



Биол. журн. Армении, 3 (73), 2021

ПАЛИНОМОРФОЛОГИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА CROCUS L. (IRIDACEAE) ФЛОРЫ АРМЕНИИ

А.Г. МУРАДЯН

Институт ботаники им. А. Л. Тахтаджяна НАН РА
alla.muradyan.1991@mail.ru

С помощью светового (СМ) и сканирующего электронного (СЭМ) микроскопов изучена морфология пыльцы двух видов рода *Crocus* L. (Iridaceae) флоры Армении.

Морфология пыльцы – Iridaceae – Crocus

Լուսային (ԼՍ) և սկաներային էլեկտրոնային (ՍԷՍ) մանրադիտակների օգնությամբ ուսումնասիրվել է Հայաստանի ֆլորայի *Crocus* L. (Iridaceae) ցեղին պատկանող երկու տեսակների ծաղկափղոշու մորֆոլոգիան:

Ծաղկափղոշու մորֆոլոգիա – Iridaceae – Crocus

The palynomorphology of 2 species of the genera *Crocus* L. (Iridaceae) of flora of Armenia was studied using light microscopy (LM) and scanning electron microscopy (SEM).

Pollen morphology – Iridaceae – Crocus

Представители рода *Crocus* L. – многолетние клубнелуковичные травянистые растения. В составе рода отмечается около 80 видов, произрастающих в Средиземноморье (включая Южную Европу, Северную Африку) и Юго-Западной Азии. В Армении этот род представлен двумя видами – *C. adamii* J. Gay и *C. speciosus* M. Bieb.[3]

C. adamii – чрезвычайно полиморфный вид, широко распространен в Ширакском, Лорийском, Иджеванском, Апаранском, Севанском, Гегаркуникском, Ереванском, Дарелегисском, Зангезурском и Мегринском флористических районах на высоте 1000-2900 м над ур. м. на сухих каменистых местах, в шибляке, а также в лиственных лесах, степях и др. [3]

Вид *C. speciosus* произрастает в Иджеванском, Гегаркуникском, Ереванском, Дарелегисском, Зангезурском флористических районах и встречается в лесах, посевах, лугах и степях на высоте 900-2800 м над ур. м. [3]

По литературным данным, указанные два вида отличаются друг от друга в первую очередь периодом цветения: у *C. adamii* цветки появляются весной, а у *C. speciosus* – осенью. В то же время Габриэлян [3] отмечает, что из окрестностей Гехарта А. Ахвердов и Н. Мирзоева собрали образцы *C. adamii*, цветущие осенью.

Клубнелуковицы у *C. adamii* с кожистыми чешуями, листья синантные (т. е. появляются вместе с цветками), 1-3 мм ширины, в количестве 3-9. У вида *C. spe-*

ciosus клубнелуковицы с бумажистыми чешуями, листья гистерантные (появляются после цветения), 4-5 мм ширины, количество листьев 3-4. Существенные отличия между указываемыми двумя видами приводятся также и по особенностям цветка. В частности, вид *C. speciosus* характеризуется одиночными цветками с не выступающими из катафиллов прицветниками и ярко сиренево-фиолетовым околоцветником. У *C. adamii* прицветники выступают из катафиллов, цветков 1-2(3), а околоцветник от светло- до темносиреневого цвета [3].

Оба вида были включены в первое издание Красной книги Армении в категории 3 (сокращающиеся виды) [4], однако во втором издании они представлены лишь в Приложении 6 в категории “Вызывающие наименьшие опасения” [15].

Кариологические исследования по выявлению чисел хромосом в пределах рода *Crocus* флоры Армении проводились лишь по виду *C. adamii* ($2n = 10$) [7], а по виду *C. speciosus*, согласно другим литературным источникам, основное число хромосом может равняться $x = 12, 14, 16, 18$ [10].

Данные по структуре завязи и плода двух видов рода *Crocus* (*C. alatavicus* Regel & Semen. и *C. adamii*) представлены в работе Оганезовой [8]. Для обоих изученных видов автор указывает 3-гнездную нижнюю завязь с многочисленными семязачатками и септальные нектарники; зрелый плод – локулицидная коробочка. Автор также отмечает, что в пределах семейства Iridaceae лучше всего ткани плода сохраняются у видов рода *Crocus*.

Изучение особенностей морфологии пыльцы представителей рода *Crocus* на уровне светового микроскопа (СМ) проводили Эрдтман [11], Куприянова [5], Бобров и др. [2]. При этом у данных авторов нами выявлены некоторые несоответствия при описании типа апертур. Так, Куприянова [5] для 4 изученных видов приводит безбороздные, многопоровые пыльцевые зерна или со спирально завернутой бороздой. В своих дальнейших исследованиях по пыльце рода *Crocus* [2] автор исключает термин многопоровые, используя термины “безапертурные”, “многоапертурные” (т. е. слабобороздковидные с б. или м. спирально расположенными бороздками) или “спиральноапертурные”. Для пыльцы вида *C. speciosus* Куприянова отмечает апертуры со спирально завернутой бороздой [5] или спиральноапертурные пыльцевые зерна [2]. Erdtman [12] по 11 видам рода *Crocus* приводит безапертурные (nonaperturate), многоскладчатые (polyrugoidate) или спиральноапертурные (spiraperturate) пыльцевые зерна, однако в русском варианте данной книги [11] указанные апертурные типы переведены как “беспоровые”, “многоморщинистые” или “более или менее спиралевидно-поровые”.

На уровне сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) изучение проводили Valdes et al. [16], Spasova, Todorova [14], Isisk et Dömnöz [13]. Valdes et al. по виду *C. serotinus* Salisb. отмечают безапертурный вид пыльцы [16]. Spasova, Todorova [14], исследуя морфологию пыльцы 9 видов рода *Crocus* флоры Болгарии, выделяют 2 палинотипа: тип *C. biflorus* с одной спиральной апертурой (syncolpate) и тип *C. vernus* – пыльцевые зерна безапертурные (inaperturate). Isisk, Dömnöz [13], проведя изучение 29 турецких представителей рода *Crocus*, отмечают наличие нескольких типов апертур: спиральная борозда (spiraperturate), более или менее вытянутые борозды (more or less extensive furrows) и короткие борозды (short furrows). Пыльцу вида *C. speciosus* авторы характеризуют как спиральноапертурную.

Краткое описание морфологии пыльцы обоих представителей рода *Crocus* (на уровне СМ) дано в 10 томе “Флоры Армении” [3].

В настоящей работе приводятся результаты исследований морфологии пыльцы *C. adamii* и *C. speciosus* на уровне светового (СМ) и сканирующего электронного (СЭМ) микроскопа. По виду *C. speciosus* исследованы также особенности морфологии пыльцы, взятой с образца с нехарактерными белыми цветками из популяции на территории Ереванского Ботанического сада, представленной в основ-

ном обычными сиренево-фиолетовыми цветками. По нашему мнению, из-за небольшого количества белоцветковых образцов (2-3 %) здесь можно говорить о наличии в данной популяции растений-альбиносов. По виду *C. adamii* также была отдельно изучена морфология пыльцы с белоцветковых образцов, собранных Э.Ц. Габриэлян на горе Артени. Однако в данном случае автор сбора указывает на наличие целой популяции с совершенно белыми цветками (которые в сушке часто становятся темно-голубыми) [3].

Материал и методика. Материалом для настоящих исследований послужила пыльца, полученная из гербария Института ботаники НАН Армении (ERE), а также из личных сборов на территории Ереванского и Иджеванского ботанических садов Армении. Изучение особенностей морфологии пыльцы проводилось с применением светового (СМ), а также сканирующего электронного (СЭМ) микроскопов. Для исследования на уровне светового микроскопа (AmScope) пыльцевые зерна были обработаны двумя основными методами, а именно методом окрашивания основным фуксином [9] и упрощенным ацетоллизным методом [1]. Однако было замечено, что при обработке ацетоллизным методом оболочка пыльцевых зерен частично или полностью разрушается¹. В связи с этим, основные исследования, а также микрофотографирование пыльцы всех изученных образцов на уровне СМ нами проводились преимущественно на материале, окрашенном основным фуксином.

При описании структуры оболочки пыльцевых зерен по данному роду приводится характеристика не только экзического слоя, но также и гиалины – хорошо выраженного наружного слоя интины.

Пыльца исследовалась при увеличении $\times 200$, $\times 400$ и $\times 1000$, измерения проводились на 10 пыльцевых зернах по каждому из изученных образцов.

Краткая палиноморфологическая характеристика представителей рода *Crocus* флоры Армении (на уровне СМ) представлена в табл.1.

Микрофотографии пыльцы на уровне сканирующего электронного микроскопа (JEOL JSM-7000) были получены в Центре эколого-ноосферных исследований НАН РА (Ереван, Армения) методом вакуумного напыления золотом сухих неацетоллизированных пыльцевых зерен.

По каждому виду на уровне СМ проведен также подсчет числа шипиков на 5 мкм^2 поверхности пыльцевого зерна (на 5 участках по каждому из представленных образцов).

При измерении высоты шипиков (СМ, СЭМ) подсчет проводился на 5 шипиках по 10 пыльцевым зернам по каждому из исследуемых образцов.

Морфологическая терминология, используемая в наших исследованиях, в основном соответствует терминологии, предложенной Эрдтманом [11], Куприяновой, Алешиной [6], а также Бобровым и др [2].

Изученные образцы: *Crocus adamii* J. Gay: Армянская ССР, Ехегнадзорский р-н, окр. с. Гюлидуз, левый лесистый борт ущ. р. Ехегис 12.04.1974. Leg. Аветисян, В. Манакян, А. Погосян, Л. Мнацаканян, А. Сардарян, О. Никищенко (ERE, 143107); Араратский марз, окр. с. Лусагог, субальпийский луг, $39^{\circ}51'39''\text{N}/44^{\circ}58'14''\text{E}$, 1890 м над ур. м. 19.03.2018. Leg. М. Оганесян, Г. Оганезова, М. Саркисян, И. Габриэлян, А. Элбакян, А. Хачатрян, А. Ачоян (ERE, 196495); Armenia, Selim pass, wet places, 2200 m. Leg. E. Gabrielian, N. Stepanyan (ERE, 192728); Армения, Ширак, г. Артени, горная степь, 1800-2000 м. Цветки совершенно белые 9.4.1998. Leg. E. Gabrielian (ERE, 149143); *Crocus speciosus* M. Bieb: Ерев. Бот. сад, 16.10.2020. Leg. А. Мурадян (личн. сб.); Ерев. Бот. сад, 26.10.2020. Leg. А. Сонян (личн. сб.); Ерев. Бот. сад, 15.10.2020. Leg. А. Мурадян (личн. сб.); Иджеван. Бот. сад, 04.10.2019. Leg. А. Мурадян (личн. сб.); Арм ССР, Зангезур, окр. Базарчая, верховье р. Воротан, в роще, 200 м. 10.1979. Leg. В. Агабабян (ERE, 113142).

¹ Подобное явление было отмечено также Куприяновой, указывающей, что при ацетоллизной обработке пыльца у некоторых видов данного рода растрескивается [2].

Результаты и обсуждение.**Род *Crocus* L.*****C. adamii* J. Gay**

(фототабл. I, 1-8, табл. 1.)

Пыльцевые зерна (п. з.) спиральноапертурные, шаровидные, в очертании округлые, (53,4) 56,0-69,0 (72,4) мкм в диаметре. Апертуры лентовидные, (1,1) 2,2-3,2 (5,0) мкм шириной, поверхностные (СМ, СЭМ), часто прерывистые. Экзина тонкая, 0,8-1,2 мкм толщиной, столбики тонкие, расставленные (фототабл. I, 3). Толщина гиалинового слоя интины варьирует в пределах (0,8) 1,2-2,6 мкм (фототабл. I, 3). Скульптура экзины шипиковатая (фототабл. I, 2, 7) (СМ); скульптура экзины регулярно перфорированно-шипиковатая, шипики прямые, конические, с заостренными концами; иногда между шипами заметны отдельные гранулы (фототабл. I, 6) (СЭМ); высота шипиков 0,8-1,97 мкм, количество шипиков на 5 мкм² поверхности пыльцевого зерна (3) 5-7 (8) (СМ, СЭМ).

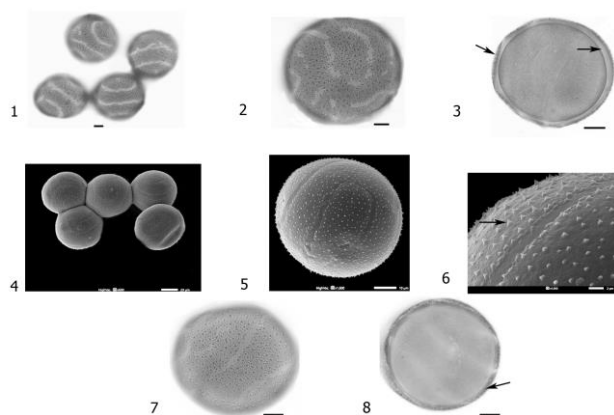
***C. speciosus* M. Bieb.**

(фототабл. II, 1-11, табл. 1)

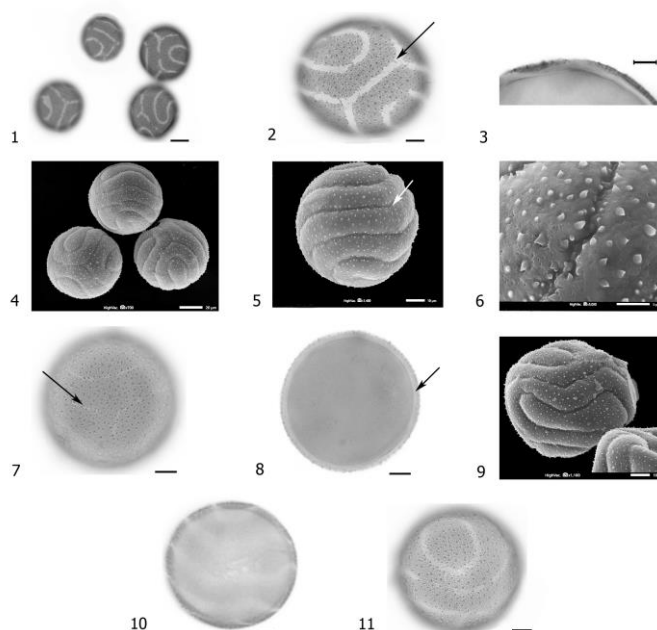
Пыльцевые зерна (п. з.) спиральноапертурные, шаровидные, в очертании округлые, 72,2-87,9 мкм в диаметре. Апертуры лентовидные, на уровне СМ поверхностные (фототабл. II, 2, 11), на уровне СЭМ – погруженные, образуют регулярные спиральные кольца на поверхности пыльцевого зерна (фототабл. II, 4-5, 9); ширина апертур 1,6-2,2-3,9 (6,6) мкм (СМ); на мембране апертур отмечены отдельные или в группе по 2-4 нерегулярно расположенные гранулы (фототабл. II, 2, 6) (СМ, СЭМ). Экзина (0,6) 1,0-1,8 толщиной, столбики тонкие, равномерно расставленные (фототабл. II, 3). Гиалина (1,8) 2,2-3,7 мкм, равномерно утолщена вдоль всего пыльцевого зерна (фототабл. II, 8). Скульптура экзины шипиковатая (фототабл. II, 2, 7, 11) (СМ); скульптура экзины перфорированно-шипиковатая, иногда между шипиками заметны отдельные гранулы (фототабл. II, 6) (СЭМ); шипики в основном прямые, конические, 0,8-1,3 (2,7) мкм высотой, количество шипиков на 5 мкм² поверхности пыльцевого зерна (3) 4-7 (СМ, СЭМ).

Исследования показали, что пыльца обоих изученных видов рода *Crocus* флоры Армении спиральноапертурная, относительно крупная (56,0-87,9 мкм в диаметре), шаровидная, в очертании округлая. Экзина (0,6) 1,0-1,8 мкм толщины, столбчатый слой в основном хорошо выражен, столбики равномерно расставленные, длинные, тонкие. Гиалина у обоих видов примерно в два раза толще экзины. На уровне светового микроскопа (СМ) у пыльцы изученных видов нами отмечена шипиковатая скульптура экзины, на уровне СЭМ скульптура экзины у обоих видов перфорированно-шипиковатая, изредка между шипами наблюдаются отдельные гранулы. Шипики в основном прямые, конические, 0,8-1,3 (2,7) мкм высотой, количество шипиков на 5 мкм² поверхности пыльцевого зерна (3) 4-7 (8) (СМ, СЭМ).

Было установлено, что основным отличительным признаком между видами *C. adamii* и *C. speciosus* на уровне СМ являются общие размеры пыльцевых зерен (56,0-69,0 и 72,2-87,9 соответственно). На уровне СЭМ указанные различия могут быть дополнены также и общим видом спиральных апертур. В частности, у вида *C. adamii* спиральные лентовидные апертуры поверхностные (как на уровне СМ, так и СЭМ), часто прерывистые (фототабл. I, 2, 5). А у вида *C. speciosus* четко видно, что у необработанных пыльцевых зерен (для исследования на СЭМ) апертуры погруженные, образуют регулярные спиральные кольца на поверхности пыльцевого зерна, в то время как при обработке фуксином для исследования на уровне СМ пыльцевые зерна набухают, вследствие чего подобные погруженные апертуры выглядят как поверхностные (фототабл. II, 2, 5 и 7, 9). Высота и количество шипиков на единицу площади не имели систематического значения.

**Фототаблица I.** Пыльцевые зерна вида *C. adamii* J. Gay

1-6 – п. з., взятые с образца с обычными фиолетовыми цветками: 1-2 – общий вид п. з., 3 – экзина и гиалина (отмечены стрелками) (СМ), 4-5 – общий вид п. з., 6 – скульптура экзины (стрелкой отмечены конические шипики) (СЭМ) (ERE, 196145); 7-8 – п. з., взятые с образца из популяции белыми цветками: 7 – общий вид п. з. и скульптура экзины, 8 – экзина, столбчатый слой (отмечено стрелкой) (СМ) (ERE, 149143) (масштабная линейка: 1-3, 7-8 – 10 мкм).

**Фототаблица II.** Пыльцевые зерна вида *Crocus speciosus* M. Bieb.

1-6 – п. з. взятые с образца с обычными фиолетовыми цветками: 1-2 – общий вид п. з. (2 – стрелкой отмечены гранулы на мембране апертур), 3 – спородерма (СМ), 4-5 – общий вид п. з. (5 – со стрелкой отмечены погруженные спиралевидные апертур), 6 – скульптура экзины (СЭМ) (ERE, личн. сб., 16.10.2020); 7-9 – п. з., взятые с образца, собранного из Зангезура: 7 – общий вид п. з. (стрелкой отмечены узкие апертур), 8 – структура спородермы (стрелкой отмечена гиалина) (СМ); 9 – общий вид п. з. с погруженными спиралевидными апертур (СЭМ) (ERE, 113142); 10-11 – общий вид п. з. с белоцветкового образца, собранного на территории Ереванского ботанического сада (личн. сб., 15.10.2020) (СМ) (масштабная линейка: 1-2, 7-8, 10-11 – 10 мкм, 3 – 3 мкм)

Краткая палиноморфологическая характеристика представителей рода *Crocus* L. флоры Армении дана в табл. 1.

Таблица 1. Палиноморфологическая характеристика представителей рода *Crocus* L. флоры Армении*

	Диаметр п. з. (мкм)	Ширина апертур (мкм)	Толщина экзины (мкм)	Толщина гиадины (мкм)	Высота шишников (мкм)	Количество шишников на 5 мкм ²	Номер образца
<i>C. adamii</i> (с фиолет. цветками)	(53,4) 56,0-69,0 (72,4) / 58,9	(1,1) 2,2-3,2 (5,0) / 2,8	0,8-1,2 / 0,9	(0,8) 1,2-2,6 / 1,6	0,8-1,97 / 1,2	(3) 5-7 (8) / 5	ERE, 143107 ERE, 192728 ERE, 196145
<i>C. adamii</i> (с белыми цветками)	57,1-65,8 / 55,36	1,16-3,0 / 1,87	(0,6) 0,8-1,0 / 0,8	1,3-2,4 / 1,72	0,7-1,90 / 0,9	4-7 / 5	ERE, 149143
<i>C. speciosus</i> (с фиолет. цветками)	72,2-87,9 / 78,72	1,6-2,2-3,9 (6,6) / 2,7	(0,6) 1,0-1,8 / 1,5	(1,8) 2,2-3,7 / 2,7	0,8-1,3 (2,7) / 1,05	(3) 4-7 / 5	лич. сб., 04.10.2019 16.10.2020 26.10.2020
<i>C. speciosus</i> (с белыми цветками)	(77,4) 82,0-89,9 / 84,8	1,7-3,2 / 2,5	0,8-1,7 / 1,3	1,8-3,0 / 3,0	0,9-1,7 / 0,8	4-7 / 5	лич. сб., 15.10.2020
<i>C. speciosus</i> (сбор из Зангезура)	(67,9) 72,8-79,6 / 73,6	(0,4) 1,9-2,5 / 1,6	0,73-1,2 / 1,0	2,24-3,54 / 3,0	1,1-2,7 / 1,4	(3) 4-7 / 5	ERE, 113142

*После косой линии в таблице приведены усредненные данные, полученные при измерении 10 пыльцевых зерен.

В процессе исследований по обоим видам нами был проведен также сравнительно-палиноморфологический анализ пыльцевых зерен, взятых с различных образцов. В частности, по виду *C. adamii* проводилось сравнение морфологических признаков пыльцы между образцами с обычными фиолетовыми цветками и образца из белоцветковой популяции, собранного на горе Артени. Результаты исследований показали, что пыльцевые зерна у всех изученных образцов (как с фиолетовыми, так и с белыми цветками) очень близки по своим размерам и варьируют в пределах 56,0-69,0 мкм (фототабл. I).

Сравнительно-палиноморфологический анализ пыльцевых зерен был проведен также по различным образцам по виду *C. speciosus*. На первом этапе сравнение (на уровне СМ) проводилось между образцами с обычными фиолетовыми цветками, собранными на территории Иджеванского дендропарка и Ереванского ботанического сада, и образца с белым цветком собранного с той же популяции из Ереванского ботанического сада. Исследования показали, что пыльца белоцветкового образца по своим общим размерам немного крупнее, чем у образцов с обычными фиолетовыми цветками (82,0-89,9 мкм и 72,2-87,9 соответственно), однако находится в пределах нормы, характерной для данного вида (фототабл. II, 10-11).

Отдельный интерес вызвало изучение пыльцы вида *C. speciosus*, взятой с образца с фиолетовыми цветками, собранного из Зангезура. В данном случае на уровне СМ наблюдались значительно узкие (по сравнению с другими изученными образцами данного вида), часто прерывистые поверхностные апертурные ((0,4) 1,9-2,5 и 1,6-3,9 (6,6) соответственно). Однако исследования на уровне СЭМ выявили, что у пыльцы указанного образца отмечаются типичные погруженные апертурные, характерные для вида *C. speciosus*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисян Е.М. Упрощенный ацетолитный метод обработки пыльцы. Бот. журн., 35, 4, с. 385-387, 1950.
2. Бобров А.Е., Купрянова Л.А., Литвенцева М.Б., Тарасевич В.Ф. Споры папоротникообразных и пыльца голосеменных и однодольных растений флоры европейской части СССР. Ленинград, 207 с., 1983.
3. Габриэлян Э.Ц. Род *Crocus* (сем. Iridaceae). Флора Армении. A.R.G. Gantner Verlag KG Ruggell/Liechtenstein, 10, 610 с., 2001.
4. Красная книга Армянской ССР. Ереван „Айастан“, 286с., 1989.
5. Купрянова Л.А. Морфология пыльцы однодольных растений. Труды Ботанического ин-та, вып. 7, с. 163-262, 1948.
6. Купрянова Л.А., Алешина Л.А. Палинологическая терминология покрытосеменных растений. „Наука“, Ленинград, 84 с., 1967.
7. Назарова Э.А., Гукасян А.Г. Числа хромосом цветковых растений флоры Армении. Ереван, 171 с., 2004.
8. Оганезова Г.Г. Структура семени и система лилейных. Ереван, Институт ботаники НАН РА, 248 с., 2008.
9. Смольянинова Л.А., Голубкова В.Ф. К методике исследования пыльцы. Докл. АН СССР, 75, 1, с. 125-126, 1950.
10. Федеров А.А. Хромосомные числа цветковых растений. „Наука“, Ленинград, 926 с., 1969.
11. Эрдитман Г. Морфология пыльцы и систематика растений. М., 486 с., 1956.
12. Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy / Angiosperms. Stockholm, 539 p., 1952.
13. Isik S., Dörmöz E.O. Pollen morphology of some Turkish *Crocus* L. (Iridaceae) species. Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica 48/1: 85-91, 2006.
14. Spasova K.U., Todorova M.P. Pollen morphology of *Crocus* L. (Iridaceae) in Bulgaria. Journal of Central European Agriculture, 13, 2, p. 361-368, 2012.
15. Tamanyan K., Fayyush G., Nanagyulyan S., Danielyan T. (eds.). The Red Data Book of plants of RA. Yerevan: Zangak, 598 p., 2010.
16. Valdes B., Diez M.J., Fernandez I. Atlas polinico de Andalucia occidental. Sevilla, Octubre, 451 p., 1986.

Поступила 23.06.2021