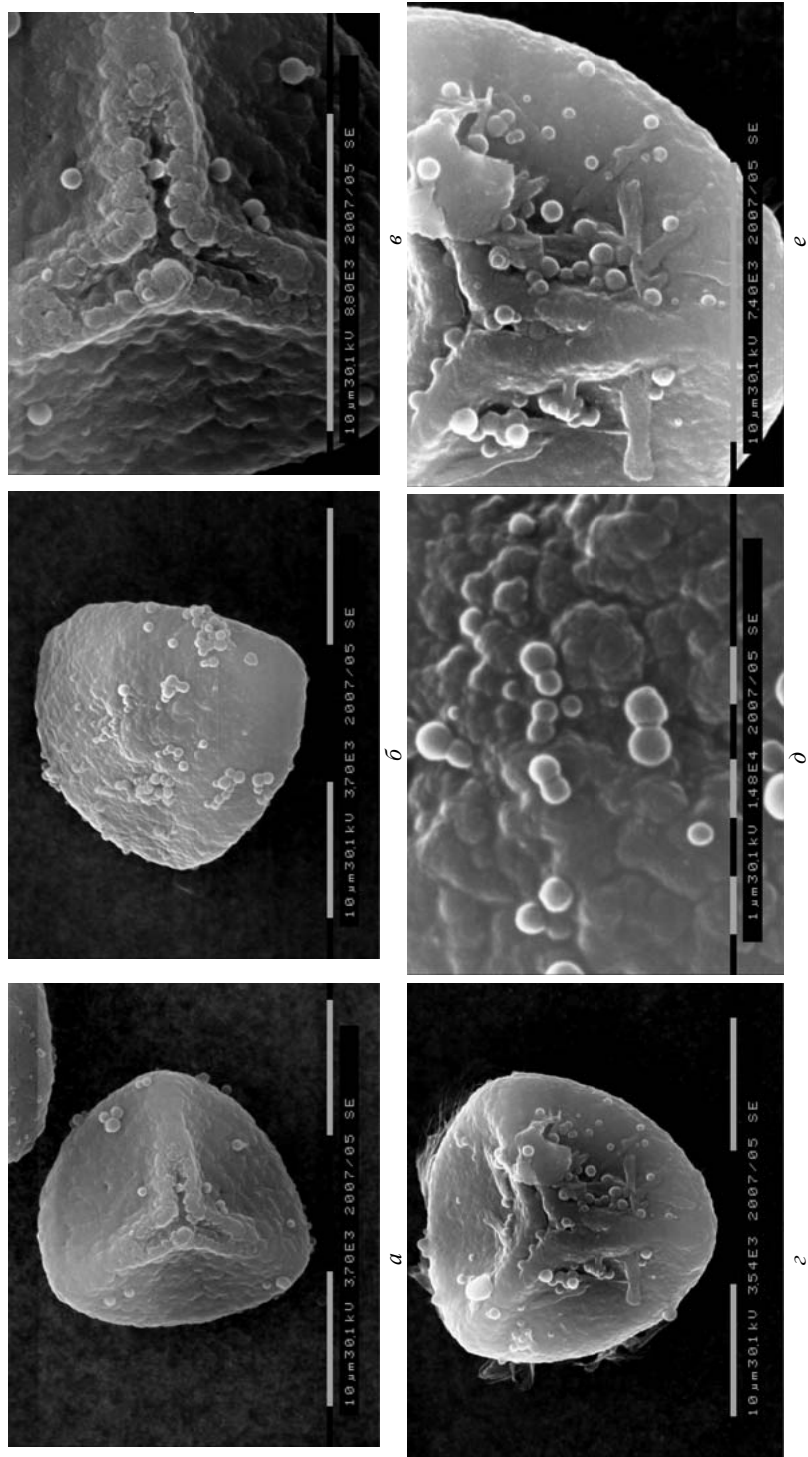


Рис. 3. Микрофотографии спор *S. fuscum*: *a*, *г* – проксимальная сторона споры; *б*, *д* – дистальная сторона споры; *в*, *е* – увеличенный фрагмент дистальной стороны споры; *ж*, *з* – увеличенный фрагмент проксимальной стороны споры

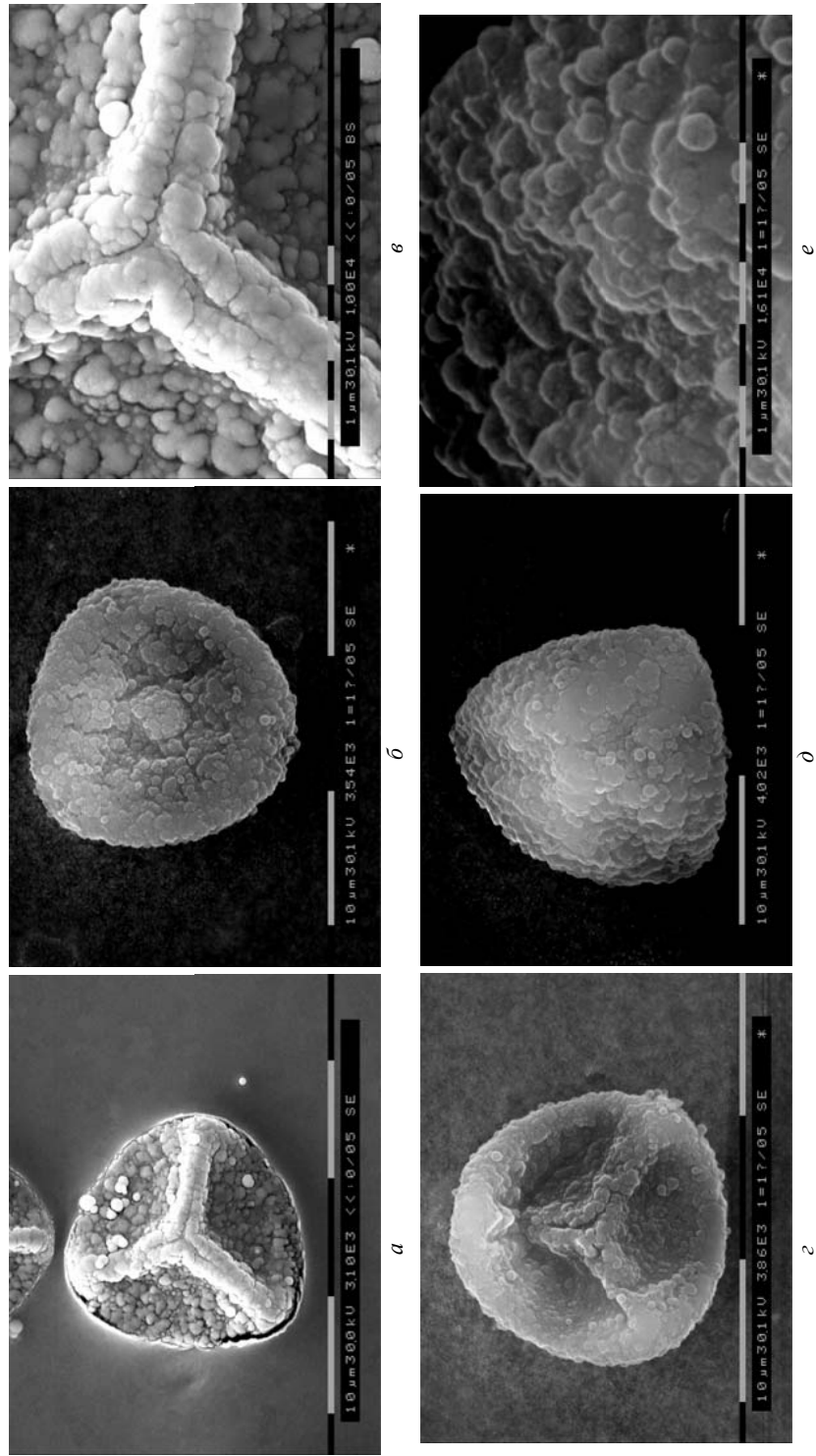


Рис. 4. Микрофотографии спор *S. gingensolnii*: *a* – проксимальная сторона споры; *b*, *d* – дистальная сторона споры; *c* – увеличенный фрагмент проксимальной стороны споры; *e* – увеличенный фрагмент дистальной стороны споры

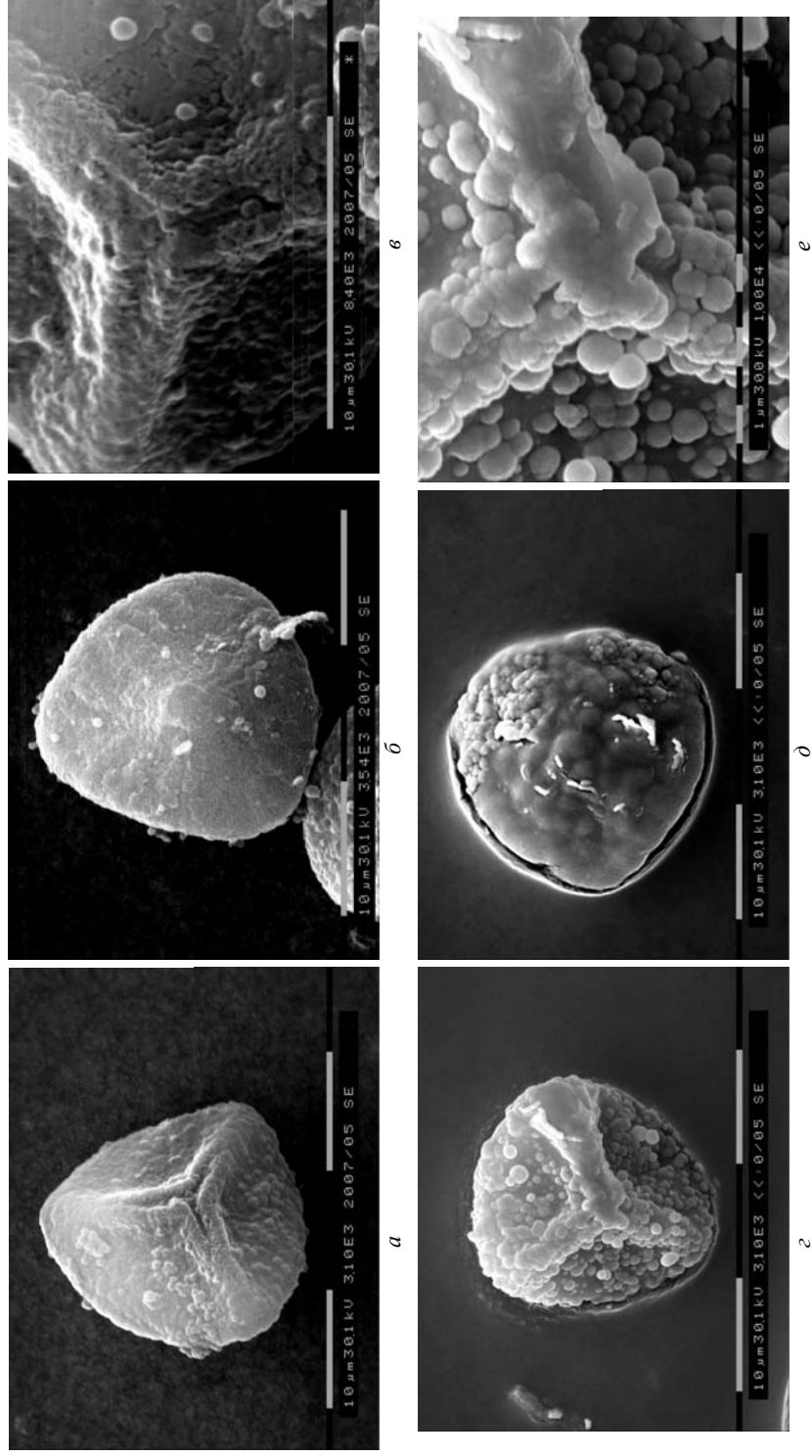


Рис. 5. Микрофотографии спор *S. tubellum*: а, с – проксимальная сторона споры; б, д – дистальная сторона споры; е, ф – увеличенный фрагмент проксимальной стороны споры

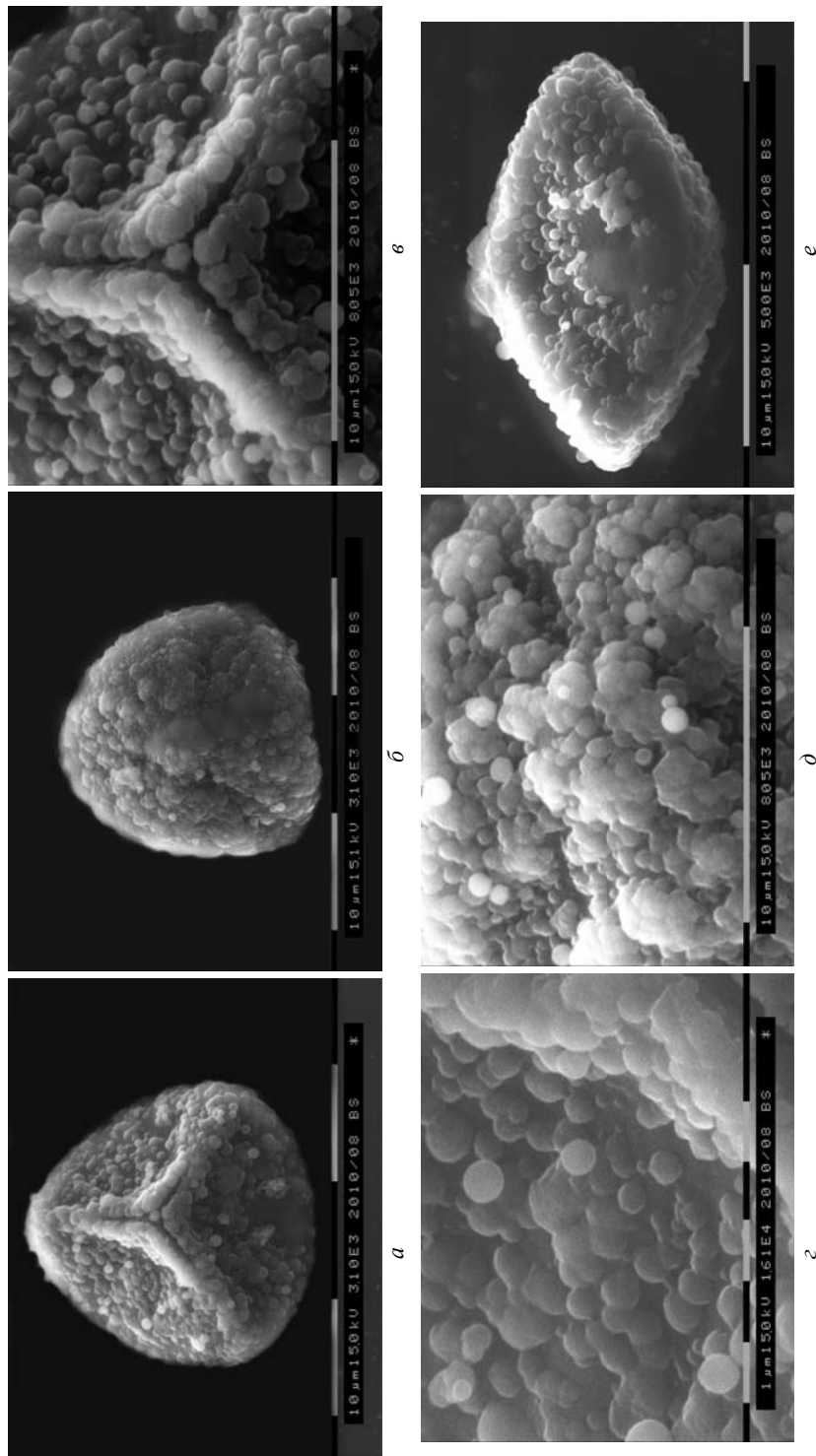


Рис. 6. Микрофотографии спор *S. rissowii*: *a* – проксимальная сторона споры; *б* – дистальная сторона споры; *в*, *г* – увеличенный фрагмент проксимальной стороны споры; *д* – увеличенный фрагмент дистальной стороны споры; *е* – внешний вид споры со стороны экватора

Очертание спор в проксимально- и дистально-полярном положениях округло-треугольное или почти округлое. Экваториальный диаметр 20–26 мкм. Экваториальная складка нечетко выраженная или, редко, отсутствует. Лучи лезуры равномерно утолщенные. Характер скульптуры экзоспория на проксимальной стороне споры почти гладкий, с едва различимыми очертаниями бугорков и различной степенью папиллозности, на дистальной стороне с многочисленными папилловидными выростами и широкими складками в виде радиально расположенных незамкнутых колец, образующих специфичную четко выраженную скульптуру. Поверхность экзоспория слабозернистая, с немногочисленными капельками масла.

Исследованный образец № 18: Томская область, Томский район, 86-й квартал, Кирсановское болото, сосново-кустарничково-сфагновое сообщество. 03.08.2008 г. Л.Г. Бабешина.

S. fimbriatum Wilson – С. бахромчатый (рис. 2, а–в, на вклейке; см. таблицу).

Очертание спор в проксимально- и дистально-полярном положениях округло-треугольное. Экваториальный диаметр 18–23 мкм. Экваториальная складка отсутствует. Лучи лезуры равномерно утолщенные по всей длине или слегка сужающиеся к периферии. Характер скульптуры экзоспория на дистальной и проксимальной сторонах споры папиллозно-бугорчатый, в разной степени выраженности. На дистальной стороне отмечаются радиально-симметричные борозды. Поверхность экзоспория с четко выраженной зернистостью и многочисленными крупными капельками масла.

Исследованный образец № 15: Ямало-Ненецкий автономный округ, окрестности г. Нового Уренгоя, в сторону Пангоды по берегу ручья. 09.08.2005 г. Л.Г. Бабешина.

S. fuscum (Schimp.) Klinggr. – С. бурый (рис. 3, а–в, на вклейке; см. таблицу).

Очертание спор в проксимально- и дистально-полярном положениях округло-треугольное. Экваториальный диаметр 19–25 мкм. Экваториальная складка отсутствует. Лучи лезуры равномерно утолщенные по всей длине или слегка сужающиеся к периферии. Характер скульптуры экзоспория на проксимальной и дистальной сторонах споры папиллозный. Радиально-симметричные борозды на дистальной стороне споры не выраженные. Поверхность экзоспория зернистая, покрыта многочисленными крупными капельками масла.

Исследованный образец № 1; 1': Томская область, Бакчарский район, окр. пос. Плотниково, Бакчарское болото, сосново-кустарничково-сфагновое сообщество, высокая гряда, ГМОК. 23.07.2005 г. Л.Г. Бабешина; Томская область, Томский район, 86-й квартал, Кирсановское болото, сосново-кустарничково-сфагновое сообщество, рям. 03.08.2008 г. Л.Г. Бабешина.

S. girgensohnii Russow – С. Гиргензона (рис. 4, а–е, на вклейке; см. таблицу).

Очертание спор в проксимально- и дистально-полярном положениях округло-треугольное или почти округлое. Экваториальный диаметр 18–23 мкм. Экваториальная складка отсутствует. Лучи лезуры равномерно утолщенные по всей длине или слегка сужающиеся к периферии. Скульптура экзоспория на дистальной и проксимальной сторонах споры определяется наличием па-

пилловидных выростов различной формы и величины. Дистальная сторона споры характеризуется бугристой скульптурой и отсутствием радиально-симметричных борозд. Поверхность экзоспория зернистая с немногочисленными крупными капельками масла.

Исследованные образцы № 10; 11; 11'; 17: Ямало-Ненецкий автономный округ, тундра, долина р. Хаттате, на возвышении у дороги. 11.08.2005 г. Л.Г. Бабешина; Ханты-Мансийский автономный округ, окраина болота Чистого, рядом на валежине. 07.08.2005 г. Л.Г. Бабешина; Томская область, окр. г. Томска, Чагинское болото, по краю обводного канала, сосново-кустарничково-разнотравно-сфагновое сообщество. 25.07.2008 г. Л.Г. Бабешина; Ямало-Ненецкий автономный округ, окрестности Нового Уренгоя, болото-тундра, в понижениях. 09.08.2005 г. Л.Г. Бабешина.

S. rubellum Wils. – С. красноватый (рис. 5, *a–e*, на вклейке; см. таблицу).

Очертание спор в проксимально- и дистально-полярном положениях округло-треугольное. Экваториальный диаметр 19–22 мкм. Экваториальная складка отсутствует. Лучи лезуры равномерно утолщенные по всей длине или слегка сужающиеся к периферии. Характер скульптуры экзоспория на проксимальной и дистальной сторонах споры папиллозный. У некоторых образцов спор скульптура экзоспория характеризуется наличием крупных пилловидных выростов на проксимальной стороне и бугристой поверхностью на дистальной. Радиально-симметричные борозды на дистальной стороне споры отсутствуют. Поверхность экзоспория с нечетко выраженной зернистостью и многочисленными крупными капельками масла.

Исследованный образец № 12: Ханты-Мансийский автономный округ, болото Кукушкино, ГМОК, переход от гряды к топи. 03.08.2005 г. Л.Г. Бабешина.

S. russowii Warnst. – С. Руссова (рис. 6, *a–в*, на вклейке; см. таблицу).

Очертание спор в проксимально- и дистально-полярном положениях округло-треугольное или почти округлое. Экваториальный диаметр 21–25 мкм. Экваториальная складка отсутствует. Лучи лезуры равномерно утолщенные по всей длине или слегка сужающиеся к периферии. Скульптура экзоспория на дистальной и проксимальной сторонах споры определяется наличием пилловидных выростов различной формы и величины. Дистальная сторона споры характеризуется бугристой скульптурой и отсутствием радиально-симметричных борозд. Поверхность экзоспория с нечетко выраженной зернистостью и немногочисленными крупными капельками масла.

Исследованный образец № 22': Томская область, окрестности г. Томска, Чагинское болото, сосново-кустарничково-сфагновое сообщество. 10.08.2010 г. Л.Г. Бабешина.

Выводы

Споры *S. fimbriatum*, *S. girgensohnii*, *S. rubellum*, *S. russowii* по характеру скульптуры и поверхности экзоспория являются папиллозно-бугорчатыми, *S. capillifolium* – папиллозно-бугорчатыми с почти гладким экзоспорием на проксимальной стороне. Споры *S. fuscum* в основном папиллозные. Радиаль-

ные борозды на дистальной стороне спор всех видов секции отсутствуют. У спор *S. capillifolium* на дистальной стороне отмечаются широкие складки в виде радиально расположенных незамкнутых колец. Экваториальная складка у всех видов секции отсутствует либо нечётко выражена, как у *S. capillifolium*. По величине споры всех исследованных видов можно отнести к категории мелких (18–26 мкм). При визуальной оценке окраски спорогонов и цвета спор была установлена их видоспецифичность по данному признаку. Для окраски сухих образцов спорогонов всех видов характерны оттенки темно-коричневого до почти чёрного цвета у *S. fuscum* и красноватого у *S. rubellum*. Споры у большинства видов коричневого цвета, часто с рыжеватым оттенком (*S. fimbriatum*, *S. girgensohnii*, *S. rubellum*).

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.

Литература

1. Бабешина Л.Г., Зверев А.А. Оценка условий местообитаний сфагновых мхов Западно-Сибирской равнины: фактор увлажнения // Вестник Томского государственного университета. 2010. № 331. С. 185–192.
2. Бабешина Л.Г., Кузнецов А.А. Морфология спор и спорогонов сфагновых мхов секции *Cuspidata* (Lindb.) Schlieph. Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2010. № 3(11). С. 5–12.
3. Домбровская А.В., Коренева М.М., Тюремнов С.Н. Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1959. 90 с.
4. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России: В 2 т. Sphagnaceae–Hedwigiaceae. М.: Изд-во КМК, 2003. Т. 1. 608 с.
5. Савич-Любичкая Л.И. Флора споровых растений СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 97–109.
6. Савич-Любичкая Л.И., Смирнова З.Н. Определитель сфагновых мхов СССР. Л.: Наука, 1968. 112 с.

Поступила в редакцию 13.08.2010 г.

Larisa G. Babeshina¹, Alexander A. Kuznetsov²

¹ Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

² Biological Institute of Tomsk State University, Tomsk, Russia

MORPHOLOGY OF SPORES AND MOSS-CAPSULES OF SPHAGNOUS MOSSES OF THE SECTION *ACUTIFOLIA* WILS. FROM THE WESTERN SIBERIA

The article gives the description and analysis of both spores' and moss-capsules' morphology of 6 species belonging to the genus *Sphagnum* L. of the section *Acutifolia* Wils. growing within the West-Siberian plain. The investigations on the spore morphology were provided through the method of scanning electron microscope. The spores of *S. fimbriatum*, *S. girgensohnii*, *S. rubellum*, *S. russowii*, according to the sculpture and surface of exosporium, appear to be papillomious-knobby, the spores of *S. capillifolium* – papillomopus-knobby with almost smooth exosporium at proximal side. The spores of

S. fuscum are generally papillomious. Radial grooves at the distal side in the spores of all species are absent. In spores of *S. capillifolium* wide folds are marked at distal side which look like radially situated open rings. Equatorial fold is absent in all species of the section or just vaguely expressed as in *S. capillifolium*. According to the size of a spore all species under investigation may be attributed to the category of small ones (18–26 micrometer). At visual assessment of both a moss-capsule and a spore colour, their species-specificity is established according to this character. For the moss-capsules of all species are typical all tints of dark-brown right up to almost black in *S. fuscum* and reddish in *S. rubellum*. The spores in the majority of species are brown, often with rust-coloured tint (*S. fimbriatum*, *S. girgensohnii*, *S. rubellum*).

Key words: spores; sphagnous mosses; morphology; West-Siberian plain.

Received August 13, 2010