

БОТАНИКА

УДК 581.332+582.323(1-925.11)

Л.Г. Бабешина¹, А.А. Кузнецов²

¹Сибирский государственный медицинский университет (г. Томск)

²Биологический институт Томского государственного университета (г. Томск)

МОРФОЛОГИЯ СПОР И СПОРОГОНОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СФАГНОВЫХ МХОВ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 10-04-00637-а).

Приведены описания и анализ морфологии спор и спорогонов у видов рода *Sphagnum* L. секций *Insulosa* Isov., *Rigida* (Lindb.) Schlieph., *Sphagnum* (*Palustria* C. Jens.) и *Squarrosa* (Russ.) Schimp., произрастающих на территории Западно-Сибирской равнины. Споры исследованных видов относятся к средним (20–25 мкм): *S. aongstroemii*, *S. magellanicum*, *S. palustre*, *S. squarrosus* и крупным (> 25 мкм): *S. compactum*, *S. papillosum*. Экваториальная складка, более или менее четко выраженная у представителей секций *Rigida*, *Squarrosa* и *Sphagnum*, у вида секции *Insulosa* не выявлена. По характеру скульптуры экзоспория споры у видов секций *Sphagnum* и *Squarrosa* – папиллозные, секций *Insulosa* и *Rigida* – папиллозно-бугорчатые. Поверхность экзоспория со слабовыраженной зернистостью отмечена у *S. aongstroemii*, *S. magellanicum*, *S. palustre*, *S. squarrosus*, *S. papillosum* и с четко выраженной зернистостью – у *S. compactum*. Зрелые спорогоны исследованных видов коричневого или темно-коричневого цвета. Споры *S. aongstroemii* и *S. palustre* желтого цвета, у остальных видов – рыжие или с рыжеватым оттенком.

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

Введение

Этой статьей мы завершаем цикл публикаций, посвященных изучению морфологии спор и спорогонов у видов рода *Sphagnum* L., произрастающих на Западно-Сибирской равнине. Ранее были опубликованы сведения о наиболее представительных по числу видов секциях *Cuspidata* и *Acutifolia* [2, 3]. В этой статье речь пойдет о секциях *Insulosa* Isov., *Rigida* (Lindb.) Schlieph., *Squarrosa* (Russ.) Schimp. и *Sphagnum* (*Palustria* C. Jens.). Первые две секции монотипны и представлены *S. aongstroemii* и *S. compactum* соответственно. *Squarrosa* включает два вида: *S. squarrosus* и *S. teres*, а секция *Sphagnum* объединяет четыре вида: *S. magellanicum*, *S. centrale*, *S. palustre* и *S. papillosum*. Наиболее широко распространены *S. magellanicum*, *S. centrale*

и *S. squarrosum* [5]. Спорадически по всей территории исследований встречаются *S. papillosum* и *S. compactum*. Изредка, преимущественно на севере, встречается *S. aongstroemii*, единично на юге – *S. palustre*. По данным литературы [10], в европейских условиях однодомные сфагновые мхи образуют спорогоны часто, а двудомные – редко или случайно. *S. squarrosum* и *S. compactum* являются однодомными растениями, они часто образуют спорогоны на территории средней части европейской России, тогда как остальные виды двудомные и спороношение у них наблюдается редко, а у *S. aongstroemii* вообще не было зафиксировано [7, 9]. В условиях болотных сообществ Западно-Сибирской равнины спорогоны чаще всего формируют *S. squarrosum*, *S. magellanicum* и *S. papillosum* (июль–август).

Споры сфагновых мхов шаровидно-тетраэдрической формы с трехлучевой щелью (лезурой) на внутренней (проксимальной) стороне споры. Наружная (дистальная) поверхность – выпуклая. Оболочка споры двойная, состоящая из куитинизированного, желтоватого внешнего слоя (экзоспория) и внутреннего, бесцветного, целлюлозного (эндоспория). Экзоспорий, более или менее окрашенный в различные оттенки желтого или бурого цвета [1, 9], является носителем различного рода скульптуры и капелек масла разного диаметра [6]. Споры бывают гладкие или зернистые, бородавчатые до папиллозных [8].

Цель настоящей работы – уточнение морфологических характеристик и выявление диагностических признаков спор сфагновых мхов секций *Insulosa*, *Rigida*, *Squarrosa* и *Sphagnum*, встречающихся на территории Западно-Сибирской равнины.

Материалы и методики исследования

Объектами исследования были споры 6 видов: *Sphagnum aongstroemii* Hartm., *S. compactum* Lam. & DC., *S. magellanicum* Brid., *S. palustre* L., *S. papillosum* Lindb. и *S. squarrosum* Crome. Споры *S. centrale* C. Jens. и *S. teres* (Schimp.) Ångstr. нам не удалось исследовать в силу отсутствия среди находок в природе и в гербарных коллекциях экземпляров со спорогонами.

Споры исследовали на растровом электронном микроскопе Philips SEM 515 (Philips, Голландия). 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 сканировали при ускоряющем напряжении 15–30 кВ. Диагностирование размера, формы и характера морфологии поверхности спор проводили при увеличении в 3 000–20 000 раз.

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

Результаты исследования и обсуждение

Секция *Insulosa* Isov.

S. aongstroemii Hartm. – С. Онгстрема (рис. 1, *a–e*; таблица).

Очертание спор в проксимально- и дистально-полярном положениях округло-треугольное или почти округлое. Экваториальный диаметр 21–27 мкм. Экваториальная складка отсутствует. Лучи лезуры тонкие, равномерно утолщенные. Характер скульптуры экзоспория на проксимальной и дистальной сторонах споры папиллозно-бугорчатый, на проксимальной стороне – тонко-складчатый с разной степенью выраженности. Радиально-симметричные борозды на дистальной стороне споры отсутствуют. Поверхность экзоспория с нечетко выраженной зернистостью и многочисленными мелкими капельками масла.

Исследованный образец № 7';7: Ямало-Ненецкий автономный округ, исток р. Король-яха-тарка, граница тундры и лесотундры, шейхцериево-осоково-сфагновая топь. 13.08.2005 г. Л.Г. Бабешина; Ямало-Ненецкий автономный округ, 40 км. трассы Ямбург – Новый Уренгой, осоково-сфагновая топь. 15.08.2005 г. Л.Г. Бабешина.

Секция *Rigida* (Lindb.) Schlieph.

S. compactum Lam. & DC. – С. компактный (рис. 2, *a–e*; таблица).

Очертание спор в проксимально- и дистально-полярном положениях округло-треугольное или почти округлое. Экваториальный диаметр 25–28 мкм. Экваториальная складка четко выраженная. Лучи лезуры равномерно утолщенные по всей длине или слегка сужающиеся к периферии. Характер скульптуры экзоспория на дистальной стороне споры бугорчатый, варьирующий от мелкопапиллозного до крупнопапиллозного, на проксимальной стороне – мелкопапиллозный, радиально тонко-складчатый. Радиально-симметричные борозды на дистальной стороне споры могут быть четко или нечетко выраженными, редко отсутствуют. Поверхность экзоспория четко выраженная, крупнозернистая, покрыта многочисленными капельками масла.

Исследованный образец № 13: Ханты-Мансийский автономный округ, болото Кукушкино, в понижениях низкой гряды, около озера. 03.08.2005 г. Л.Г. Бабешина.

Секция *Sphagnum* (Palustria C. Jens.)

S. magellanicum Brid. – С. магелланский (рис. 3, *a–e*; таблица).

Очертание спор в проксимально- и дистально-полярном положениях округло-треугольное. Экваториальный диаметр 20–25 мкм. Экваториальная складка более или менее четко выраженная. Лучи лезуры равномерно утолщенные по всей длине или слегка сужающиеся к периферии. Скульптура экзоспория на дистальной и проксимальной сторонах споры характеризуется наличием крупных, округлых, редко неправильной формы, четко разграниченных между собой папилл, равномерно расположенных по всей

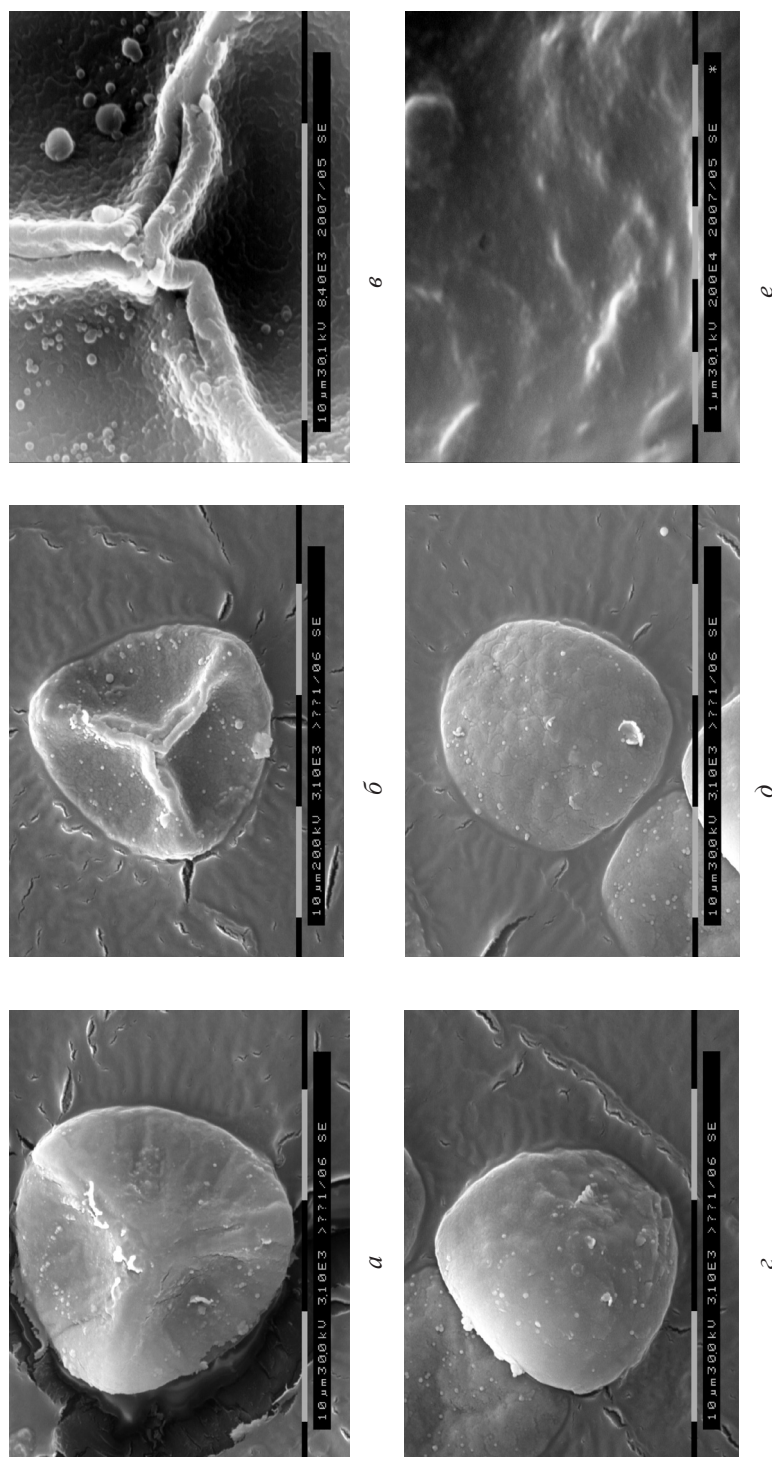


Рис. 1. Микрофотографии спор *S. aongstroemii*: а, б – проксимальная сторона споры; в, г – дистальная сторона споры; д – увеличенный фрагмент проксимальной стороны споры; е – увеличенный фрагмент дистальной стороны споры

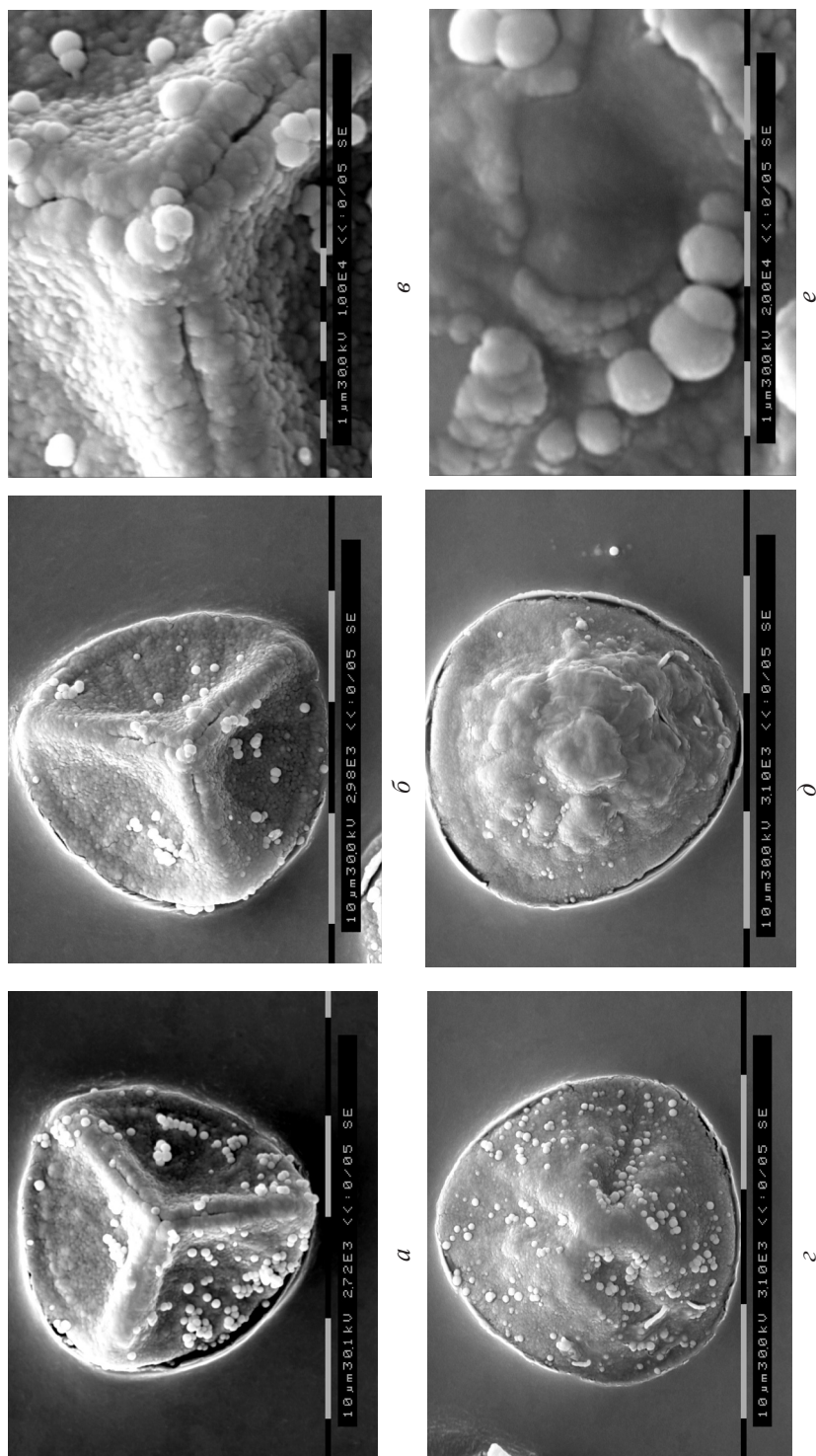


Рис. 2. Микрофотографии спор *S. sotrastii*: а, б – проксимальная сторона споры; в, г – дистальная сторона споры; д – дистальная сторона споры; е – увеличенный фрагмент проксимальной стороны споры; е – увеличенный фрагмент дистальной стороны споры

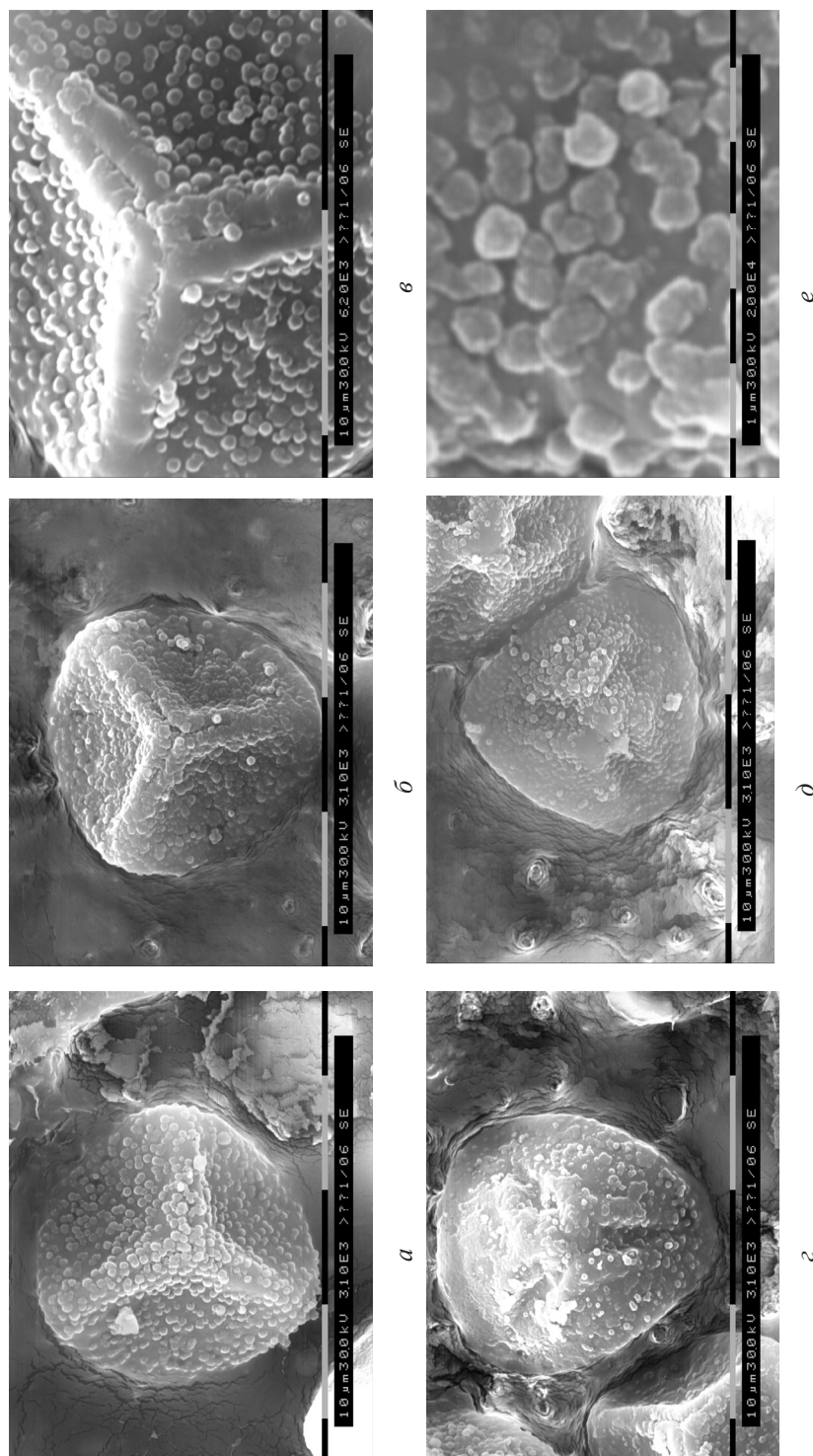


Рис. 3. Микрофотографии спор *S. tagellanicum*: а, б – проксимальная сторона споры; в, г – дистальная сторона споры; д – увеличенный фрагмент проксимальной стороны споры; е – увеличенный фрагмент дистальной стороны споры

поверхности. Радиально-симметричные борозды на дистальной стороне споры четко выражены. Поверхность экзоспория со слабо выраженной или отсутствующей зернистостью и фрагментарными капельками масла.

Морфологические характеристики спорогонов и спор видов р. *Sphagnum*

Виды <i>Sphagnum</i>	Окраска и диаметр спорогона, мм (данные авторов по гербарным образцам)	Диаметр спор, мкм		Цвет спор	
		по Игнатову, 2003; по Савич-Любичкой, 1968	данные авторов	по Савич-Любичкой, 1968	данные авторов
Секция <i>Insulosa</i> Isov.					
<i>S. aongstroemii</i>	Коричневый 1,5–2,0	около 25/22–30	21–27	Желтовато-бурые	Желтые
Секция <i>Rigida</i> (Lindb.) Schlieph.					
<i>S. compactum</i>	Черно-коричневый 1,0–1,5	28–32/26–33	25–28	Желтовато-бурые	Рыжевато-коричневые или светло-коричневые
Секция <i>Sphagnum</i> (Palustria C. Jens.)					
<i>S. magellanicum</i>	Темно-коричневый (1,0)1,5–2,0	25–30/25–30	20–25	Желтовато-бурые	Светло-желтые
<i>S. palustre</i>	Темно-коричневый (2,0)2,5–3,0	25–29/28–33	22–27	Желтоватые	Желтые
<i>S. papillosum</i>	Коричневый 1,5–2,3(2,5)	29–32/26–36	24–30	Желтоватые	Рыжие
Секция <i>Squarrosa</i> (Russ.) Schimp.					
<i>S. squarrosum</i>	Темно-коричневый 2,0–3,0	21–30/21–30	19–23	Буровато-желтые	Рыжевато-коричневые или рыжие

Исследованный образец № 19: Томская область, Томский район, 86-й квартал, Кирсановское болото, сосново-кустарничково-сфагновое сообщество. 03.08.2008 г. Л.Г. Бабешина.

S. palustre L. – С. болотный (рис. 4, *a–e*; таблица).

Очертание спор в проксимально- и дистально-полярном положениях округло-треугольное. Экваториальный диаметр 22–27 мкм. Экваториальная складка более или менее четко выраженная. Лучи лезуры равномерно утолщенные по всей длине или слегка сужающиеся к периферии. Характер скульптуры экзоспория на дистальной и проксимальной сторонах споры папиллозный, на проксимальной – тонко-складчатый с разной степенью выраженности. Радиально-симметричные борозды на дистальной стороне споры четко выражены. Поверхность экзоспория со слабо выраженной или отсутствующей зернистостью и фрагментарными или единичными капельками масла.

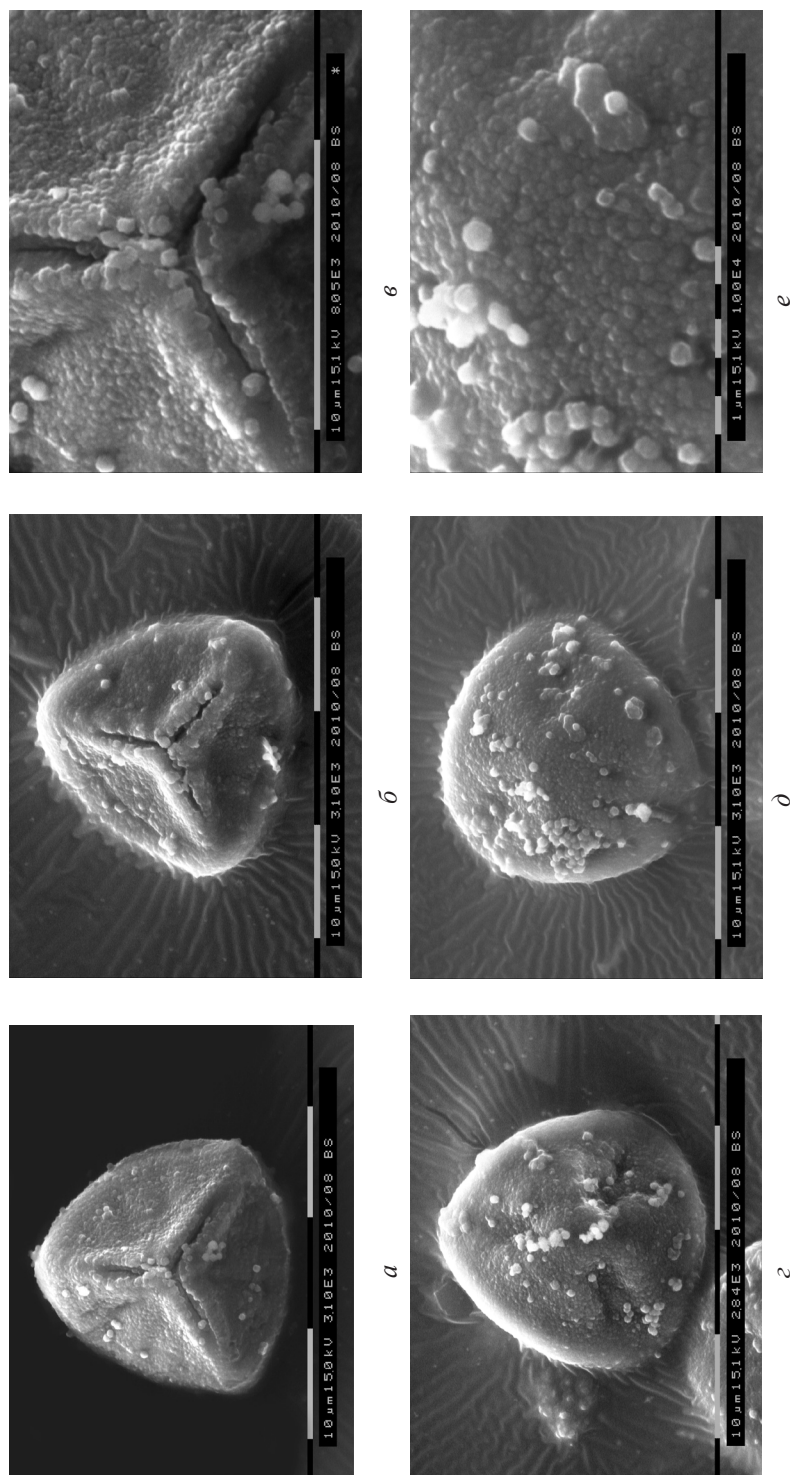


Рис. 4. Микрофотографии спор *S. raistrige*: а, б – проксимальная сторона споры; в, д – дистальная сторона споры; е – увеличенный фрагмент проксимальной стороны споры; ф – увеличенный фрагмент дистальной стороны споры

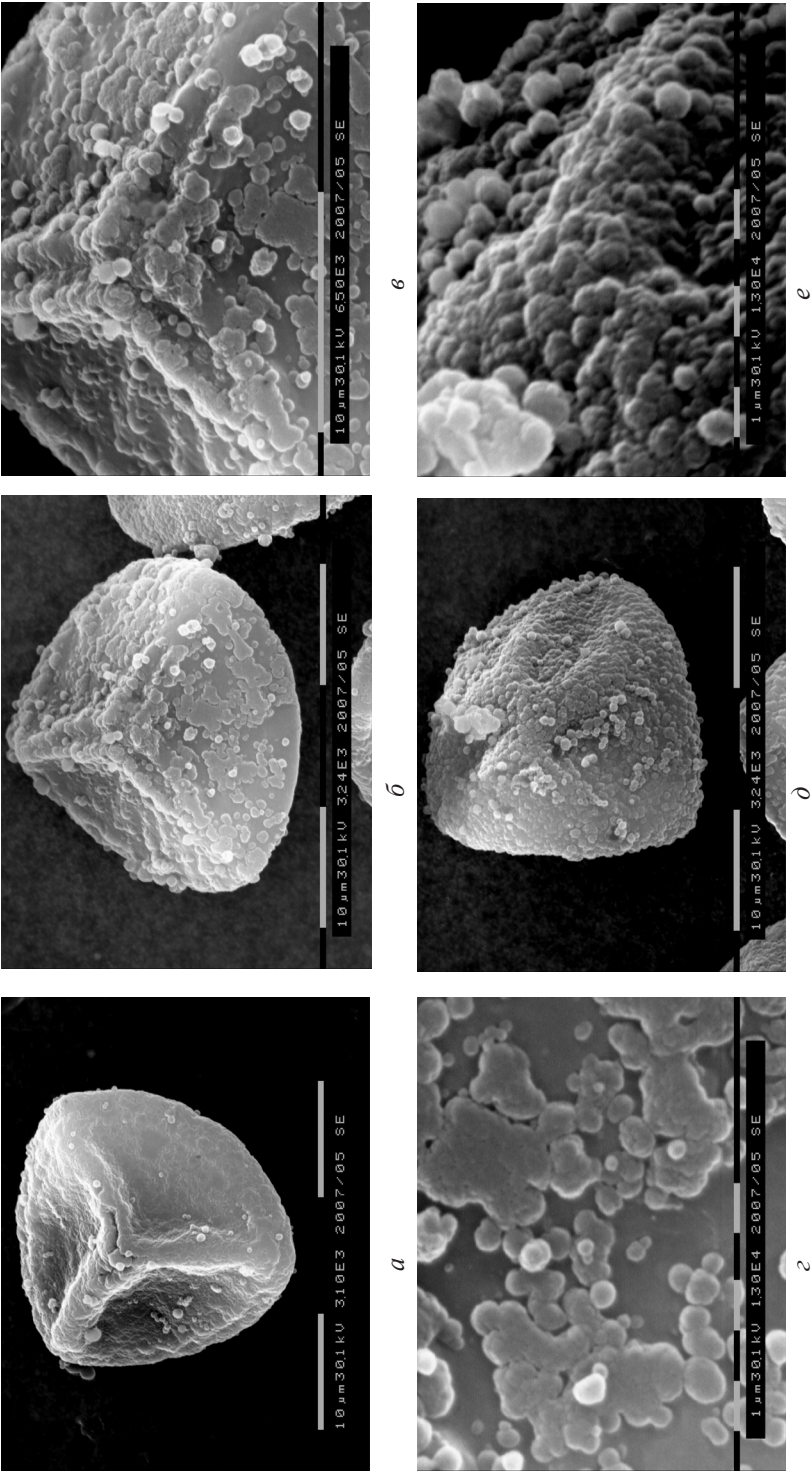


Рис. 5. Микрофотографии спор *S. rapillosum*: а, б – проксимальная сторона споры; в – дистальная сторона споры; д, е – увеличенные фрагменты проксимальной стороны споры; ж – увеличенный фрагмент дистальной стороны споры

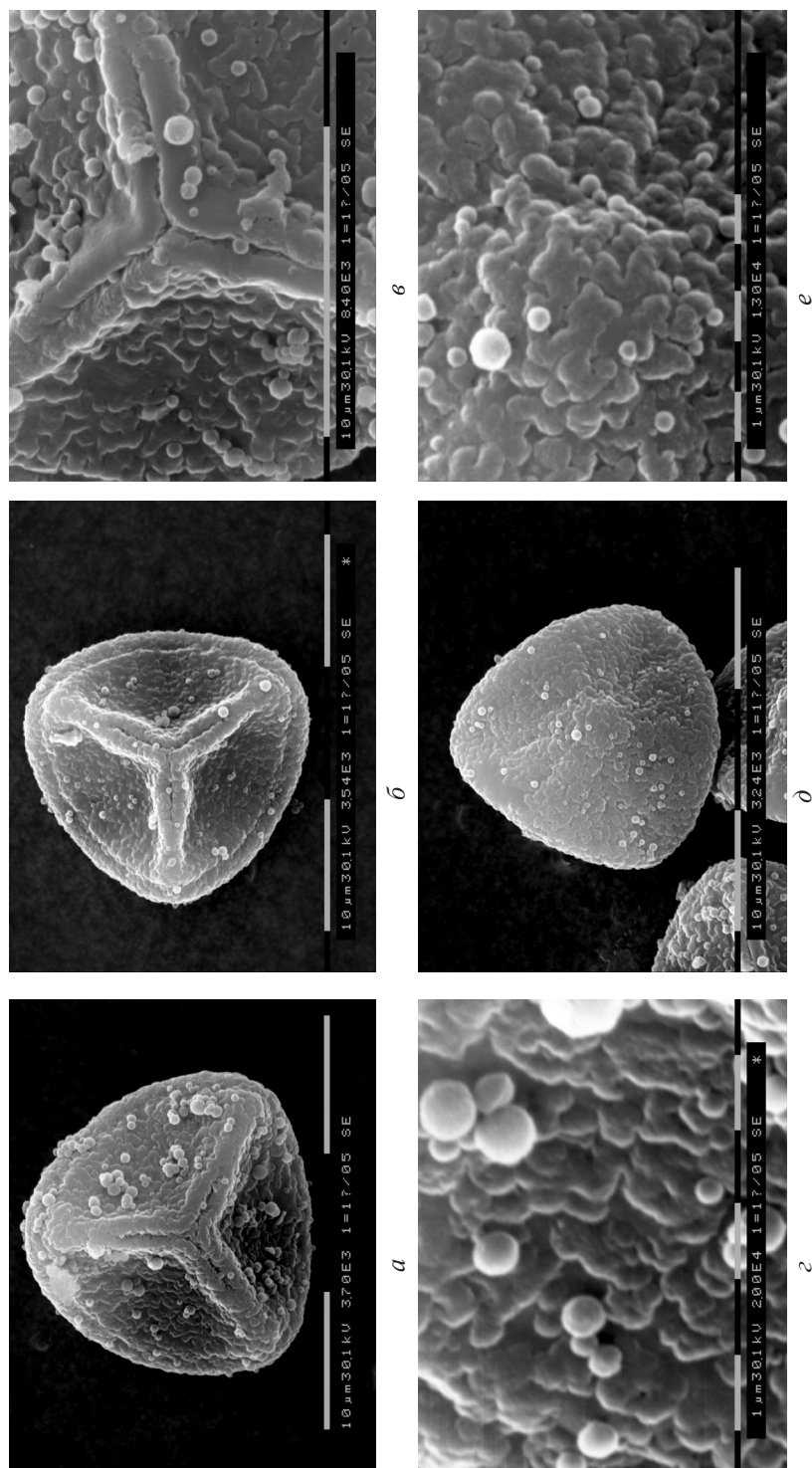


Рис. 6. Микрофотографии спор *S. squarrosus*: а, б – проксимальная сторона споры; в, г – увеличенные фрагменты проксимальной стороны споры; д – дистальная сторона споры; е, з – увеличенные фрагменты дистальной стороны споры

Исследованный образец № 21: Томская область, окр. д. Победа, окраина рослого рьяма, сосново-кустарничково-травяно-сфагновое сообщество. 07.07.2009 г. Л.Г. Бабешина.

S. papillosum Lindb. – С. папиллозный (рис. 5, а–е; таблица).

Очертание спор в проксимально- и дистально-полярном положениях округло-треугольное. Экваториальный диаметр 24–30 мкм. Экваториальная складка более или менее четко выраженная. Лучи лезуры равномерно утолщенные по всей длине или слегка сужающиеся к периферии. Характер скульптуры экзоспория на дистальной и проксимальной сторонах споры папиллозный. На проксимальной стороне папиллы асимметричные, крупные, нередко сливающиеся между собой, на дистальной – почти округлой формы. Радиально симметричные борозды на дистальной стороне споры нечетко выражены. Поверхность экзоспория со слабо выраженной или отсутствующей зернистостью и фрагментарными капельками масла.

Исследованный образец № 3: Томская область, Бакчарский район, окр. пос. Плотниково, Бакчарское болото, осоково-шейхцериевая топь грядово-мочажинно-озеркового комплекса. 23.07.2005 г. Л.Г. Бабешина.

Секция *Squarrosa* (Russ.) Schimp.

S. squarrosom Crome. – С. оттопыренный (рис. 6, а–е; таблица).

Очертание спор в проксимально- и дистально-полярном положениях округло-треугольное. Экваториальный диаметр 19–23 мкм. Экваториальная складка четко выраженная. Лучи лезуры равномерно утолщенные по всей длине или сужающиеся к периферии. Характер скульптуры экзоспория на дистальной и проксимальной сторонах споры папиллозный, папиллы асимметричные, крупные, нередко сливающиеся между собой. Радиально симметричные борозды на дистальной стороне споры не выраженные. Поверхность экзоспория со слабо выраженной или отсутствующей зернистостью и многочисленными крупными капельками масла.

Исследованный образец № 6: Томская область, Бакчарский район, окр. пос. Плотниково, Бакчарское болото, тростниково-вейниково-осоково-сфагновое сообщество. 23.07.2005 г. Л.Г. Бабешина.

Заключение

Согласно общепринятой классификации по величине [4], споры исследованных видов можно отнести к двум категориям: средние (20–25 мкм), характерные для *S. aongstroemii*, *S. magellanicum*, *S. palustre*, *S. squarrosom*, и крупные (> 25 мкм) у *S. compactum* и *S. papillosum*. Экваториальная складка, более или менее четко выраженная у представителей секций *Rigida*, *Squarrosa* и *Sphagnum*, у вида секции *Insulosa* не выявлена. По характеру скульптуры экзоспория споры у видов секций *Sphagnum* и *Squarrosa* – папиллозные, секций *Insulosa* и *Rigida* – папилозно-бугорчатые. Поверхность экзоспория со слабовыраженной зернистостью отмечена у *S. aongstroemii*,

S. magellanicum, *S. palustre*, *S. squarrosum*, *S. papillosum* и с четко выраженной зернистостью – у *S. compactum*. Зрелые спорогоны исследованных видов коричневого или темно-коричневого цвета. Споры *S. aongstroemii* и *S. palustre* желтого цвета, у остальных исследованных видов – рыжие или с рыжеватым оттенком.

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. Абрамова А.Л., Савич-Любичкая Л.И., Смирнова З.Н. Определитель листостебельных мхов Арктики СССР. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1961. 714 с.
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. Бабешина Л.Г., Кузнецов А.А. Морфология спор и спорогонов сфагновых мхов секции *Acutifolia* Wils. Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2010. № 4(12). С. 44–50.
4. 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.
5. Зверев А.А., Бабешина Л.Г. Оценка условий местообитаний сфагновых мхов Западно-Сибирской равнины по ведущим экологическим факторам: объекты, материалы и методические основы // Вестник Томского государственного университета. 2009. № 325. С. 167–173.
6. Домбровская А.В., Коренева М.М., Тюремов С.Н. Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе. М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1959. 90 с.
7. 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.
8. Савич-Любичкая Л.И. Флора споровых растений СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 97–109.
9. Савич-Любичкая Л.И., Смирнова З.Н. Определитель сфагновых мхов СССР. Л. : Наука, 1968. 112 с.
10. Hill M.O. Shpagnopsida // The moss flora of Britain and Ireland. Cambridge. 1978. P. 30–86.

Поступила в редакцию 15.02.2011 г.

Larisa G. Babeshina¹, Alexander A. Kuznetsov²

¹Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

²Biological Institute of Tomsk State University, Tomsk, Russia

**MORPHOLOGY OF SPORES AND MOSS-CAPSULES OF SOME SPECIES
OF SPHAGNOUS MOSSES FOUND ON THE TERRITORY
OF WEST-SIBERIAN PLAIN**

The article gives a description and analysis of both spores and moss-capsules morphology mosses of the sections *Insulosa* Isov., *Rigida* (Lindb.) Schlieph., *Sphagnum* (*Palustria* C. Jens.) and *Squarrosa* (Russ.) Schimp. of the genus *Sphagnum* L., found on the territory of the West-Siberian plain. Investigations into the spore morphology were carried out with the SEM-method. The spores of the investigated species are applied to middle ones (20–25 mcm): *S. aongstroemii*, *S. magellanicum*, *S. palustre*, *S. squarrosus* and big ones (> 25 mcm): *S. compactum*, *S. papillosum*. The equatorial fold is more or less clearly expressed in representatives of the section *Rigida*, *Squarrosa* and *Sphagnum*, in the species of the section *Insulosa* – it is not revealed. According to the character of exosporium sculpture in species of the sections *Sphagnum* and *Squarrosa* – they are papillous, in species of the sections *Insulosa* and *Rigida* – papillous-knobby. The surface of the exosporium with weakly expressed granularity is marked in *S. aongstroemii*, *S. magellanicum*, *S. palustre*, *S. squarrosus*, *S. papillosum* and with clearly expressed granularity – in *S. compactum*. The ripe moss-capsules of the species under investigation are of brown and dark-brown colour. The spores of *S. aongstroemii* and *S. palustre* are yellow, in other species red or with red tinge.

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

Received February 15, 2011