

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *IRIS* (*IRIDACEAE*) ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е.Н. Кайгородова, О.В. Дорогина, Т.В. Елисафенко

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,

630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: global@ngs.ru; olga-dorogina@yandex.ru; tveli@ngs.ru

Исследованы морфологические признаки и структура поверхности семян рода *Iris* L. с помощью сканирующего электронного микроскопа. У семян *I. humilis* Georgi выражен присемянник, у *I. tigridia* Bunge и *I. potaninii* Maxim. присемянник незначителен, а у семян *I. glaucescens* Bunge он не обнаружен. Обработка паром семян *I. glaucescens*, характеризующихся плотной кутикулой, привела к ее элиминации.

Ключевые слова: *Iridaceae*, *Iris*, структура поверхности семян, морфологические признаки.

MORPHOLOGY FEATURES OF SEEDS IN SOME SPECIES *IRIS* (*IRIDACEAE*) OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

E.N. Kaygorodova, O.V. Dorogina, T.V. Elisafenko

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,

630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: global@ngs.ru; olga-dorogina@yandex.ru; tveli@ngs.ru

Morphology features and seed surface of coat structure of the genus *Iris* L. were examined using the scanning electron microscope. In seeds of *I. humilis* present well expressed aril, in seeds of *I. tigridia* and *I. potaninii* it is poorly formed but for seeds of *I. glaucescens* it was absent. Treatment of steam *I. glaucescens* seeds having of thick cuticle led to the elimination of cuticle.

Key words: *Iridaceae*, *Iris*, seed surface of coat structure, morphology features.

ВВЕДЕНИЕ

Род ирис (*Iris* L.) широко распространен в Северном полушарии, в его состав входит около 200 видов. На территории России произрастает 40 дикорастущих видов этого рода, а в Сибири – 22 вида и 2 подвида (Конспект флоры Сибири, 2005). Богатейшее разнообразие дикорастущих видов является не только основой для введения наиболее ценных видов в культуру, но и источником биологически активных веществ.

Виды подрода *Iris* представляют собой сложную в ботаническом и наиболее интересную в цветоводческом отношении группу. Главная их отличительная особенность – полоска из густых волосков, так называемая бородка, на центральной жилке наружных, а иногда и внутренних долей околоцветника. Виды этого подрода эволюционно молодые. Многие из них достигли наибольшего совершенства в приспособлении цветка к опылению.

Некоторые виды широко распространены, но в связи с усиливающейся антропогенной дигрессией природных фитоценозов и их распашкой, число природных популяций этих видов неуклонно сокращается (Доронькин, 1989).

Наши исследования проводились на следующих видах подрода *Iris*:

I. glaucescens Bunge (Касатик сизоватый) произрастает в Западной Сибири, Казахстане, Монголии и Китае. В России проходит северная граница ареала. Произрастает в полынно-дерновинно-злаковых степях на солонцеватых песках, сухих каменистых и щебнистых склонах (Доронькин, 1987). Цветет в конце весны–начале лета, плодоносит в середине лета. Редкий вид флоры Сибири, нуждается в местной охране, включен в список “Редкие и исчезающие растения Сибири” (1980), в “Красную книгу Новосибирской области” (2008) со статусом 2 и в “Красную книгу Алтайского края” (2006) со статусом 2. В естественных условиях популяции, приуроченные к степным участкам, подвержены сильному антропогенному воздействию (выпас и пашни), что приводит к неуклонному сокращению площадей его произрастания. Вид имеет декоративную ценность, фармакологическое значение слабо изучено. В условиях интродукции проявил себя как среднеперспективный вид (Семенова, 2007).

Ирис *I. humilis* Georgi (К. низкий) широко распространен в России и за ее пределами, относится к

азиатской ареалогической группе. В России встречается в Восточной и Западной Сибири. Произрастает по степным (преимущественно песчаным), нередко каменистым склонам, в борах, на лесных полянах и прибрежных лугах, среди кустарников. Цветет в середине весны, плодоносит в середине лета. Исчезающий вид, сокращается численность популяций и ареал из-за распашки земель степных и лесостепных районов (Редкие... растения..., 1980). В условиях интродукции – среднеперспективный вид (Семенова, 2007).

Вид *I. potaninii* Maxim. (К. Потанина) широко распространен в России, но представлен относительно небольшими популяциями, относится к центрально-азиатской ареалогической группе. В Сибири встречается на Алтае и в Забайкалье, где произрастает в каменистых степях, по скалистым и щебнистым склонам гор, поднимается до 3000 м над ур. м. Образует дерновины. Цветет в середине весны, плодоносит в середине лета. Интродукция в другие ботанические сады не выявлена.

Центрально-азиатский вид *I. tigridia* Bunge (К. тигровый) – субэндемичный. В России растет в Республиках Алтай и Тыва на каменистых, щебнистых или песчаных склонах и на осыпях, поднимается

до высоты 3500 м над ур. м. Встречается редко, в основном единичными особями. Листья зимой остаются зелеными. Цветет в начале–середине весны, плодоносит летом. Редкий вид флоры Сибири, нуждается в государственной охране, включен во все кадастры государственного и общесибирского уровня (Редкие... растения..., 1980; Редкие... виды..., 1981; Красная книга РФ, 1988). Биохимические и полезные свойства не изучены. В условиях интродукции – малоперспективный вид (Семенова, 2007).

Несмотря на то что многие виды этого подрода активно изучаются в отношении систематики, таксономии и эволюции, репродуктивные системы остаются мало изученными или не изучены совсем. Данных по морфологии семян и структуре семенной кожуры у представителей этих сибирских видов недостаточно. Кроме того, размножение этих видов, особенно *Iris potaninii*, *I. tigridia*, в условиях интродукции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (г. Новосибирск) затруднено.

Цель настоящей работы – изучение морфологических признаков семян и скульптуры поверхности семенной кожуры у редких сибирских видов *I. humilis*, *I. glaucescens*, *I. potaninii*, *I. tigridia*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве материала были взяты зрелые семена четырех видов подрода *Iris* (табл. 1). Первоначально морфологические признаки семян *I. humilis* и *I. glaucescens* (в 20-кратной повторности каждой популяции) изучали под световой бинокулярной лупой МБС-1 при 2-кратном увеличении. Определяли цвет семян, длину и ширину семени, эндосперма и зародыша, соотношение их показателей. Поверхность семенной кожуры исследовали у 4 видов с помощью СЭМ марки HITACHI TM-1000 (Япония) при увеличении от 25 до 1000 раз. Для удаления кутикулы се-

мена обрабатывались в 4 вариантах растворителей – ацетоном, бензином, хлороформом и смесью кислот концентрированной серной и ледяной уксусной в соотношении 1:9 в течение суток. Кроме этого проводилась также обработка семян паром в течение 10 мин. Для описания семян и поверхности структуры семенной кожуры использовали терминологию, предложенную W. Barthlott, N. Ehler (1977), З.Т. Артюшенко (1990), Э.С. Терехиным (1996). Математический анализ полученных данных проводили по Г.Н. Зайцеву (1991).

Таблица 1

Происхождение исходного материала видов подрода *Iris*

Вид	Место сбора	Дата, коллектор
<i>Iris glaucescens</i>	Алтайский край, Третьяковский р-н, окр. пос. Екатеринское, каменистый склон	Июнь–июль 2010 г. Т.В. Елисафенко, Е.В. Жмудь
	Алтайский край, Благовещенский р-н, южный берег оз. Кучукское, понижение на остепненном берегу	
	Алтайский край, Локтевский р-н, окр. д. Устьянка, каменистая степь, склон южной экспозиции	
	Алтайский край, Волчихинский р-н, окр. д. Вострово, курган	
<i>Iris potaninii</i>	Республика Алтай, Онгудайский р-н, устье р. Яломан, каменистый склон северной экспозиции	Июль 2010 г. Т.В. Елисафенко, Е.В. Жмудь
<i>Iris tigridia</i>	Республика Алтай, Чемальский р-н, створ Чемальской ГЭС, скалы, юго-восточная экспозиция	
<i>Iris humilis</i>	Республика Алтай, Онгудайский р-н, устье р. Чуя, степь	

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Семена *I. humilis* 3.8–5.0 мм длиной, 2.5–3.1 мм шириной (табл. 2), темно-бурые. Имеется светло-желтый присемянник, который составляет около 30 % от длины семени. Эндосперм плотный, белого цвета, составляет от 60 до 75 % размера семени. Зародыш молочного цвета, не дифференцирован от 1.27 до 1.8 мм длины и 0.27–0.40 мм ширины, т. е. составляет около 35 % длины семени и 50 % длины эндосперма. Длина зародыша более чем в 4 раза превышает ширину.

Семена *I. glaucescens* темно-бурые, значительно крупнее, чем у предыдущего вида, 5.0–6.7 мм длиной, 3.2–4.5 мм шириной (табл. 3), присемянник не сформирован. Эндосперм более плотный, чем у *I. humilis*,

белый, составляет от 70 до 88 % размера семени. Зародыш молочного цвета, не дифференцирован, в 2 раза больше, чем у предыдущего вида, однако его относительные параметры незначительно больше, чем у *I. humilis*, и составляют 39–54 % длины семени. Длина зародыша превышает ширину более чем в 5 раз.

Семена *I. potaninii* – светло-коричневые, а семена *I. tigridia* – коричневые, присемянник у первого вида – желтый, у второго – светло-желтый, в обоих случаях он слабо выражен. Морфологический анализ семян этих видов не проводился.

Сравнительный анализа морфологических признаков семян показал, что семена у *I. glaucescens* в

Таблица 2

Морфометрические признаки семян *I. humilis* Georgi

Признак		$M \pm m$	V, %	Минимальное значение	Максимальное значение
Семя	Длина, мм	4.45 ± 0.06	6.5	3.80	5.00
	Ширина, мм	2.69 ± 0.03	6.3	2.47	3.07
	Толщина, мм	2.63 ± 0.03	6.8	2.40	3.07
	Ширина/длина	0.61 ± 0.00	6.6	0.52	0.72
Ариллус	Длина, мм	1.29 ± 0.04	14.7	0.80	1.60
	Ширина, мм	1.31 ± 0.03	12.3	1.00	1.53
	Ширина/длина	1.02 ± 0.03	14.7	0.70	1.30
	Длина ариллуса/длина семени	0.29 ± 0.01	17.2	0.17	0.37
Эндосперм	Длина, мм	3.0 ± 0.03	5.4	2.67	3.33
	Ширина, мм	2.23 ± 0.04	9.0	1.93	2.60
	Ширина/длина	0.74 ± 0.01	6.8	0.64	0.88
	Длина эндосперма/длина семени	0.67 ± 0.01	6.0	0.60	0.75
Зародыш	Длина, мм	1.54 ± 0.03	9.7	1.27	1.80
	Ширина, мм	0.36 ± 0.00	11.1	0.27	0.40
	Длина/ширина	4.32 ± 0.07	7.9	3.67	4.7
	Длина зародыша/длина семени	0.35 ± 0.00	8.6	0.30	0.40
	Длина зародыша/длина эндосперма	0.51 ± 0.01	9.8	0.45	0.61
	Ширина зародыша/ширина семени	0.13 ± 0.00	7.7	0.11	0.16

Таблица 3

Морфометрические признаки семян *I. glaucescens* Bunge

Признак		$M \pm m$	V, %	Минимальное значение	Максимальное значение
Семя	Длина, мм	5.86 ± 0.10	8.0	5.0	6.73
	Ширина, мм	3.81 ± 0.07	9.2	3.2	4.47
	Толщина, мм	3.86 ± 0.06	7.5	3.33	4.4
	Ширина/длина	0.65 ± 0.01	9.2	0.51	0.76
Эндосперм	Длина, мм	4.64 ± 0.08	8.4	3.87	5.33
	Ширина, мм	3.29 ± 0.07	9.4	2.87	3.93
	Ширина/длина	0.71 ± 0.01	7.0	0.59	0.83
	Длина эндосперма/длина семени	0.79 ± 0.01	6.3	0.7	0.88
Зародыш	Длина, мм	2.68 ± 0.06	10.5	2.2	3.27
	Ширина, мм	0.51 ± 0.01	10.0	0.4	0.6
	Длина/ширина	5.29 ± 0.1	8.7	4.53	6.17
	Длина зародыша/длина семени	0.46 ± 0.00	8.7	0.39	0.54
	Длина зародыша/длина эндосперма	0.58 ± 0.01	10.3	0.49	0.71
	Ширина зародыша/ширина семени	0.13 ± 0.00	7.7	0.11	0.17

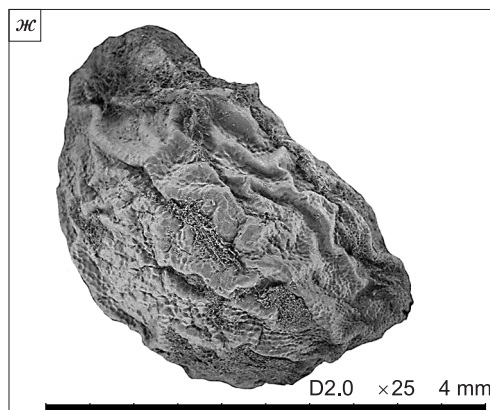
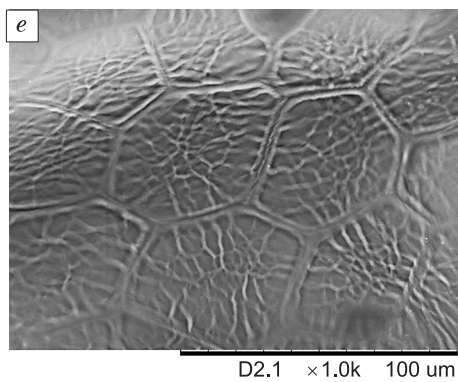
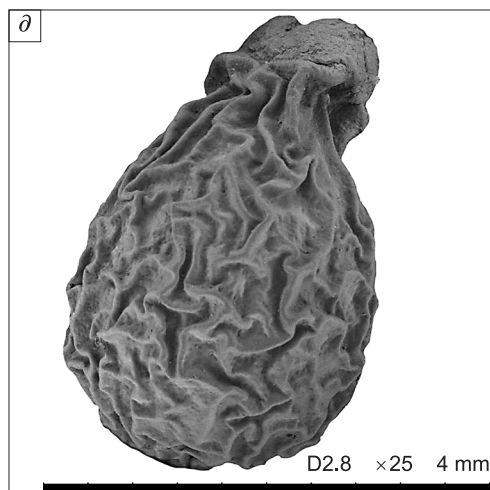
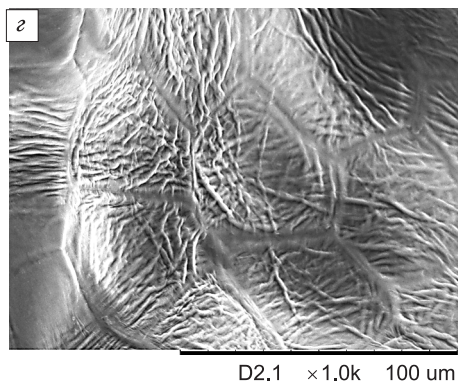
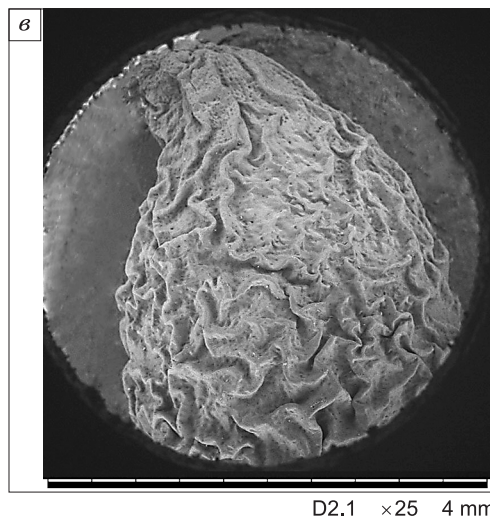
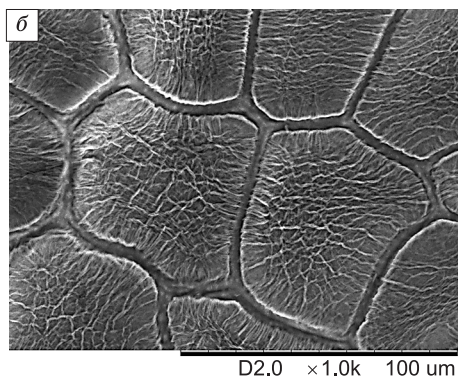
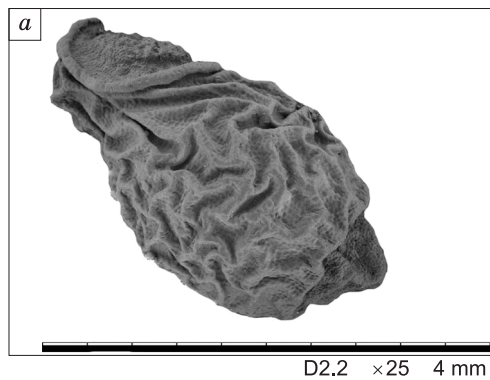


Рис. 1. Скульптура поверхности семенной кожуры видов подрода *Iris*:
a, б - I. humilis: *a* – общий вид семени, *б* – поверхность семенной кожуры;
в, г - I. glaucescens: *в* – общий вид семени, *г* – поверхность семенной кожуры;
д, e - I. potaninii: *д* – общий вид семени, *e* – поверхность семенной кожуры;
ж - I. tigridia, общий вид семени.

1.5 раза крупнее, чем у *I. humilis*, при этом ширина семени у обоих видов составила около 60 % от длины семени, что свидетельствует о постоянстве формы семени. Эндосперм у этих видов занимает от 60 до 88 % длины семени, а зародыш – более половины длины эндосперма, что указывает на достаточное развитие зародыша. Зародыш молочного цвета, палочковидный; у *I. humilis* длиной 1.5 мм (см. табл. 2), у *I. glaucescens* – 2.7 мм (см. табл. 3). Граница между семядолей и зародышевым корешком не заметна. Длина зародыша в 4–5 раз больше его ширины.

Все изученные признаки слабо изменчивы, имеют нормальное варьирование – от 5 до 10 %. Только признаки присемянника у *I. humilis* варьируют до 17 %. Среди двух изученных видов у *I. humilis* хорошо выражен присемянник и составляет четверть длины семени. Присемянник может использоваться в пищу муравьями, что обуславливает специфическое распространение семян этого вида (мирмекохорию). Кроме этого у обоих видов наблюдается барохория – осыпание семян под действием силы тяжести (Левина, 1987).

Диплохорный вид *I. humilis* более широко распространен на территории Сибири и его популяции занимают большие площади. Для уточнения вопросов, связанных со стратегией жизни этих видов, требуются дальнейшие исследования.

Сканирование поверхности семенной кожуры проводили у исследуемых четырех видов (рис. 1).

Семена *I. humilis* обратногрушевидной формы, с присемянником, поверхность морщинистая. Клетки по форме изодиаметрические. Кутикула слабо выражена. Рельеф клеточных границ четкий, углубленный. Поверхность внешних периклиальных стенок слегка вогнутая, сетчато-морщинистая (рис. 1, а, б).

Семена *I. glaucescens* обратногрушевидные, присемянник слабо выражен, поверхность семени морщинистая. На поверхности семени имеются пятна, возможно органического происхождения, так как они исчезали при обработке органическим растворителем. Границы клеток нечеткие. Кутикула плотная. Клетки экзотесты по форме и структуре такие же, как у *I. humilis* (см. рис. 1, в, г).

Семена *I. potaninii* по форме обратногрушевидные, с присемянником, поверхность семенной кожуры морщинистая. Клетки экзотесты изодиаметрические. Границы клеток видны, кутикула неплотная. Периклиальная стенка клеток экзотесты слегка вогнутая, ее поверхность сетчато-морщинистая (см. рис. 1, д, е).

Семена *I. tigridia* неправильной формы (возможно, потому, что семена были не полностью созревшие) с небольшим присемянником, поверхность извилисто-складчатая. Некоторые семена поражены гифами грибов, по этой причине невозможно было подробно исследовать структуру клеток экзотесты (см. рис. 1, ж). Клетки экзотесты изодиаметрические. Границы клеток видны, кутикула плотная. Периклиальная стенка клеток экзотесты слегка вогнутая.

Анализ результатов сканирования поверхности семенной кожуры показал, что по форме семена эллипсоидальные, обратногрушевидные или продолговатые, в основном с присемянником, за исключением *I. glaucescens*. Рельеф клеточных границ либо углубленный, либо нечеткий из-за наличия кутикулы. Предполагая, что плотная кутикула может в какой-то степени препятствовать прорастанию семян, мы попытались подобрать вещества, способные ее растворять. В качестве модельного объекта использовали семена *I. glaucescens*. В результате проведенных исследований обнаружено, что воздействие вышеуказанных веществ на семена не привело к растворению ку-

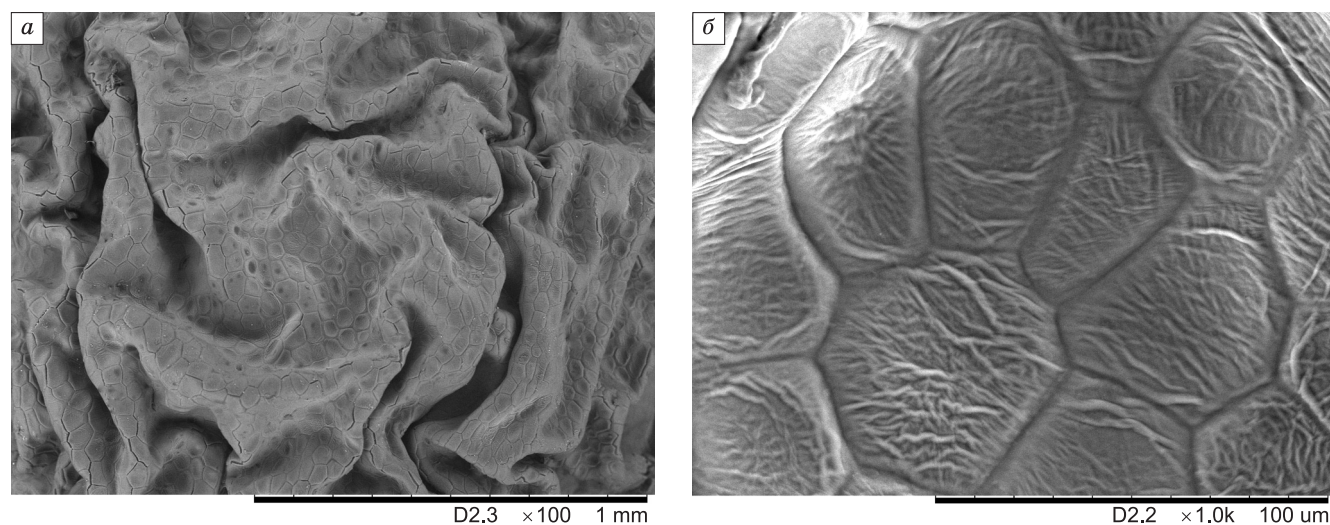


Рис. 2. Скульптура поверхности семенной кожуры *I. glaucescens* после обработки паром: а – общий вид семени, б – поверхность семенной кожуры.

тикулы. А у семян, обработанных паром, кутикула отсутствовала, поскольку при сканировании на пре-паратах семян этого вида хорошо видны клетки и их

границы, в то время как в необработанных паром семенах рельеф клеточных границ был нечетким (см. рис. 1, в, г; 2, а, б).

ВЫВОДЫ

1. В результате исследований обнаружено, что цвет семян изученных видов подрода *Iris* колебался от светло-коричневого до темно-бурого; по форме семена эллипсоидальные, обратногрушевидные или продолговатые.

2. Длина семян от 3.8 мм (*I. humilis*) до 6.7 мм (*I. glaucescens*). Зародыш составил более 50 % от длины эндосперма, его длина в 4–5 раз больше ширины.

3. Для семян *I. humilis*, *I. potaninii* и *I. tigridia* характерно наличие светло-желтого или желтого присемянника, причем у семян *I. potaninii* и *I. tigridia* он незначительный, а у семян *I. glaucescens* не сформирован.

4. Поверхность семян либо морщинистая, либо извилисто-складчатая. У всех исследованных видов клетки экзотесты изодиаметрические, периклинальные стенки сетчато-морщинистые, антиклинальные – ровные, углубленные.

Благодарности

Авторы выражают благодарность А.А. Красникову за помощь в работе на сканирующем микроскопе в Центре коллективного пользования ЦСБС СО РАН.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта № 23 по Программе Президиума РАН “Биологическое разнообразие” и Интеграционному проекту СО РАН № 20.

ЛИТЕРАТУРА

- Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя. Л., 1990. 204 с.
- Доронькин В.М. Семейство *Iridaceae* – Касатиковые // Флора Сибири. Т. 4. Новосибирск, 1987. С. 113–125.
- Доронькин В.М. Состояние и перспективы охраны касатиковых (*Iridaceae*) в Сибири // Изв. СО РАН. Сер. биол. наук. 1989. Вып. 2. С. 56–62.
- Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. 184 с.
- Конспект флоры Сибири: Сосудистые растения / Сост. Л.И. Малышев, Г.А. Пешкова, К.С. Байков и др. Новосибирск, 2005. 362 с.
- Красная книга Алтайского края. Растения / Под ред. Р.В. Камелина. Барнаул, 2009. 262 с.
- Красная книга Новосибирской области: Животные, растения и грибы / Департамент природных ресурсов и

- охраны окружающей среды Новосибирской области. 2-е изд. перераб. и доп. Новосибирск, 2008. 528 с.
- Красная книга РСФСР. Т. 2. Растения. М., 1988. 590 с.
- Левина Р.Е. Морфология и экология плодов. Л., 1987. 159 с.
- Редкие и исчезающие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране / Под ред. А.Л. Тахтаджяна. Л., 1981. 264 с.
- Редкие и исчезающие растения Сибири. Новосибирск, 1980. 224 с.
- Семенова Г.П. Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология, охрана. Новосибирск, 2007. 408 с.
- Терехин Э.С. Семя и семенное размножение. СПб., 1996. 377 с.
- Barthlott W., Ehler N. Raster-Elektronenmikroskopie der Epidermis-Oberflächen von Spermatophyten. Trop. sub-trop // Pflanzenwelt. 1977. Bd. 19. S. 1–110.