

The seed's ultrastructure of genus *Iris* L. s.l. (*Iridaceae*) species from Ukrainian Carpathians

O.A. Futorna¹, S.L. Zhygalova², V.A. Badanina³

¹ O.V. Fomin Botanical Garden, Educational-Scientific Centre «Institute of Biology and medicine», Taras Shevchenko National University of Kyiv
Symon Petlyura Str., 1, Kyiv, 01601, Ukraine
E-mail: oksana_drofa@yahoo.com

² M.G. Kholodny Institute of Botany of NAS of Ukraine
Tereshchenkivska Str., 2, Kyiv, 01004, Ukraine

³ Taras Shevchenko National University of Kyiv, ESC "Institute of Biology and medicine"
boulevard of Akademika Glushkova 2, Kyiv, 03022, Ukraine

Submitted: 30.10.2017. Accepted: 14.12.2017

We have studied the ultrastructure of five species of genus *Iris* L., which grow in the Ukrainian Carpathians – *I. aphylla* L., *I. graminea* L., *I. pseudacorus* L., *I. sibirica* L. and *I. sintenisii* Janka. We have found that in shape seeds are rounded-fusiform (*I. aphylla*), D-shaped (*I. pseudacorus*, *I. sibirica*, *I. graminea*), pyriform (*I. sintenisii*). The hilum is rounded or drop-shaped, small, by position – basal (*I. graminea*), with well-seen roll (*I. graminea*, *I. aphylla*). The seeds of *I. sibirica* and *I. pseudacorus* have wing, that surround all the seed (wing is smaller in seeds of *I. pseudacorus*). The wings are absent in seeds of other species. The curvature of anticlinal cell walls (straight) is common for all studied species. The seeds of all examined species characterized by polygonal cells of testa, they are isodiametric (*I. aphylla*, *I. sintenisii*, *I. graminea*), or prolonged (*I. sibirica*, *I. pseudacorus*) – mostly on the wing. The boundaries of cells of testa are practically not visible, anticlinal cell walls are tightly merged only in *I. sintenisii* seeds, in other species seeds they are seen. The anticlinal cell walls in *I. aphylla* and *I. graminea* are raised in relation to surface of periclinal cell walls. The outer periclinal cell walls are concave (*I. sintenisii*, *I. aphylla*), flat (*I. graminea*), or convex (*I. pseudacorus*, *I. sibirica*). The sculpture of outer periclinal cell walls is smooth (*I. graminea*, *I. sintenisii*, *I. aphylla*), or furrowed (*I. sibirica*, *I. pseudacorus*). Considering all the above features, we concluded that seeds of studied species are characterized by coliculate (*I. sibirica*, *I. pseudacorus*), reticulate (*I. aphylla*), indistinct-coliculate with slightly convex periclinal cell walls (*I. graminea*) or indistinct-cellular (*I. sintenisii*) relief.

Key words: *Iris* s.l.; seed ultrastructure; seeds testa; Ukrainian Carpathians; SEM

Ультраструктура семян видов рода *Iris* L. s.l. (*Iridaceae*) из Украинских Карпат

О.А. Футорна¹, С.Л. Жигалова², В.А. Баданина³

¹ Ботанический сад им. О.В. Фомина, ННЦ "Институт биологии и медицины", Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка
ул. С. Петлюры, 1, Киев, 01032, Украина, E-mail: oksana_drofa@yahoo.com

² Институт ботаники им. М.Г. Холодного НАН Украины, ул. Терещинковская, 2, Киев, 01004, Украина

³ УНЦ "Институт биологии и медицины", Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка, проспект Академика Глушкова 2, Киев, 03022, Украина

Мы исследовали ультраструктуру семян пяти видов рода *Iris* L., произрастающих в Украинских Карпатах – *I. aphylla* L., *I. graminea* L., *I. pseudacorus* L., *I. sibirica* L. and *I. sintenisii* Janka. Мы изучили ультраструктуру пяти видов рода *Iris* L., произрастающих в Украинских Карпатах – *I. aphylla* L., *I. graminea* L., *I. pseudacorus* L., *I. sibirica* L. и *I. sintenisii* Janka. Мы обнаружили, что в форме семени округло-веретенообразные (*I. aphylla*), D-образные (*I. pseudacorus*, *I. sibirica*,

I. graminea), грушевидные (*I. sintenisii*). Рубчик округлый или каплевидный, мелкий, по положению - базальный (*I. graminea*), с хорошо видимым валиком (*I. graminea*, *I. aphylla*). Семена *I. sibirica* и *I. pseudacorus* имеют крыло, окружающее все семя (крыло меньше в семенах *I. pseudacorus*). Крылья отсутствуют в семенах других видов. Кривизна антиклинальных стенок клеток (прямая стенка) является общей для всех изученных видов. Семена всех исследованных видов характеризуются полигональными клетками теста, клетки изодиаметрические (*I. aphylla*, *I. sintenisii*, *I. graminea*) или полигональные (*I. sibirica*, *I. pseudacorus*) - преимущественно на крыле. Границы клеток теста практически не видны, антиклинальные клеточные стенки плотно сливаются только в семенах *I. sintenisii*, в других видах семени они четкие. Антиклинальные стенки клеток в *I. aphylla* и *I. graminea* находятся выше по отношению к поверхности стенок периклинальных клеток. Внешние стенки периклинальных клеток вогнуты (*I. sintenisii*, *I. aphylla*), плоские (*I. graminea*) или выпуклые (*I. pseudacorus*, *I. sibirica*). Скульптура внешних периклинальных стенок клеток гладкая (*I. graminea*, *I. sintenisii*, *I. aphylla*) или бороздчатая (*I. sibirica*, *I. pseudacorus*). Учитывая все вышеперечисленные особенности, мы пришли к выводу, что семена изучаемых видов характеризуются коликулярным (*I. sibirica*, *I. pseudacorus*), сетчатым (*I. aphylla*), нечетко-коликулярным со слегка выпуклыми периклинальными стенками (*I. graminea*) или нечетко-ячеистым (*I. sintenisii*) рельефом.

Ключевые слова: *Iris* s.l.; ультраструктура семян; семенная теста; Украинские Карпаты; СЭМ

Введение

В последнее время значительную актуальность приобретает исследование местных и региональных флор. Практически во всех европейских странах издаются определители и другие пособия не только по отдельным растительным сообществам, но и по отдельным таксономическим группам растений (Chopyuk & Fedoronchuk, 2015). Поэтому сейчас очень важным есть расширение информации о богатом и разнообразном мире различных регионов, в частности, и Украинских Карпат. По разным данным, для данного региона приводится от пяти до семи видов рода *Iris* s.l. (Chopyuk & Fedoronchuk, 2015; Dobrochaeva et al., 1987; Fomin & Bordzilovsky, 1950). Проанализировав литературные, гербарные данные и соответствие названий современной номенклатуре, мы приводим для природной флоры Украинских Карпат пять видов рода *Iris* – *I. aphylla* L., *I. graminea* L., *I. pseudacorus* L., *I. sibirica* L. та *I. sintenisii* Janka.

I. sintenisii встречается лишь в Прикарпатье (Черновицкая обл., Новоселицкий р-н) (Volutsa, 2011), *I. aphylla* растет на полянах в лесах, среди кустарников, на лугах в Закарпатье (г. Виноградов), *I. graminea* распространен в лесах, на лугах, травянистых склонах Карпат, *I. pseudacorus* широко распространен по берегам рек по всей территории Украины, в том числе и в Карпатах, *I. sibirica* в Карпатах встречается на влажных травянистых местах в лесах, на лугах, вдоль берегов рек, среди кустарников (Dobrochaeva et al., 1987). *I. sibirica* занесен в Красную книгу Украины в статусе «уязвимый» (Chervona..., 2009). Также в Красную книгу Украины занесен *I. pseudocyperus* Shur. с территории Карпат в статусе «редкий», однако в данной публикации мы его отдельно не приводим, поскольку современной номенклатуры он является синонимом *I. graminea*. В систематическом отношении *I. sibirica* та *I. pseudacorus* принадлежат к подроду *Limniris* (Tausch) Spach, *I. aphylla* – к подроду *Iris*, *I. graminea* и *I. sintenisii* – к подроду *Xyridion* (Tausch) Spach.

Большинство ученых соглашаются с мнением, что данные о макро - и микроструктуре семян являются важными для классификации таксонов покрытосеменных. Heywood (Heywood, 1971) обратил внимание на важность сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) при решении проблем систематики. В течение десятилетий ученые использовали СЭМ для морфологических исследований семян и мелких плодов. Данные о микроструктуре и ультраструктуре полезны для эволюции и классификации семенных растений, и играют важную роль при построении современных синтетических систем покрытосеменных. В большинстве исследований внимание уделялось, главным образом, варьированию структуры теста в пределах родов (Chuang & Heckard, 1972; Hill, 1976; Heyn & Herrnstadt, 1977; Clark & Jernstedt, 1978; Newell & Hymowitz, 1978; Canne, 1979; Wofford, 1981; Juan et al., 2000; Segarra & Mateu, 2001) або між близькими родами (Musselman & Mann, 1976; Seavey et al., 1977; Canne, 1980; Chance & Bacon, 1984; Matthews & Levins, 1986; Fayed & El Naggar, 1988, 1996; Haridasan & Mukherjee, 1993; Karam, 1997; Koul et al., 2000). Реже признаки структуры поверхности семян использовались для размещения таксонов в пределах трибы (Whiffin & Tomb, 1972).

Данная статья является продолжением исследований ультраструктуры семян в роде *Iris* s.l. флоры Украины и, кроме описаний семян и анализа значимости признаков, содержит также ключ для определения видов рода *Iris* Украинских Карпат по признакам семян.

Материал и методы исследования

Для исследования был использован гербарный материал, образцы отобраны из гербариев Института ботаники им. М.Г. Холодного (KW), Черновицкого национального университета им. Ю. Федьковича (CHER) и Гербария Ботанического Института имени В.Л. Комарова, Россия (LE). Для исследования ультраструктуры поверхности семян, материал фиксировали на латунных столиках и напыляли тонким слоем золота. Ультраструктуру поверхности изучали с помощью СЭМ JSM-6060 LA. Для характеристики ультраструктуры семенной кожуры была использована терминология W. Stern и W. Barthlott (Stern, 1992; Barthlott, 1981).

Исследованные образцы (приводятся по оригинальному тексту этикетки). *I. aphylla*: 1. Воронежская обл., Хоперский заповедник, правобережье Хопра в 9-10 км к северу от Ново-Хоперска. 1980. VI. 31. № 547. Цвелев (LE). 2. Харьковская обл., Великобурлукский р-н, Каменка. Урочище Заливное на поляне. 09.07.1964. О. Дубовик (KW). *I. graminea*: 1.

Чернівецька обл., Новоселицький р-н, с. Ванчиківці. Засолені луки вздовж залізниці, виходить на насип. 26.06.2010. Я.П. Дідух (КИ). 2. Измаильская обл., Бородинский р-н, с. Лесное, л-во, на пашне, в дубовом лесу. 14.04.1952. М. Котов, Г. Кузнецова (ЛБ). *I. pseudacorus*: 1. По заплавах р. Псла в Лебединському р-ні на Сумщині. Окол. с. Червеленного. 25.07.1929. 3. Ізвікова (КИ). *I. sibirica*: 1. Черниговская обл., Любецкий р-н, с. Любеч, пойма р. Днепр. 28.07.1952. Д. Афанасьев (КИ). 2. Киевская обл., Чернобыльский р-н, с. Ладыжечи, пойма р. Припять. 12.07.1953. Д. Афанасьев (КИ). 3. Долгоруковская яйла, южный край, близ границы с Тырке, котловина, заболоченный луг, окруженный буково-грабовым лесом овальной формы до 400 м в поперечнике. 27.07.1988. В.Н. Голубев, И.В. Голубева (КИ). 4. Волинська обл., Бюбенівський р-н; пн.-зах. кут Білого озера, узлісся луки. 15.08.1998. Н.І. Батова (КИ). *I. sintenisii*: 1. Прут-Дністровське межиріччя, Чернівецька обл., Новоселицький р-н, між сс. Ванчинець-Тарасівці, сінокісні луки вздовж залізничної колії. 07.09.2009. О. Волюца, А. Токарюк, О. Дісар (СНУ).

Результаты

Исследовано ультраструктуру семян видов *Iris* s.l. флоры Украинских Карпат. Ниже приводим их морфологические описания. Отметим, что в рамках исследования ультраструктуры семян видов рода *Iris*, нами исследованы виды *I. sintenisii* и *I. graminea* из подрода *Xyridion* (Zhygalova & Futorna, 2016). В данной работе мы считаем необходимым привести более подробные и уточненные морфологические описания семян упомянутых видов, поскольку, на наш взгляд, это важно для приведенного ниже ключа для определения видов.

***Iris sintenisii*.** Семена грушевидной формы, блестящие, коричневые. Среднего размера (длина 4-5 мм, ширина – 3-4 мм) (рис. 1). Рубчик округлый, небольшой, по положению – базальный. Кутикула гладкая, хорошо развита во всех исследованных семенах. Клетки тесты полигональные, пяти - шестиугольные, их границы почти не просматриваются. Периклиальные стенки клеток семенной кожуры несколько вогнутые, гладкие. Антиклиальные стенки клеток всегда равномерно утолщенные, прямые. Мы определяем рельеф семян исследуемого вида, как нечетко-ячеистый (рис. 2).

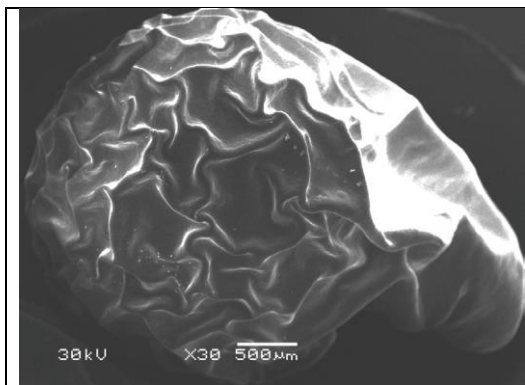


Рис. 1. СЭМ. Общий вид семени *Iris sintenisii* (за Zhygalova & Futorna 2016).

Fig. 1. SEM. General view of the seed of *Iris sintenisii* (by Zhygalova & Futorna 2016).

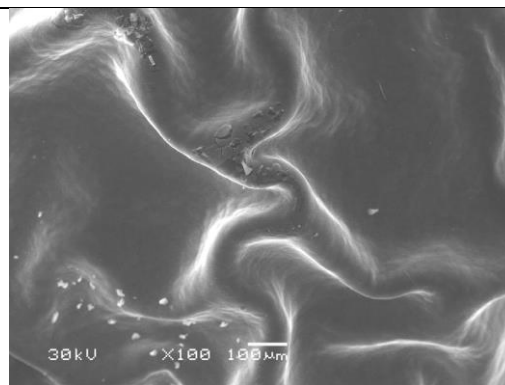


Рис. 2. СЭМ. Ультраструктура поверхности семенной кожуры *Iris sintenisii* (за Zhygalova & Futorna 2016).

Fig. 2. SEM. The ultrastructure of *Iris sintenisii* seed surface (by Zhygalova & Futorna 2016).

***Iris graminea*.** Семена D-образные, блестящие, светло-коричневого или коричневого цвета, морщинистые (рис. 3). Среднего размера (длина семян 3-4 мм, ширина – 2,5-3 мм). Рубчик округлый, или каплеобразной формы, с ярко выраженным валиком, небольшой, по положению – базальный. Кутикула бороздчатого типа (бороздки короткие, не перекрываются) хорошо развита во всех исследованных семенах. Клетки тесты полигональные, пятиугольные, их границы четкие. Периклиальные стенки клеток семенной кожуры плоские, их скульптура гладкая. Антиклиальные стенки клеток всегда равномерно утолщены, прямые. Рельеф семени нечетко-колликкулярный (рис. 4).

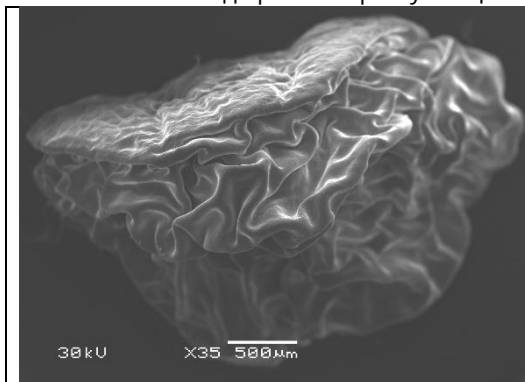


Рис. 3. СЭМ. Общий вид семени *Iris graminea*.

Fig. 3. SEM. General view of the seed of *Iris graminea*.

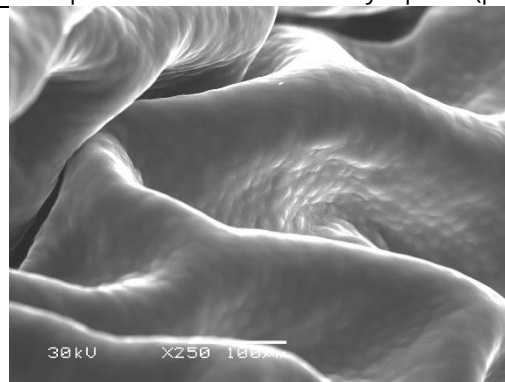


Рис. 4. СЭМ. Ультраструктура поверхности семенной кожуры *Iris graminea*.

Fig. 4. SEM. The ultrastructure of *Iris graminea* seed surface.

Iris aphylla. Семена округло-веретенообразные, блестящие, светло-коричневого или коричневого цвета, морщинистые (рис. 5). Семена крупные (длина семян 5-6 мм, ширина – 3,5-4 мм). Рубчик подковообразный, с ярко выраженным валиком, небольшой, по положению – базальный. Кутикула гладкого типа, хорошо развитая во всех исследованных семян. Клетки тесты полигональные, изодиаметрические, границы клеток четкие. Антиклинальные стенки клеток равномерно утолщены, прямые. Периклинальные стенки клеток семенной кожуры плоские, скульптура их гладкая. Тип рельефа сетчатый (рис. 6).

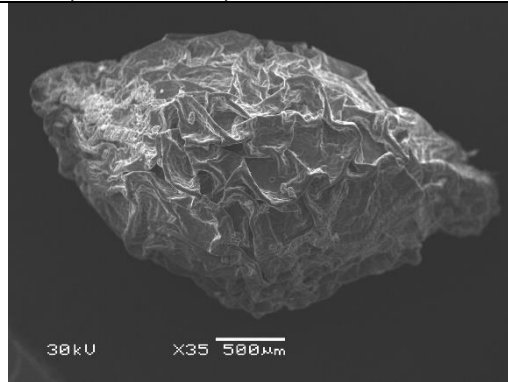


Рис. 5. СЭМ. Общий вид семени *Iris aphylla*.
Fig. 5. SEM. General view of the seed of *Iris aphylla*.

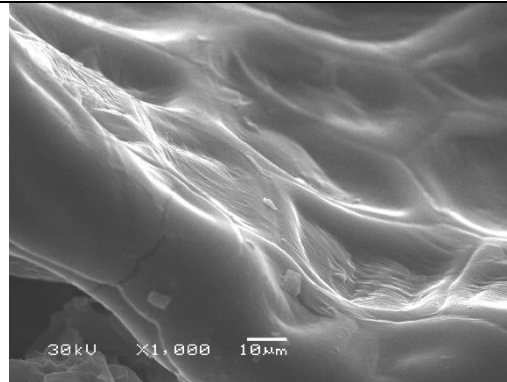


Рис. 6. СЭМ. Ультраструктура поверхности семенной кожуры *Iris aphylla*.
Fig. 6. SEM. The ultrastructure of *Iris aphylla* seed surface.

Iris pseudacorus. Семена D-образные, блестящие, светло-коричневого или коричневого цвета, имеющие крыло (0,37 (0,32-0,50) мк,) (рис. 7). Среднего размера (длина семян 3-4 мм, ширина – 2,5-3 мм). Рубчик округлый, или каплеобразной формы, с ярко выраженным валиком, небольшой, по положению – базальный. Кутикула бороздчатого типа (бороздки короткие, не перекрываются) хорошо развитая во всех исследованных семян. Клетки тесты полигональные, пятиугольные, их границы четкие. Антиклинальные стенки клеток не утолщенные, прямые. Периклинальные стенки клеток семенной кожуры выпуклые, их скульптура бороздчатая. Рельеф семени колликулярный (рис. 8).

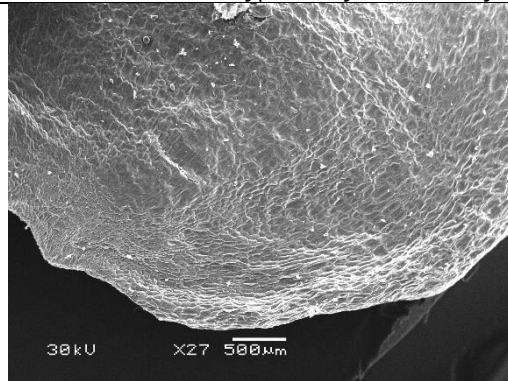


Рис. 7. СЭМ. Часть семени *Iris pseudacorus* с крылом.
Fig. 7. SEM. The part of *Iris pseudacorus* seed with wing.

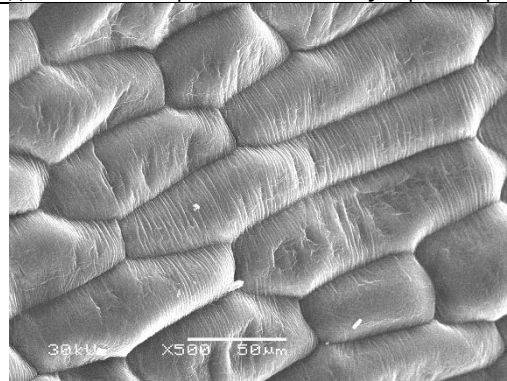


Рис. 8. СЭМ. Ультраструктура поверхности семенной кожуры *Iris pseudacorus*.
Fig. 8. The ultrastructure of *Iris pseudacorus* seed surface.

Iris sibirica. Семена D-образные, блестящие, светло-коричневого или коричневого цвета, морщинистые, имеющие крыло (0,53 (0,40-0,66) мк) (рис. 9). Среднего размера (длина семян 3-4 мм, ширина – 2,5-3 мм). Рубчик округлый или каплевидный, по положению – базальный валик отсутствует. Кутикула бороздчатого типа (бороздки короткие, не перекрываются) хорошо развитая во всех исследованных семян. Клетки тесты полигональные, пятиугольные, их границы четкие. Антиклинальные стенки клеток не утолщенные, прямые. Периклинальные стенки клеток семенной кожуры выпуклые, их скульптура бороздчатая. Рельеф семени сетчатый, на крыле – колликулярный (рис. 10).

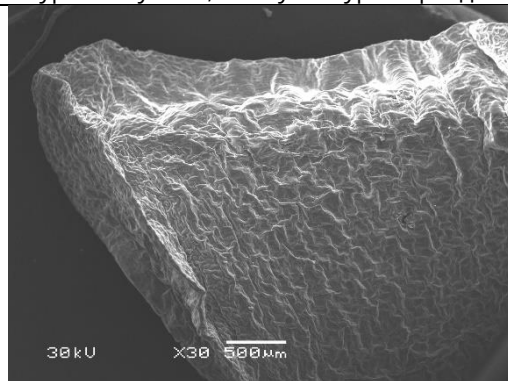


Рис. 9. СЭМ. Часть семени *Iris sibirica* с крылом.
Fig. 9. SEM. The part of *Iris sibirica* seed with wing.

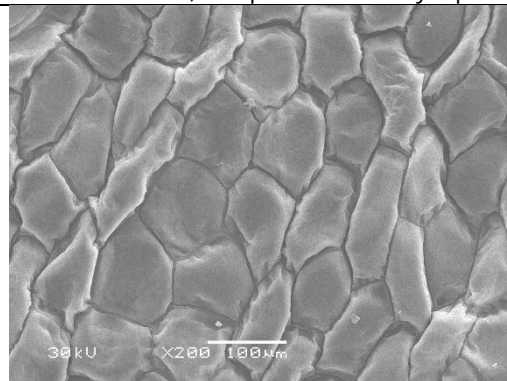


Рис. 10. СЭМ. Ультраструктура поверхности семенной кожуры *Iris sibirica*.
Fig. 10. The ultrastructure of *Iris sibirica* seed surface.

Обсуждение

Считается, что размер и форма семян являются относительно устойчивыми родовыми признаками, однако, в изученных видов форма семян варьирует от округло-веретенообразной (*I. aphylla*), D-образной (*I. pseudacorus*, *I. sibirica*, *I. graminea*), грушевидной (*I. sintenisii*). Следует отметить, что по литературным данным у растений *I. pseudacorus* форма семян удлинённо-яйцевидная (Bojčanský & Fargašová, 2007). В исследованных видов рубчик округлый или каплевидный, небольшой, по положению – базальный, с ярко выраженным валиком. У видов *I. sibirica* и *I. pseudacorus* имеется крыло, которое охватывает все семя, зато у других видов оно отсутствует.

Первичная скульптура включает в себя контур эпидермальных клеток, в том числе форму и рельеф антиклинальных стенок и кривизну внешней периклиальной стенки. Нами установлено, что кривизна антиклинальных стенок клеток (прямые) является общей для изученных таксонов. Кроме того, все исследованные виды характеризуются полигональными клетками тесты; которые или изодиаметрические (*I. aphylla*, *I. sintenisii*, *I. graminea*), или удлинённые (*I. sibirica*, *I. pseudacorus* (преимущественно на крыле)). Установлено, что лишь у семян *I. sintenisii* границы клеток тесты практически не просматриваются, антиклинальные стенки плотно слиты. У *I. graminea*, *I. pseudacorus*, *I. sibirica*, *I. aphylla* они четкие, антиклинальные стенки смежных клеток разделены вдоль средней пластинки. Все исследуемые виды характеризуются равномерно утолщенными дистальными и проксимальными антиклинальными стенками клеток тесты.

Кривизна внешней периклиальной стенки клеток эпидермальной ткани обуславливает видимую шероховатость поверхности органов. Периклиальные стенки клеток могут быть плоскими, вогнутыми или выпуклыми. Есть много описательных терминов для формы выпуклых клеток, например, конические, куполообразные, сосочкоподобные вплоть до плавного перехода к одноклеточным трихомам (Barthlott, 1981). Кривизна внешних периклиальных стенок может служить диагностическим признаком для низших таксономических категорий. Поскольку существует небольшое количество морфологического разнообразия периклиальных стенок клеток, плоские или выпуклые стенки встречаются среди всего царства растений, то можно говорить о незначительном систематическом значении данных признаков. С другой стороны, существуют формы клеток, обусловленные особой структурой внешних периклиальных стенок, для которой вряд ли можно использовать существующие описательные термины, но они имеют важное систематическое значение (Barthlott, 1981). У исследуемых видов внешние периклиальные стенки клеток тесты вогнутые (*I. pseudacorus*, *I. sibirica*).

Вторичная скульптура. Утолщения клеточной стенки могут возникать в виде различных узоров на внутренней или внешней стороне периклиальных стенок, а также на антиклинальных стенках эпидермальных клеток. Они могут не быть особенностью поверхности «живых» клеток, но часто их видно в связи с деформацией мертвых клеток; например, в семенных оболочках. Утолщения, как правило, не регулярные, могут быть разного характера. Утолщение вторичных стенок эпидермальных клеток всегда имеет высокое таксономическое значение и часто характеризует связь между родами и подсемействами (Barthlott & Ziegler, 1981). Исследованные нами виды характеризуются бороздчатой (*I. pseudacorus*, *I. sibirica*) или гладкой (*I. sintenisii*, *I. aphylla*, *I. graminea*) ультраструктурой внешних периклиальных стенок клеток тесты.

Семена изученных нами видов характеризуются колликулярным (*I. pseudacorus*, *I. sibirica*), сетчатым (*I. aphylla*), нечётко-ячеистым (*I. sintenisii*), и нечётко-колликулярным (*I. graminea*) рельефом.

Результаты анализа ультраструктуры семян позволили нам составить ключ для определения видов рода *Iris* флоры Украинских Карпат по признакам семян.

1. Форма семени D-образная	2.
Форма семени округло-веретеноподобная или грушеподобная	4.
2. Семя без крыла. Ультраструктура периклиальных стенок клеток тесты гладкая	<i>I. graminea</i>
Семя с крылом. Ультраструктура периклиальных стенок клеток тесты бороздчатая	3.
3. Семя размером 0,5-0,7 см	<i>I. sibirica</i>
Семя размером 0,2-0,4 см	<i>I. pseudacorus</i>
4. Рельеф семени сетчатый. Рубчик имеет валик.	
Форма семени округло-веретеноподобная	<i>I. aphylla</i>
Рельеф семени нечётко-ячеистый. Рубчик без валика.	
Форма семени грушеподобная	<i>I. sintenisii</i>

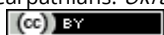
References

- Barthlott, W. (1981). Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. Nord. J. Bot. Copenhagen, 1(3), 345-355. doi: 10.1111/j.1756-1051.1981.tb00704.
- Barthlott, W., Ziegler, B. (1980). Über ausziehbar helicale Zellwandverdickungen als Haft-Apparat der Samenschalen von *Chiloschista lunifera* (Orchidaceae). Ber. Deutsch. Bot. Ges., 93, 391-403. doi: 10.1111/j.1438-8677.1980.tb03349.

- Canne, J. M. (1979). A light and scanning electron microscope study of seed morphology in Agalinis (Scrophulariaceae) and its taxonomic significance. *Syst. Bot.*, 4, 281-296.
- Canne, J. M. (1980). Seed surface features in Aureolaria, Brachystigma, Tomanthera, and certain South American Agalinis (Scrophulariaceae). *Syst. Bot.*, 5, 241-252.
- Chance, G. D., Bacon, J. D. (1984). Systematic implications of seed coat morphology in Nama (Hydrophyllaceae). *American Journal of Botany*, 7(6), 829-842.
- Chopyk, V.I., Fedoronchuk, M.M. (2015). Flora Ukrai'ns'kyh Karpat. TzOV «Terno-graf», Ternopil. (In Ukrainian).
- Chuang, T. I., Heckard, L. R. (1972). Seed-coat morphology in Cordylanthus (Scrophulariaceae) and its taxonomic significance. *Amer. J. Bot.*, 59, 258-265.
- Clark, C., Jernstedt, J.A. (1978). Systematic studies of Eschscholzia (Papaveraceae). II. Seed coat microsculpturing. *Syst. Bot.*, 3, 386-402.
- Didukh, Ya.P. (ed.) (2009). Red book of Ukraine. The plant world. Globalconsulting, Kyiv. (In Ukrainian)
- Dobrochaeva, D.N., Kotov, M.I., Prokudin, Ju.N. i dr. (1987). Opredelel' vysshih rastenij Ukrainy. 1 izd. Nauk. dumka, Kiev. (In Russian).
- Fayed, A.A., El Naggar, S.M. (1988). Taxonomic studies on Cruciferae in Egypt. 2. Taxonomic significance of the seed coat sculpturing in species of tribe Brassiceae. *Taekholmia*, 11, 87- 95.
- Fayed, A.A., El Naggar, S.M. (1996). Taxonomic studies on Cruciferae in Egypt. 4. Seed morphology and taxonomy of the Egyptian species of Lepidieae. *Bull. Fac. Sci. Assiut Univ.*, 25, 43-50.
- Fomin, O.V., Bordzilovs'kyj, Je.I. (1950). Rid Pivnyky – Iris (Tourn.) L. In *Flora URSR*, 3, 283-303. Academy of Sciences of Ukraine Press, Kyiv. (In Ukrainian)
- Haridasan, V.K., Mukherjee, P.K. (1993). Seed surface features in Indian Lobeliaceae. *Phytomorphology*, 43, 287-294.
- Heyn, C.C., Herrnstadt, I. (1977). Seed coat structure of Old World Lupinus species. *Bot. Not.*, 130, 427-435.
- Heywood, V.H. (1971). Scanning electron microscopy. Systematic and evolutionary applications. London, New York, Academic Press.
- Hill, R.J. (1976). Taxonomic and phylogenetic significance of seed microsculpturing in Mentzelia (Loasaceae) in Wyoming and adjacent Western states. *Brittonia*, 28, 86-112.
- Juan, R., Pastor, J., Fernandez, I. (2000). SEM and light microscope observations on fruit and seeds in Scrophulariaceae from southwest Spain and their systematic significance. *Annals of Botany*, 86, 323-338. doi:10.1006/anbo.2000.1188.
- Karam, M.F. (1997). Scanning electron microscope studies of seed characters in Trifolium L. (Fabaceae). *Phytomorphology*, 47, 51-56.
- Koul, K.K., Ranjna, N., Raina, S.N. (2000). Seed coat microsculpturing in Brassica and allied genera (subtribes Brassicinae, Raphaninae, Moricandiinae). *Annals of Botany*, 86, 385-397. doi:10.1006/anbo.2000.1197.
- Matthews, J.F., Levins, P.A. (1986). The systematic significance of seed morphology in Portulaca (Portulacaceae) under scanning electron microscopy. *Syst. Bot.*, 11, 302-308.
- Musselman, L.J., Mann, W.F. (1976). A survey of surface characteristics of seeds of Scrophulariaceae and Orobanchaceae using scanning electron microscopy. *Phytomorphology*, 26, 370 -378.
- Newell, C.A., Hymowitz, T. (1978). Seed coat variation in Glycine Wild. subgenus Glycine (Leguminosae) by SEM. *Brittonia*, 30, 76-88.
- Seavey, S.R., Magill, R.E., Raven, P.H. (1977). Evolution of seed size, shape and surface architecture in the tribe Epilobieae (Onagraceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 64, 18-47.
- Segarra, J.G., Mateu, I. (2001). Seed morphology of Linaria species from eastern Spain: identification of species and taxonomic implications. *Bot. J. Linn. Soc.*, 135, 375-389.
- Stern, W.T. (1992). Botanical Latin. IV Edition. David Charles, London.
- Vít Bojňanský, Agáta Fargašová. (2007). Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora. The Carpathian Mountains Region. Springer.
- Volutsa, O.D. (2011). Iris brandzae Prodán (Iridaceae) u flori Chernivec'koi oblasti. Aktual'ni problemy botaniky ta ekologii'. *Proceed. Int. Conf. Berezne, Ukraine* (In Ukrainian).
- Whiffin, T., Tomb, A.S. (1972). The systematic significance of seed morphology in the neotropical capsular-fruited Melastomataceae. *Amer. J. Bot.*, 59, 411-422.
- Wofford, B.E. (1981). External seed morphology of Arenaria (Caryophyllaceae) of the southeastern United States. *Syst. Bot.*, 6, 126-135.
- Zhygalova, S.L., Futorna, O.A. (2016). Ul'trastruktura poverhni nasynyn vydiv pidrodu Xyridion (Tausch) Spach rodu Iris L. (Iridaceae) flory Ukrai'ny. *Modern Phytomorphology*, 9, 97-105. (In Ukrainian).

Citation:

Futorna, O.A., Zhygalova, S.L., Badanina, V.A. (2018). The seed's ultrastructure of genus Iris L. s.l. (Iridaceae) species from Ukrainian Carpathians. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 5-10.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License