

УДК 582.736:581.48

**Ультраскульптура поверхности семян некоторых видов  
секции *Xiphidium* Bunge рода *Astragalus* L. (Fabaceae)**

**Ultrasculpture of the seed surface of some species of the section  
*Xiphidium* Bunge genus *Astragalus* L. (Fabaceae)**

Т.А. Шеметова

T.A. Shemetova

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская, 101, Новосибирск, 630090, Россия  
Central Siberian Botanical Garden, SB RAS, Zolotodolinskaya st., 101, Novosibirsk, 630090, Russia.  
E-mail: astragalus86@yandex.ru

**Ключевые слова:** *Astragalus*, *Xiphidium*, семя, ультраскульптура, СЭМ.  
**Key words:** *Astragalus*, *Xiphidium*, seed, ultrasculpture, SAM.

**Аннотация.** Методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) проведено исследование ультраскульптуры поверхности семян 12 азиатских видов рода *Astragalus* L. секции *Xiphidium* Bunge, для оценки диагностической значимости данного признака в систематике рода. Основные различия в скульптуре у исследованных видов создаются за счет степени выраженности антиклинальных стенок, их извилистости и рельефа внешних периклинальных стенок. Результаты анализа показали обособленность 2 видов – *A. lenensis* Shemetova, Schaulo et Lomon. и *A. palibinii* Polozhij, с невыраженной первичной ультраскульптурой поверхности, в отличие от большинства видов с хорошо выраженной скульптурой, имеющей сетчатый рисунок.

**Summary.** Ultrasculpture of seed surface of 12 Asian species of genus *Astragalus* L. section *Xiphidium* Bunge, was studied by the method of scanning electronic microscopy (SAM), for assessment of the diagnostic importance of the given sign in genus systematics. The main distinctions in the sculpture of the species studied are created at the expense of degree of expressiveness of anticlinal walls, their tortuosity and a relief of external periclinal walls. The results of the analysis have shown isolation of 2 species – *A. lenensis* Shemetova, Schaulo et Lomon. and *A. palibinii* Polozhij, with not expressed primary ultrasculpture of surfaces, unlike the majority of species with well expressed sculpture having mesh drawing.

Виды рода *Astragalus* L. отличаются небольшим числом макроморфологических признаков, имеющих таксономическое значение: форма и цвет флага, опушение и число пар листочков, форма и размер семян, форма прилистников. В большинстве случаев этих признаков оказывается недостаточно для признания видовой самостоятельности видов, в связи с этим возникает необходимость привлечения дополнительных. Часто для исследования таксономически сложных групп используют признаки ультраскульптуры плодов и семян (Belyayev, 1984, 1986; Nikolaevskaya, Petrova 1989; Ovchinnikova, 2006, 2007; Svetlova, 2008 и др.). В работах отмечается, что ультраскульптура поверхности плодов и семян имеет таксономическое значение в качестве дополнительного диагностического признака и обосновывается возможность использования данного признака в целях систематики. Исследованием ультраскульптуры поверхности семян у представителей рода *Astragalus* из Турции занимались М. Ekici, D. Yuzbasioglu, Z. Aytac (2005) и С. Vural и др. (2008). С. Vural с соавторами (2008) в своей работе изучали 48 видов из секций *Onobrychoidei* DC., *Uliginosi* Gray и *Ornithopodium* Bunge. Цель этого исследования

состояла в том, чтобы описать ультраструктуру поверхности семян изучаемых секций и оценить диагностическую значимость данного признака в систематике рода. Авторами было выявлено, что виды различаются по степени сплюснутости семян и по рельефу поверхности внешних периклиальных стенок. Ими определено, что у исследованных видов встречается два основных типа ультраструктуры поверхности семян: морщинистый и морщинисто-сетчатый. В заключении авторы приходят к выводу, что скульптура поверхности и форма семян могут быть таксономически значимыми, только если будут дополнены другими макроморфологическими признаками.

Целью настоящей работы является изучение ультраструктуры семян у 12 таксонов, относящихся к секции *Xiphidium*, для выявления возможности использования данного признака в систематике изучаемых видов.

### Материал и методы

Сравнительный анализ микрорельефа поверхности семян 11 видов и 1 подвида, произрастающих в Сибири и на Дальнем Востоке, изучался с помощью сканирующего электронного микроскопа модели Hitachi TM – 1000 (СЭМ). Материалом для исследования послужили зрелые семена видов рода *Astragalus*, хранящихся в гербариях – LE, ТК, NS, NSK, ALTB. Часть материалов для исследования собрана во время экспедиционных работ 2009–2010 гг. Объем выборки семян каждого вида равен 20.

Для удаления кутикулы семена выдерживали в растворе хлороформа и метанола в соотношении 1 : 1, в течение 48 часов. Затем пропускали семена через ряд спиртов (70 %, 90 %). Далее, обработанные сухие семена были непосредственно размещены на столик, используя двустороннюю изоляционную ленту. Съемка проводилась при увеличении:  $\times 50$ ,  $\times 60$ ,  $\times 80$ , для описания внешнего вида семян; и  $\times 500$ ,  $\times 800$ ,  $\times 1500$ ,  $\times 2000$ ,  $\times 2500$ , для описания поверхности экзотесты. Обработка цифровых изображений проводилась в программе Adobe Photoshop CS 4.

Для получения сравнимых данных, объект изучался только на определенной боковой части семени. При описании поверхности семени учтены следующие признаки: форма основных клеток, характер структуры антиклинальных (толщина, извилистость, высота над поверхностью) и периклиальных (рельеф) стенок.

### Результат и обсуждение

Для большинства исследованных видов секции характерны многосемянные более или менее опушенные бобы, от линейной до продолговатой (*A. suffruticosus* DC., *A. ionae* Palibin) формы. Плоды у видов сравнительно легко и полностью раскрывающиеся по створкам, семена почти сразу же высыпаются из плодов после их раскрытия.

Длина семян изученных видов рода *Astragalus* варьирует от 1,47 до 3,73 мм, а ширина – от 1 до 2,07 мм (табл. 1). Семена имеют округло-почковидную (*A. lenensis* Shemetova, Schaulo et Lomon., *A. angarensis* Turcz. ex Bunge subsp. *ozjorensis* Peschkova, *A. suffruticosus*), продолговато-эллиптическую (*A. angarensis* Turcz. ex Bunge, *A. arbuscula* Pall.) и ромбовидную (*A. ionae*, *A. macroceras* C. A. Meyer, *A. palibinii* Polozhij, *A. stenoceras* C.A. Meyer, *A. tephrolobus* Bunge) форму. Семена всех видов сжаты с боков, рубчик семени размещен на брюшной поверхности. Их окраска преимущественно коричневая, либо с зеленоватым или желтоватым оттенком.

В литературе, при характеристике поверхности семенной кожуры часто используется подход развиваемый школой W. Barthlott (1981). Эта классификация основана на выделении трех уровней скульптуры – первичной, вторичной и третичной.

Первичная скульптура определяется формой клеток экзотесты – общий вид, тип антиклинальных стенок (АС), рельеф клеточных границ, кривизна наружных периклиальных стенок (НПС). Вторичная скульптура учитывает особенности поверхности НПС (сетчатая, бугорчатая, гладкая и т.п.). Третичная скульптура обусловленная наличием различных эпителиальных выделений, наблюдается на поверхности семян достаточно редко и не имеет таксономического значения для исследуемых видов. Нами изучены первичный и вторичный уровни ультраструктуры.

#### 1. *A. angarensis* Turcz. ex Bunge

Семена 2,05–2,34 мм дл., 1,07–1,34 мм шир., продолговато-эллиптические, светло-коричневые.

Ультраструктура семени сетчатая. Антиклинальные стенки слегка приподняты над поверхностью периклиальных стенок, прямые или имеют слабоизвилистый характер. Внешние периклиальные стенки морщинистые (рис. 1, 1–3).

Таблица 1

Признаки семян видов секции *Xiphidium*

Вид	Полярная ось	Экваториальный диаметр	Форма семени	Поверхность
<i>A. angarensis</i>	2,19 ± 0,11	1,22 ± 0,11	продолговато-эллиптическая	морщинистая, с сетчатым рисунком
<i>A. angarensis</i> ssp. <i>ozjorensis</i>	1,47 ± 0,11	1,07 ± 0,04	округло-почковидная	морщинистая, с сетчатым рисунком
<i>A. arbuscula</i>	3,24 ± 0,43	1,38 ± 0,24	продолговато-эллиптическая	гребневидная, с сетчатым рисунком
<i>A. ceratoides</i>	2,10 ± 0,16	1,19 ± 0,11	ромбовидная	морщинистая, с сетчатым рисунком
<i>A. ionae</i>	2,20 ± 0,50	1,67 ± 0,18	ромбовидная	гребневидная, с сетчатым рисунком
<i>A. lenensis</i>	2,02 ± 0,04	1,48 ± 0,03	округло-почковидная	гребневидная
<i>A. macroceras</i>	2,73 ± 0,16	1,92 ± 0,09	ромбовидная	морщинистая, с сетчатым рисунком
<i>A. neokarelinianus</i>	2,26 ± 0,12	1,24 ± 0,09	продолговато-эллиптическая	гребневидная, с сетчатым рисунком
<i>A. palibinii</i>	2,03 ± 0,05	1,32 ± 0,05	ромбовидная	мелкоячеистая
<i>A. stenoceras</i>	1,82 ± 0,11	1,39 ± 0,08	ромбовидная	гребневидная, с сетчатым рисунком
<i>A. suffruticosus</i>	1,94 ± 0,08	1,38 ± 0,07	округло-почковидная	морщинистая, с сетчатым рисунком
<i>A. tephrolobus</i>	1,84 ± 0,09	1,61 ± 0,03	ромбовидная	гребневидная, с сетчатым рисунком

Исследованные образцы: «Иркутская обл., Балаганский р-н, окр. д. Щербаковой, по крутым открытым прибрежным склонам гор на лев. бер. р. Ангары. 12 V 1907. Н. Мальцев» (NS); «Иркутская губ. Балаганский у. Зунчаро-Быкотское ведомство. 30 VI 1904. П. Шульгин» (LE); «Иркутская обл., Эхерит-Балаганский р-н, в 2 км от М. Куры, с-з склон увала. Вострецовник. 11 VII 1964. Калиновская» (NSK); «Из гербария Московского с.-х. ин-та. Иркутская губ., Верхоянский у., на каменистых склонах дол р. Анги, близ с. Галтанково. 06 VIII 1909. М. Томин» (LE).

## 2. *A. angarensis* Turcz. ex Bunge subsp. *ozjorensis* Peschkova

Семена 1,29–1,65 мм дл., 1–1,12 мм шир., округло-почковидные, светло-коричневые.

Ультраскульптура семени сетчатая. Антиклинальные стенки приподняты над поверхностью периклинальных стенок, слегка извилистые. Внешние периклинальные стенки имеют морщинистый рельеф (рис. 5, 1–3).

Исследованные образцы: Маломорское, поб. оз. Байкал, улус Хулурта, степной склон, 03 VII 1955. Л. Бардунов (NS); Байкал, Ольхонский р-н, оз. Холбо-Нур (о. Ольхон), Засоленный песчаник. 15 VII 1966. Г. Пешкова, Лысенко (NSK).

## 3. *A. arbuscula* Pall.

Семена 2,51–3,73 мм дл., 1,02–1,62 мм шир., продолговато-эллиптические, светло-коричневые.

Ультраскульптура семени сетчатая. Антиклинальные стенки прямые, слабо приподняты над поверхностью периклинальных стенок. Поверхность наружных периклинальных стенок имеет гребневидный рельеф. На брюшной поверхности границы антиклинальных стенок плохо просматриваются (рис. 2, 1–3).

Исследованные образцы: «Малокрасноярск на Иртыше, в зарослях степных кустарников у подошвы горы, 17 VI 1925. В.И. Верещагин» (NS); «Семипалатинская обл. Зайсанск. у. между Колкора и Песчанымъ мысомъ. Низинка въ пустынно-солянковой степи. 21 V 1914. Б. Шишкин» (ТК); «Семипалатинская обл. Зайсанск. у., дол. р. Кокпектинки. Кабань-Петропавловское. Степь и склоны. 18 VI 1914, В. Сапожников и В. Генина» (ТК).

## 4. *A. ceratoides* Bieb.

Семена 1,85–2,45 мм дл., 1–1,35 мм шир., ромбовидные, коричневые.

Ультраскульптура семени сетчатая. Клетки изодиаметрической формы, антиклинальные



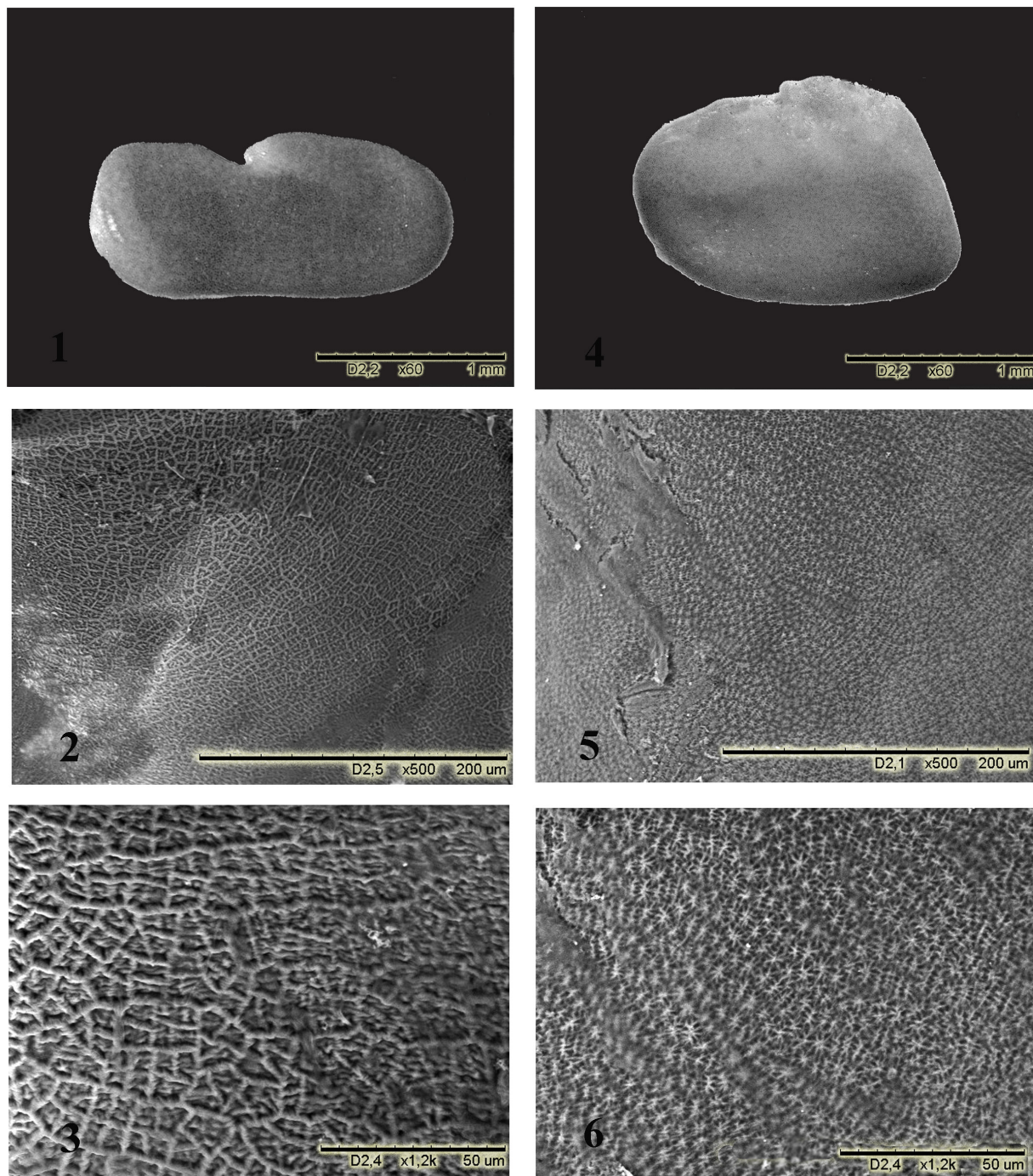


Рис. 1. Ультраскульптура поверхности семени *A. angarensis* (1–3), *A. lenensis* (4–6).

стенки от прямых до слабоизвилистых. Внешние периклиальные стенки с морщинистым рельефом (рис. 4, 4–6).

Исследованные образцы: «Красноярский кр., Таштыпский р-н, окр. с. Большая Сея, разнотравно-ковыльная степь. 19 VI 1966. И.М. Красноторов, Л. Кунина» (NS); «Алт. кр., Третьяковский р-н, окр. с. Шипуниха, гор. Черный Камень. 50°55' с. ш. 82°21' в. д. 01 VII 1996. Р.В. Камелин, А.И. Шмаков, Т.А. Терехина, С.В. Смирнов, А. Соловьев, Д. Тихонов, Д. Герман, Е. Антонюк»

(ALTB); «Алтай, между дол. р. Чагыркой и р. Тулатинкой, 29 V 1901. П.Н. Крылов» (NS); «Алтай, Усть-Коксинский р-н, Катунский хр., дол. р. Кучерла, 10 км. от устья, выс. 1200 м. Полынно-ковыльная закустаренная каменистая степь, по ю-з склону. 20 VII 1984. И. Артемов, И. Rogozin» (NS).

##### 5. *A. ionae* Palibin

Семена 1,57–2,92 мм дл., 1,39–1,96 мм шир., ромбовидные, коричневые с зеленоватым оттенком.



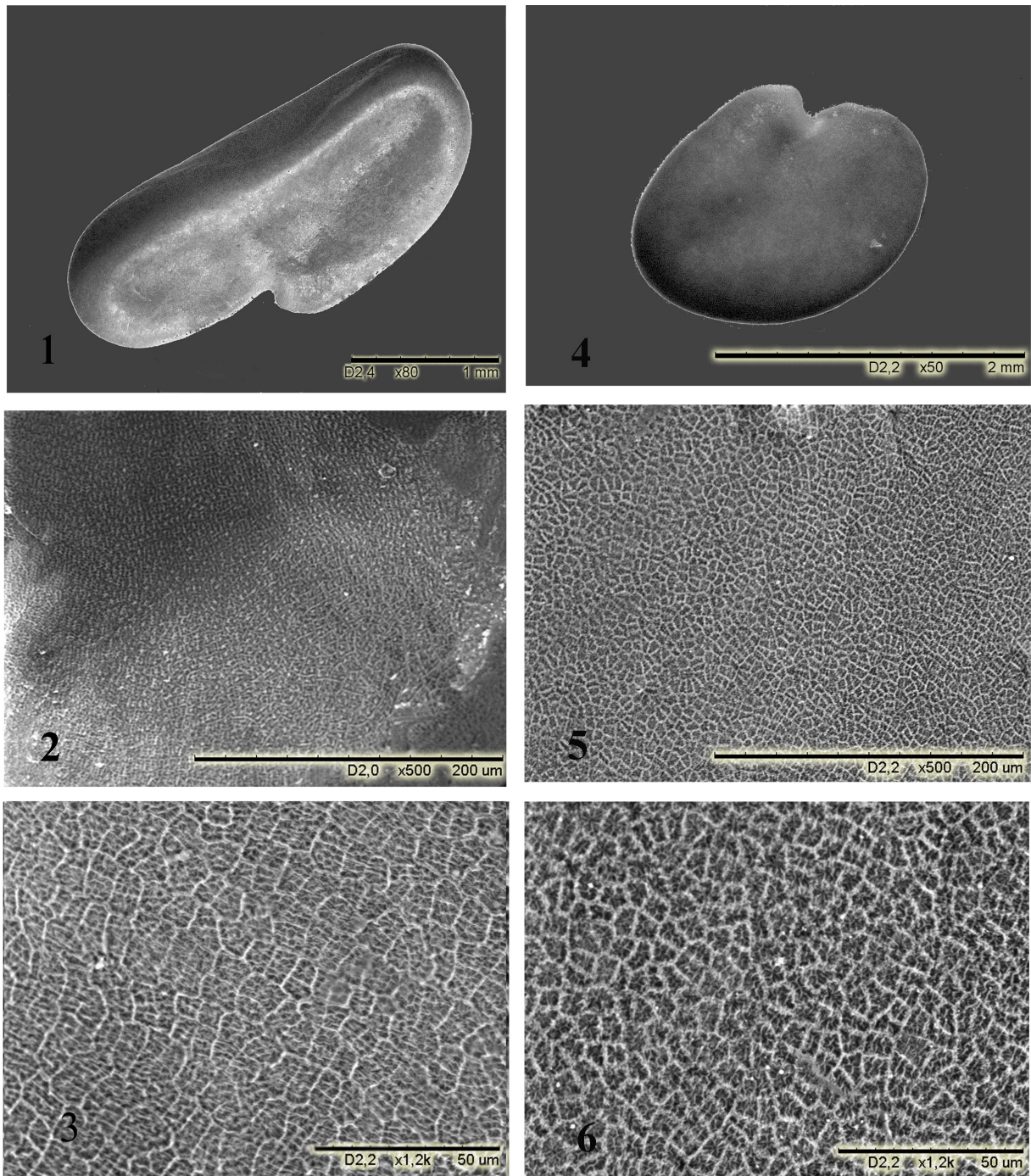


Рис. 2. Ультраскульптура поверхности семени *A. arbuscula* (1–3), *A. suffruticosus* (4–6).

Ультраскульптура семени сетчатая. Антиклинальные стенки ровные, приподнятые над поверхностью. Внешние периклинальные стенки с гребневидным рельефом (рис. 3, 4–6).

Исследованный образец: «Респ. Хакасия, Ширинский р-н, окр. оз. Шира, скальные выходы на вершине сопки, 54°30' с. ш. 90°07' в. д., h = 396 м над ур. м. 21 VI 2009. Д. Шауло, А. Эрст, Т. Мякшина» (NS).

#### 6. *A. lenensis* Shemetova, Schaulo et Lomon.

Семена 1,95–2,07 мм дл., 1,42–1,52 мм шир., округло-почковидные, светло-коричневые.

При малых увеличениях СЭМ (×500) слабо просматриваются границы антиклинальных клеточных стенок. Антиклинальные стенки сильноизогнутые и заглубленные. При больших увеличениях СЭМ (×1,2) общий вид поверхности



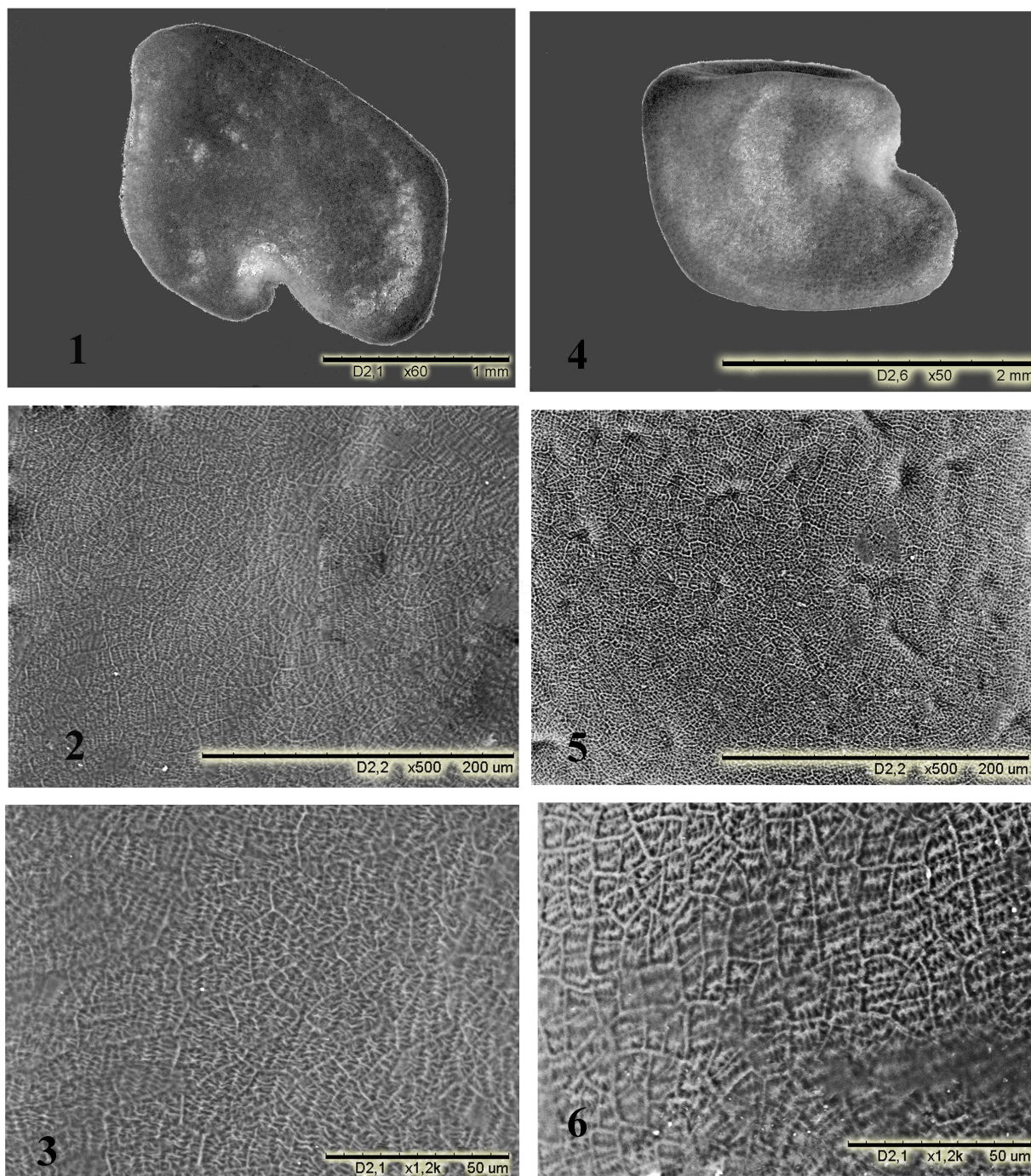


Рис. 3. Ультраскульптура поверхности семени *A. macroceras* (1–3), *A. ionae* (4–6).

эпидермы приобретает звездчато-гребневидный рисунок (рис. 1, 4–6).

Исследованный образец: «Якутский р-н, окр. г. Якутска, в 7 км. с-з г. Чучур-Муран. Южный степной склон, 18 VII 1970. А. Королева» (NS).

#### **7. *A. macroceras* C. A. Meyer**

Семена 2,51–2,92 мм дл., 1,79–2,07 мм шир., ромбовидные, темно-коричневые, блестящие.

Ультраскульптура семени сетчатая. Антиклинальные стенки ровные. Внешние периклинальные стенки морщинистые (рис. 3, 1–3). Образцы

из республики Алтай, в отличие от других, имеют слабо просматривающиеся очертания клеток и слегка заглубленные антиклинальные стенки.

Исследованные образцы: «Респ. Тыва, Пий-хемский р-н, Западный Саян, Уюкский хр., устье р. Сесерлиг, каменистая степь, 25 VI 2009. Д. Шауло, А. Эрст, Т. Мякшина» (NS); «Иркутская губ., Балаганский у., окр. д. Усть-Осинской, открытые солнечные склоны крутой горы, на слабо задернованной почве, 02 V 1909» (LE); Алтай, Курайская степь, 29 VII 1901. П. Крылов» (LE).



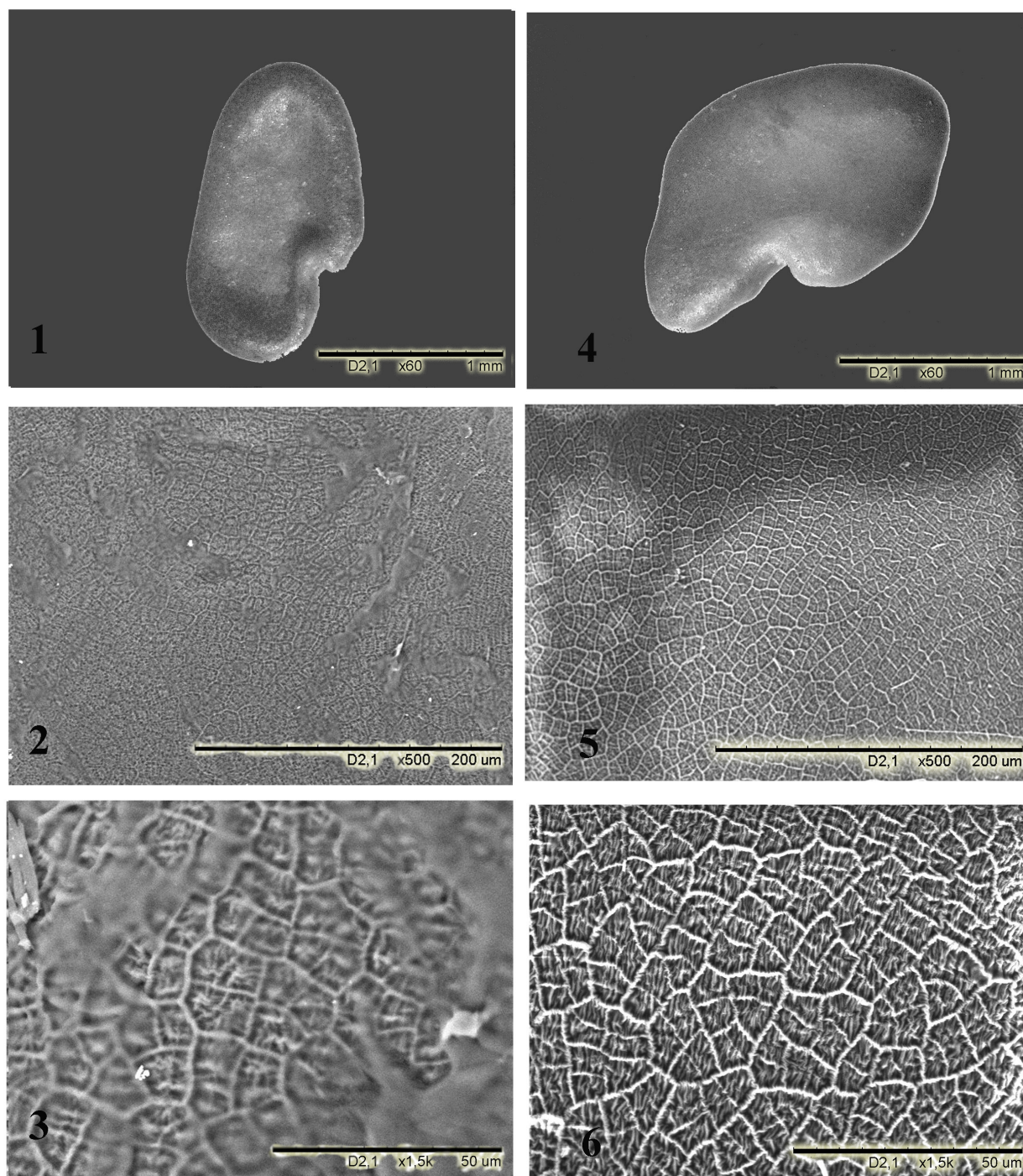


Рис. 4. Ультраскульптура поверхности семени *A. neokarelinianus* (1–3), *A. ceratoides* (4–6).

#### 8. *A. neokarelinianus* Knjasev

Семена 2,07–2,42 мм дл., 1,09–1,36 мм шир., продолговато-эллиптические, светло-коричневые с желтоватым оттенком.

Ультраскульптура семени сетчатая. Антиклинальные стенки прямые, приподнятые. Внешние периклинальные стенки имеют гребневидный рельеф (рис. 4, 1–3).

Исследованный образец: «Челябинская обл., Верхнеуральский р-н, 3 км. к северо-востоку от п. Вятский, гора Синяя (h = 738 м над ур. м.),

южный склон в каменистой степи. 12 VII 1999. П.В. Куликов» (NS).

#### 9. *A. palibinii* Polozhij

Семена 1,95–2,12 мм дл., 1,25–1,4 мм шир., ромбовидные, коричневые.

Сетчатая структура поверхности семени не просматривается. Очертания клеток не просматриваются. Общий вид поверхности эпидермы имеет мелкочаеистый рельеф (рис. 5, 4–6).

Исследованные образцы: «Республика Хака-



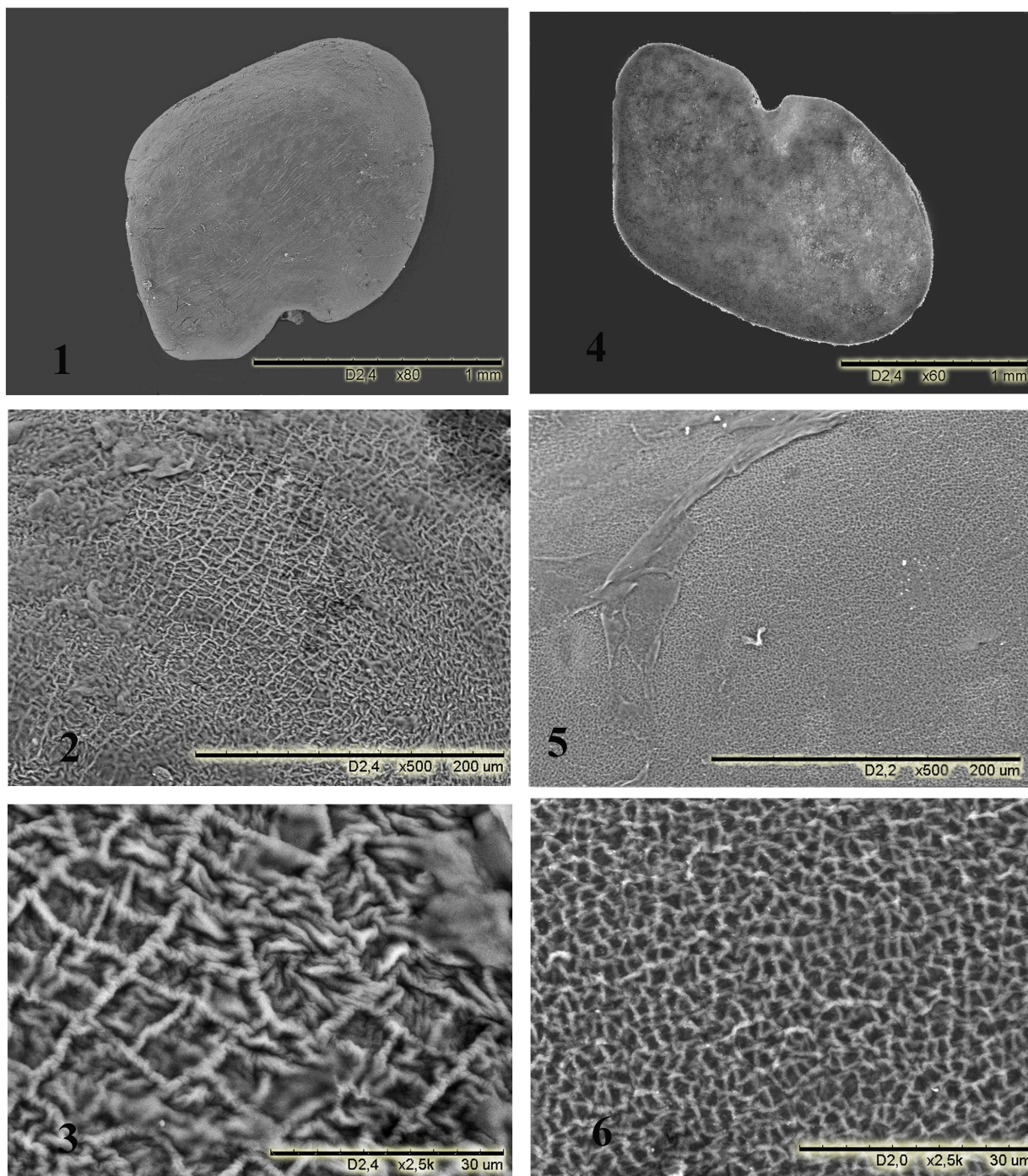


Рис. 5. Ультраскульптура поверхности семени *A. angarensis* ssp. *ozjorensis* (1–3), *A. palibinii* (4–6).

сия, Богградский р-н, в 3,5 км. от с. Абакан-Перевоз, лев. бер. Красноярского вдхр., юго-западный склон сопки,  $55^{\circ}16'$  с. ш.  $91^{\circ}21'$  в. д.,  $h = 308$  м над ур. м., 29 VI 2010. Д. Шауло, А. Эрст, Т. Мякшина» (NS); «Хакасия, Аскизский р-н, окр. д. Аев. Мелкодерновинная злаковая степь. 19 VI 1970. Э. Ершова, Т. Волкова» (ALTB).

#### 10. *A. stenoceras* C.A. Meyer

Семена 1,69–1,98 мм дл., 1,29–1,51 мм дл., ромбовидные, светло-коричневые с желтым оттенком.

Ультраскульптура семени сетчатая. Антиклинальные стенки ровные, слегка приподнятые. Внешние периклинальные стенки имеют гребневидный рельеф (рис.6, 1–3).

Исследованные образцы: «Респ. Тыва, Каа-хемский р-н, дол. р. Каа-хем, напротив г. Ондум, нанофитоновая каменистая степь,  $51^{\circ}41'$  с. ш.  $94^{\circ}46'$  в. д. 25 VI 2009. Д. Шауло, А. Эрст, Т. Мякшина» (NS); «Дзун-Хемчикский р-н, Хемчикская котловина, окр. с. Ак-Даш, дол. р. Хемчик. Луговая степь. 05 VIII 1976. А. Куминова» (NS); «Респ. Алтай. Кош-Агачский р-н, прав.



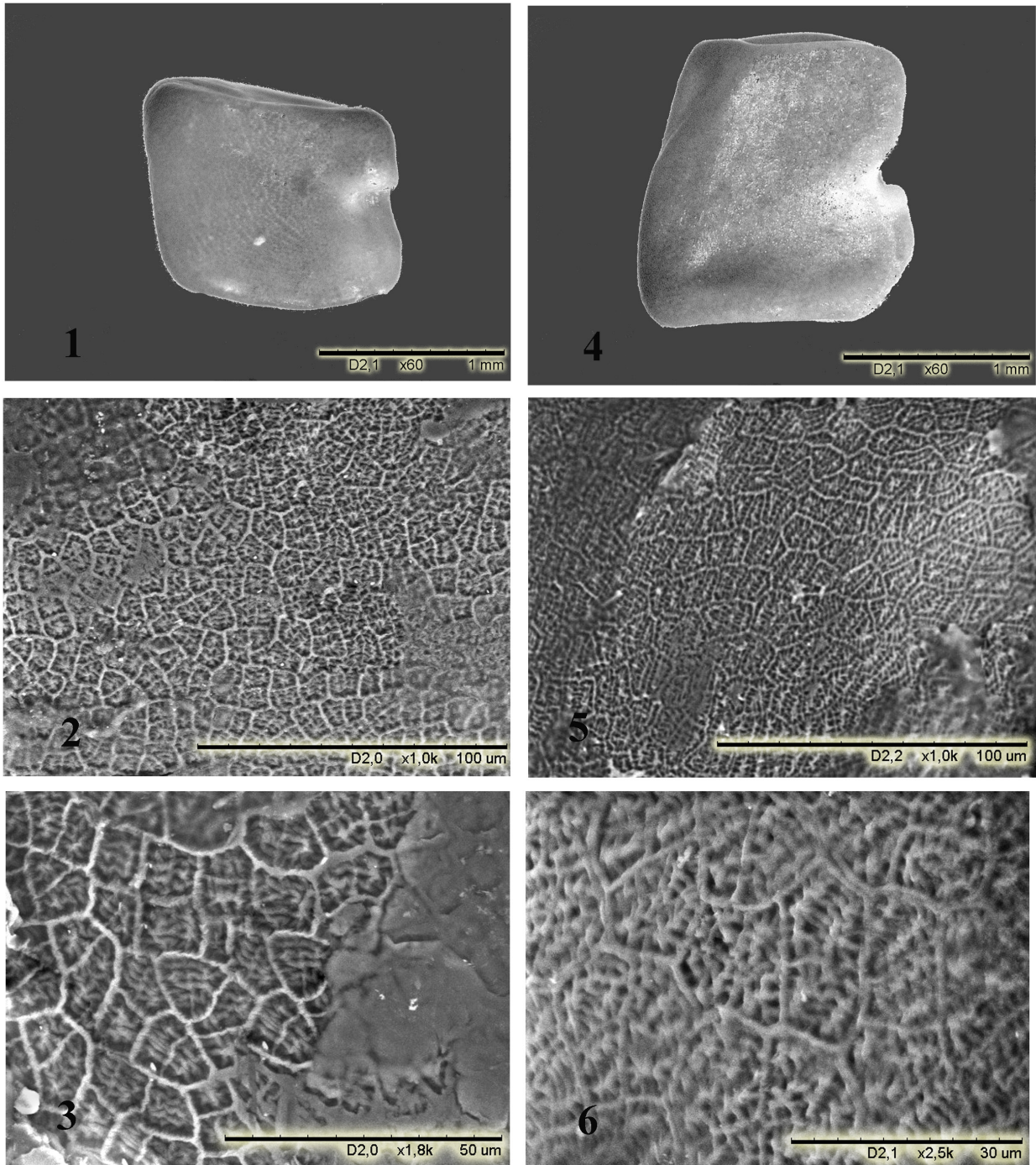


Рис. 6. Ультраскульптура поверхности семени *A. stenoceras* (1–3), *A. tephrolobus* (4–6).

бер. р. Чеган-Узун, в 5 км от устья. 50°04' с. ш., 88°21' в. д. 07 VII 1993. Р.В. Камелин, А.И. Шмаков, А. Киселев, С. Дьяченко, А. Соловьев, М. Кошечев» (ALTB).

#### 11. *A. suffruticosus* DC.

Семена 1,83–2,07 мм дл., 1,28–1,56 мм шир., округло-почковидные, светло-коричневые.

Ультраскульптура семени сетчатая. Клетки изодиаметрической формы, антиклинальные стенки слегка извилистые, приподнятые. На-

ружные периклиальные стенки от звездчато-гребневидного до морщинистого рисунка. В популяциях из Забайкалья наблюдается изменение ультраскульптуры семенной кожуры в пределах семени. На брюшной поверхности семени отчетливость границ антиклинальных клеточных стенок не просматривается, либо антиклинальные стенки заглубленные и приобретают сильно извилистые очертания. В зоне рубчика отчетливо выражена сетчатая структура эпидермы, хорошо просматриваются границы (рис. 2, 4–6).

Исследованные образцы: «Респ. Бурятия, Баргузинский р-н, близ р. Улан-Бурга, слабовогнутый склон холма близ соснового леса, разнотравно-дерновиннозлаковая степь. 01 VII 2009. Н. Дулепова» (NS); «Респ. Тыва, Монгун-Тайгинский р-н, пер. Бугузун, 50°11' с. ш. 89°64' в. д., h = 2615 м над ур. м. 08 VIII 2009. Т. Мякшина» (NS); «Респ. Хакасия, Орджоникидзевский р-н, окр. с. В. Сютик, юго-западный склон, разнотравно-злаковая степь, 55°00' с. ш. 89°52' в. д., h = 388 м над ур. м. 20 VI 2009. Д. Шауло, А. Эрст, Т. Мякшина» (NS); «Верхоянский р-н, дол. р. Дулгогока, к-з «Красная тропа», южный склон ур. Аллах. 20 VII 1946. В. Шелудиков» (LE); «Якутия, Оймьяконский р-н, дол. р. Селерикан, остепненный склон сопки налево бер. р. Селерикан, близ устья р. М. Селерикан. 25 VII 1969. М.В. Соколова» (LE); «Оз. Байкал, северо-западное побережье, г. Коврижка, остепненный склон. 13 VIII 1975. В.А. Беляева» (LE).

### 12. *A. tephrolobus* Bunge

Семена 1,72–2,01 мм дл., 1,57–1,65 мм шир., ромбовидные, светло-коричневые.

Ультраскульптура семени сетчатая. Антиклинальные стенки прямые, не приподнятые над поверхностью наружных периклинальных стенок. Внешние периклинальные стенки гребневидной скульптуры (рис. 6, 4–6).

Исследованный образец: «Алтай, Курайская степь. 29 VII 1901. П.Н. Крылов» (NS)

Морфологические особенности поверхности семян астрагалов определяются формой и размерами основных эпидермальных клеток, толщиной и извилистостью их антиклинальных стенок, а также рельефом поверхности периклинальных стенок. Антиклинальные стенки у семян видов секции *Xiphidium* обладают следующими признаками: слабоизвилистые, немного утолщенные, слегка заглубленные или приподнятые над поверхностью периклинальных стенок. Различия в скульптуре поверхности семен-

ной кожуры создаются за счет следующих признаков: степень выраженности антиклинальных стенок, извилистость антиклинальных стенок, и их высота над поверхностью внешних периклинальных, рельеф периклинальных стенок.

Таким образом, исследованные виды можно разделить на 2 группы. К первой относится большинство видов секции, первичная скульптура которых сложена изодиаметрическими клетками экзотесты и приобретает сетчатый рисунок с различной толщиной антиклинальных стенок. Вторичная скульптура – гребневидная (*A. arbuscula*, *A. ionae*, *A. neokarelinianus*, *A. stenoceras*, *A. tephrolobus*) и морщинистая (*A. angarensis*, *A. angarensis* ssp. *ozjorensis*, *A. macroceras*, *A. suffruticosus*). Во вторую группу вошли виды с невыраженной первичной скульптурой. Вторичная скульптура их гребневидная (*A. lenensis*) или мелкоячеистая (*A. palibinii*).

На основании полученных результатов можно отметить, что ценность исследуемых признаков на видовом уровне невысока. Подобный вывод основывается, прежде всего, на значительном однообразии скульптуры внутри секции *Xiphidium*. Например, не отличим по признакам скульптуры поверхности *A. angarensis* ssp. *ozjorensis*, выделяемый из *A. angarensis*. У других групп близких видов наблюдаются незначительные отличия во вторичной скульптуре (*A. macroceras* и *A. tephrolobus*, *A. stenoceras* и *A. ceratoides*).

В отличие от других видов *A. angarensis* и недавно описанный *A. lenensis* (Shemetova, 2013) хорошо различаются между собой. У данных видов устойчивые различия создаются первичной и вторичной скульптурой. В отличие от *A. angarensis*, у *A. lenensis* не выражен сетчатый рисунок поверхности семян, и вторичная скульптура гребневидная, а не морщинистая.

В дальнейшем требуются исследования еще большего числа видов для получения достаточно полной картины ультраструктуры поверхности семян рода *Astragalus*.

## ЛИТЕРАТУРА

- Barthlott W.* Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects // Nord. J. Bot., 1981. – Vol. 1. – P. 345–355.
- Belyayev A.A.* Surface ultrastructure and some morphological characteristics of the seeds in the representatives of the family Campanulaceae // Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad), 1984. – Vol. 69, No. 7. – P. 890–898 [in Russian]. (*Беляев А.А.* Ультраскульптура поверхности и некоторые морфологические характеристики семян представителей семейства Campanulaceae // Бот. журн., 1984. – Т. 69, № 7. – С. 890–898).
- Belyayev A.A.* The features of anatomy and surface ultrastructure of the seed coat in some representatives of critical genera of the Campanulaceae family // Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad), 1986. – Vol. 71, № 10. – P. 1371–1375



[in Russian]. (**Беляев А.А.** Особенности анатомии и ультраструктуры поверхности семян у отдельных представителей критических родов семейства *Campanulaceae* // Бот. журн., 1986. – Т. 71, № 10. – С. 1371–1375).

**Ekici M., Yuzbasioglu D., Aytac Z.** Morphology, pollen, seed structure and karyological study on *Astragalus ovalis* Boiss. and Balansa (sect. *Ammodendron*) in Turkey // International Journal of Botany, 2005. – No. 1 (1). – P. 74–78.

**Nikolaevskaya T.S., Petrova L.R.** Структура перикарпия зерновки и тsvetkovykh cheshui zlakov. – Leningrad: Nauka, 1989. – 87 p. [in Russian]. (**Николаевская Т.С., Петрова Л.Р.** Структура перикарпия зерновки и цветковых чешуй злаков. – Л.: Наука, 1989. – 87 с.).

**Ovchinnikova S.V.** Ultrasculptural features of the fruit surface in subtribe *Echinosperminae* (tribe *Echitrichieae*, Boraginaceae) // Bot. Zhurn. (St. Petersburg), 2006. – Vol. 91, No. 10. – P. 1545–1556 [in Russian]. (**Овчинникова С.В.** Особенности ультраскульптуры поверхности плодов у видов подтрибы *Echinosperminae* (трибы *Echitrichieae*, Boraginaceae) // Бот. журн., 2006. – Т. 91, № 10. – С. 1545–1556).

**Ovchinnikova S.V.** Ultrasculpture of fruits in some genera of the tribes *Eritrichieae* (subtribe *Eritrichiinae*) and *Trigonotideae* (Boraginaceae) // Bot. Zhurn. (St. Petersburg), 2007. – Vol. 92, No. 2. – P. 228–240 [in Russian]. (**Овчинникова С.В.** Ультраскульптура плодов некоторых родов из трибы *Eritrichieae* (подтрибы *Eritrichiinae*) и *Trigonotideae* (Boraginaceae) // Бот. журн., 2007. – Т. 92, № 2. – С. 228–240).

**Ovchinnikova S.V.** Structure of the fruit surface on some species of Boraginaceae family (tribes *Eritrichieae*, *Asperugeae*, *Echiochileae*, *Lithospermeae*) // Bot. Zhurn. (St. Petersburg), 2007. – Vol. 92, No. 3. – P. 365–377 [in Russian]. (**Овчинникова С.В.** Структура поверхности плодов у некоторых видов семейства Boraginaceae (трибы *Eritrichieae*, *Asperugeae*, *Echiochileae*, *Lithospermeae*) // Бот. журн., 2007. – Т. 92, № 3. – С. 365–377).

**Shemetova T.A., Shaulo D.N., Lomonosova M.N.** A new species of the genus *Astragalus* L. (Fabaceae) from Yakutiya // Turczaninowia, 2013. – Vol. 16, No. 4. – P. 5–7 [in Russian]. (**Шеметова Т.А., Шауло Д.Н., Ломоносова М.Н.** Новый вид рода *Astragalus* L. (Fabaceae) из Якутии // Turczaninowia, 2013. – Т. 16, № 4. – С. 5–7).

**Svetlova A.A.** Ultrasculpture of the seeds and anatomical structure of seed coat in species of different sections of the genus *Linum* (Linaceae) // Bot. Zhurn. (St. Petersburg), 2008. – Vol. 93, No. 11. – P. 1760–1771 [in Russian]. (**Светлова А.А.** Ультраскульптура семян и анатомическое строение кожуры видов разных секций рода *Linum* (Linaceae) // Бот. журн., 2008. – Т. 93, № 11. – С. 1760–1771).

**Vural C., Ekici M., Akan H., Aytac Z.** Seed morphology and systematic implications for genus *Astragalus* L. sections *Onobrychoidei* DC., *Uliginosi* Gray and *Ornithopodium* Bunge (Fabaceae) // Plant. Syst. Evol., 2008. – No. 274. – P. 255–263.