

**БОТАНИКА**

УДК 581.331.2:582.661.15

**А. М. Айрапетян, А. О. Сонян**

**Морфологические особенности пыльцы некоторых представителей подсемейства *Salsoloideae* (*Chenopodiaceae*) флоры Южного Закавказья. II. Роды *Girgensohnia* Bunge ex Fenzl и *Anabasis* L.**

(Представлено чл.-кор. НАН РА Ж. А. Варданяном 14/IV 2021)

**Ключевые слова:** морфология пыльцы, *Chenopodiaceae*, *Salsoloideae*, *Girgensohnia*, *Anabasis*, Южное Закавказье.

**Введение.** Род *Girgensohnia* был впервые описан Бунге [1] и включал четыре однолетних вида (*G. diptera* Bunge, *G. imbricata* Bunge, *G. minima* Korovin, *G. oppositiflora* (Pall.) Fenzl). Позднее Сухоруков [2], пересмотрев состав рода, признал пять видов, и в том числе один новый вид – *G. bungeana* Sukhor. Автор отмечает, что важнейшими признаками для определения границ видов рода *Girgensohnia* являются наличие трихом и количество крыловидных выростов на долях околоцветника [2]. Молекулярными исследованиями [3, 4] была установлена монофилетичность трех видов рода *Girgensohnia* (*G. imbricata*, *G. minima*, *G. oppositiflora*).

В Южном Закавказье род представлен одним видом – *G. oppositiflora* (Pall.) Fenzl. Это сизые, растопыренно-ветвистые, жестковатые, покрытые шипиками однолетние растения 10-50 см высотой, произрастающие на засоленных и песчаных почвах и глинисто-щебнистых склонах. Вид имеет ограниченное распространение на Кавказе, в Армении не был собран после 1934 г. [5, 6], во втором издании Красной книги Армении [7] представлен в категории DD (Data deficient, или Недостаток данных).

Род *Anabasis* был описан в 1753 г. и включал около 28 видов, большинство из которых нанофанерофиты и хамефиты, за исключением *A. annua* Bunge (терофит) [8]. В настоящее время объем рода *Anabasis* является предметом дискуссий, а межвидовые различия базируются в основном на морфологических признаках, среди которых можно отметить

наличие или отсутствие прицветничков, число цветков в пазухе прицветников, степень выраженности листьев, наличие папилл на плодах и др. [9 – 13].

Сухоруковым проводилось подробное изучение морфолого-анатомических особенностей 26 видов рода *Anabasis* [8, 13], при этом в качестве наиболее важных диагностических признаков в пределах данного рода автором в первую очередь рассматриваются жизненная форма (нанофанерофиты, хамефиты, каудексные хамефиты, терофиты), а затем признаки строения вегетативной и репродуктивной сферы. Молекулярные исследования 8 видов рода *Anabasis*, и в том числе видов, произрастающих в Южном Закавказье, указывают на их монофилетическое происхождение, за исключением *A. setifera* Moq. [3].

В Южном Закавказье род представлен двумя видами (*A. eugeniae* Iljin и *A. aphylla* L.), которые, согласно Акопян [6], произрастают исключительно в Нахичеванской АР, хотя ранее ареал вида *A. aphylla* охватывал также и территорию Армении [5]. Представители рода – полукустарнички 10-25 см высотой (*A. eugeniae*) или полукустарники 30–60 (70) см высотой (*A. aphylla*), произрастающие соответственно на пестроцветных гипсоносных глинах и на солончаках, слабосолонцеватых почвах [6].

Вид *A. eugeniae* является эндемиком Атропатенской подпровинции Армено-Иранской провинции и вместе с *Salsola tamamschjanae* Iljin находится под охраной на территории Нахичеванской АР [6].

Краткие описания морфологии пыльцы представителей маревых, и в том числе родов *Girgensohnia* и *Anabasis*, полученные с помощью светового микроскопа (СМ), даны во втором томе «Флоры Армении» [14]. Исследования проводились также на уровне сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) [15 – 18].

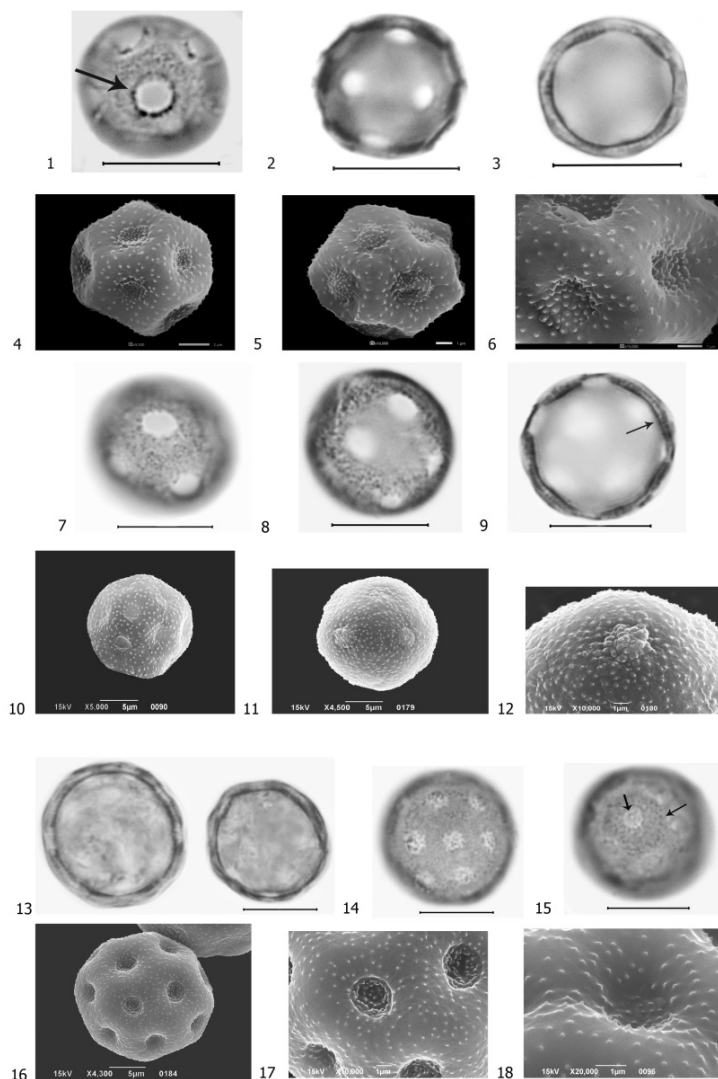
**Материал и методика.** Материалом для настоящих исследований послужила пыльца, полученная из гербария Института ботаники НАН РА. Выявление особенностей морфологии пыльцы представителей родов *Girgensohnia* и *Anabasis* проводилось с применением СМ, а также СЭМ по стандартным методикам [19, 20]. Статистический анализ для образцов всех изученных нами видов был проведен с помощью Microsoft Excel 2016 [21] с использованием двух показателей: SD – стандартное отклонение и CV% – коэффициент вариации. Применялась условная классификация вариабельности выборки на основе коэффициента вариации [22]. В целом изучены и проанализированы морфологические признаки пыльцы по 9 образцам 3 видов из родов *Girgensohnia* и *Anabasis* (табл. 1, 2).

**Изученные образцы:** *Girgensohnia oppositiflora* (Pall.) Fenzl: ERE, 136814; ERE, 64726; ERE, 1990; ERE, 1991; *Anabasis aphylla* L.: ERE, 1857; ERE, 1852; ERE, 72308; *Anabasis eugeniae* Iljin: ERE, 146060; ERE, 77574.

### **Описание пыльцевых зерен**

#### **Род *Girgensohnia* Bunge ex Fenzl**

***G. oppositiflora* (Pall.) Fenzl** (фототабл. I, 1-6, табл. 1). Пыльцевые зерна глобально-10-15-поровые, сфероидальные, в очертании округлые или



Фототаблица I. Пыльцевые зерна (п. з.) видов из родов *Girgensohnia* Bunge ex Fenzl и *Anabasis* L. флоры Южного Закавказья. 1-6 – *G. oppositiflora* (Pall.) Fenzl: 1-2 – общий вид п. з. (1 – «окантовка» поры, отмечено стрелкой, форма пор, скульптура экзины), 3 – экзина (СМ), 4-5 – общий вид п. з. (5 – поры с оперкулумом), 6 – фрагмент поверхности п. з. с порой, скульптура экзины и поровой мембраны (СЭМ); 7-12 – *Anabasis aphylla* L.: 7-8 – общий вид п. з. (форма пор, скульптура экзины), 9 – экзина, столбчатый слой (отмечено стрелкой) (СМ), 10-11 – общий вид п. з. (11 – поры с оперкулумом), 12 – фрагмент поверхности п. з. с порой, скульптура экзины и оперкулума (СЭМ); 13-18 – *A. eugeniae* Pjij: 13 – варибельность размеров п. з., экзина, 14-15 – общий вид п. з., форма пор, скульптура экзины и мембран пор (отмечено стрелками) (СМ), 16 – общий вид п. з., 17 – фрагмент поверхности п. з., 18 – пора и скульптура экзины (СЭМ) (масштабная линейка: 1-3, 7-9, 13-15 – 10 мкм).

угловато-округлые, 11.0-14.7 мкм в диаметре. Поры более или менее округлые, 2.2-3.9 мкм в диаметре, оперкулятные, погруженные (фототабл. I, 4-6), края пор слабоволнистые, иногда как бы окантованы одним рядом скульптурных элементов (фототабл. I, 1) на уровне СЭМ скульптура поровых мембран регулярно шипиковатая, шипики на поверхности мембран пор и оперкулула расположены гуще, чем на поверхности пыльцевых зерен (фототабл. I, 4-6); ширина мезопориума 2.0-3.5 мкм. Экзина 0.8-1.3 мкм толщины, столбчатый слой слабо выражен. Скульптура экзины густо мелкогранулярная (СМ); скульптура экзины перфорированно-шипиковатая, количество шипиков на 1 мкм<sup>2</sup> поверхности пыльцевого зерна 2-4, шипики заостренные; поверхность пыльцевого зерна волнистая (СЭМ).

### Род *Anabasis* L.

(фототабл. I, 7-18, табл. 1)

Пыльцевые зерна глобально-14-24-поровые, сфероидальные, в очертании округлые или угловато-округлые, 12.0-20.8 мкм в диаметре. Поры преимущественно более или менее округлые, 2.0-3.8 мкм в диаметре, иногда оперкулятные (*A. aphylla*), погруженные, края пор слабоволнистые; на уровне СЭМ скульптура поровых мембран, а также поверхности оперкулулов регулярно шипиковатая, при этом шипики на поверхности оперкулулов значительно крупнее, чем на поверхности пыльцевых зерен (фототабл. I, 10-12); ширина мезопориума 2.0-3.2 мкм. Экзина 0.6-1.4 мкм толщины, столбчатый слой хорошо выражен лишь у вида *A. aphylla* (фототабл. I, 9), столбики равномерно расставленные, длинные, толстые. Скульптура экзины густо мелкогранулярная (СМ); скульптура экзины перфорированно-шипиковатая (фототабл. I, 10-12, 16-18); количество шипиков на 1 мкм<sup>2</sup> поверхности пыльцевого зерна 3-5, шипики конические; поверхность пыльцевого зерна волнистая (СЭМ).

У вида *A. eugeniae* отмечается вариабельность размеров пыльцевых зерен (фототабл. I, 13).

**Результаты и обсуждение.** Пыльцевые зерна у изученных нами трех видов из родов *Girgensohnia* и *Anabasis*, как и у всех маревых, глобально-многопоровые, число пор варьирует в пределах 10-24, диаметр пор – в пределах 2.0-3.9 мкм. По своей форме пыльцевые зерна сфероидальные, в очертании округлые или угловато-округлые, аполярные, поверхность пыльцевого зерна волнистая. Пыльца характеризуется в основном как мелкая и варьирует в пределах 11.0-20.8 мкм. Экзина 0.6-1.4 мкм толщины, столбчатый слой четко выражен лишь у вида *Anabasis aphylla*, столбики здесь равномерно расставленные, длинные, толстые. На уровне СМ у пыльцы изученных видов нами отмечена густо мелкогранулярная скульптура экзины. На уровне СЭМ скульптура экзины у всех видов перфорированно-шипиковатая; число шипиков на единицу площади поверхности варьирует в пределах 2-5.

Краткая палиноморфологическая характеристика представителей родов *Girgensohnia* и *Anabasis* в Южном Закавказье дана в табл. 1.

**Таблица 1**

**Палиноморфологическая характеристика представителей родов *Girgensohnia* и *Anabasis* в Южном Закавказье и их распространение в Армении и Нахичеванской АР**

Вид	Распространение		Диаметр пыльцевых зерен, мкм	Число пор	Диаметр пор, мкм	Толщина экзины, мкм	Ширина мезопориума, мкм	Кол-во шипиков на 1 мкм <sup>2</sup>
	Армения	Нахичеванская АР						
<i>Girgensohnia oppositiflora</i>	+	+	11.0-14.7/13.0	10-15/12	2.2-3.9/2.9	0.8-1.3/1.0	2.0-3.5/2.5	2-4
<i>Anabasis aphylla</i>	-	+	12.0-17.0/14.4	14-20/17	2.1-3.8/2.6	0.6-1.2/0.9	2.0-3.2/2.6	3-5
<i>A. eugeniae</i>	-	+	17.0-20.8/19.0	18-24/21	2.0-3.1/2.6	1.0-1.4/1.2	2.2-3.2/2.8	3-4

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

**Заклучение и выводы.** Проведенный нами палиноморфологический анализ выявил определенную корреляцию между размерами пыльцевых зерен и числом пор в пределах рода *Anabasis*. Так, наиболее крупная по размерам пыльца, характеризующаяся также и наибольшим числом пор (18-24), отмечается у вида *A. eugeniae* (17.0-20.8 мкм в диаметре), в то время как у вида *A. aphylla* пыльцевые зерна значительно мельче (12.0-17.0 мкм в диаметре), а число пор не превышает 14-20.

По размерам пыльцевых зерен вид *Girgensohnia oppositiflora* (11.0-14.7 мкм в диаметре) более близок к виду *Anabasis aphylla* (12.0-17.0 мкм в диаметре).

Статистический анализ данных по пяти морфологическим признакам (на уровне СМ), а именно диаметру пыльцевых зерен, числу и диаметру пор, толщине экзины, ширине мезопориума, выявил, что из первых трех признаков наименее вариабельной (в соответствии с анализом коэффициента вариации) является выборка данных по диаметру пыльцевых зерен (1.6-8.3%), а также по числу пор (0-9.0%), в то время как коэффициент вариации по диаметру пор является средневариабельным (2.7-15.3%). Тем не менее, полученные результаты не выходят за рамки пределов достоверности данных (табл. 2).

По двум оставшимся признакам пыльцы, а именно толщине экзины и ширине мезопориума, существенных различий при проведении статистического анализа данных, как и в предыдущих исследованиях [23, 24], не отмечалось).

Таблица 2

**Данные статистического анализа признаков пыльцы  
по родам *Girgensohnia* и *Anabasis***

Вид	Диаметр пыльцевых зерен, мкм		Число пор		Диаметр пор, Мкм	
	± SD	CV%	± SD	CV%	± SD	CV%
<i>Girgensohnia oppositiflora</i>	13.0±0.6	4.6%	12±0	0%	2.9±0.09	3.1%
<i>Anabasis aphylla</i>	14.4±1.2	8.3%	17±1.5	9.0%	2.6±0.4	15.3%
<i>A. eugeniae</i>	19.0±0.3	1.6%	21±1.4	6.6%	2.6±0.07	2.7%
Интервалы вариаций ± SD и C <sub>v</sub> %	±0.3-1.2	1.6-8.3%	±0-1.5	0-9.0%	±0.07-0.4	2.7-15.3%

Институт ботаники им. А. Л. Тахтаджяна НАН РА  
e-mails: alla.hayrapetyan.63@gmail.com, hasmiksonyan@gmail.com

**А. М. Айрапетян, А. О. Сонян**

**Морфологические особенности некоторых представителей  
подсемейства *Salsoloideae* (Chenopodiaceae) флоры Южного  
Закавказья. II. Роды *Girgensohnia* Bunge ex Fenzl и *Anabasis* L.**

На уровне светового и сканирующего электронного микроскопов исследована морфология пыльцы представителей родов *Girgensohnia* Bunge ex Fenzl и *Anabasis* L. (*Salsoloideae*, Chenopodiaceae) флоры Южного Закавказья.

**Ա. Մ. Հայրապետյան, Հ. Հ. Սոնյան**

**Հարավային Անդրկովկասի ֆլորայի *Salsoloideae* (Chenopodiaceae)  
ենթաընտանիքի որոշ ներկայացուցիչների ծաղկափոշու մորֆոլոգիական  
առանձնահատկությունները: II. *Girgensohnia* Bunge ex Fenzl և  
*Anabasis* L. ցեղեր**

Իրականացվել է Հարավային Անդրկովկասի ֆլորայի (*Salsoloideae*, Chenopodiaceae) *Girgensohnia* Bunge ex Fenzl and *Anabasis* L. ցեղերի ներկայացուցիչների ծաղկափոշու մորֆոլոգիայի ուսումնասիրություն լուսային և սկանավորող էլեկտրոնային մանրադիտակների սիջոցով:

**A. M. Hayrapetyan, H. H. Sonyan**

**Morphological Peculiarities of Some Representatives of the Subfamily  
*Salsoloideae* (Chenopodiaceae) in South Transcaucasia. II. Genera  
*Girgensohnia* Bunge ex Fenzl and *Anabasis* L.**

The palynomorphology of representatives of the genera *Girgensohnia* Bunge ex Fenzl and *Anabasis* L. (*Salsoloideae*, Chenopodiaceae) in South Transcaucasia was studied using light microscopy and scanning electron microscopy.

## Литература

1. *Bunge A. Girgensohnia* (description). In: Ledebour, C. F. Flora Rossica. 1849. Stuttgartiae. V. 3. 866 p.
2. *Sukhorukov A. P.* – Edinburgh Journal of Botany. 2007. V. 64. № 3. P. 317-330.
3. *Akhani H., Edwards G., Roalson E. H.* – Int. J. Plant Sci. 2007. V. 168. № 6. P. 931-956.
4. *Wen Z. B., Zhang M. L., Zhu G. L. et al.* – Plant Syst. Evol. 2010. V. 288. P. 25-42.
5. *Тахтаджян А. Л., Мулкиджанян Я. И.* В кн.: Флора Армении. Тахтаджян А. Л. (ред.). Т. 2. Ереван. 1956. С. 222-393.
6. *Акопян Ж. А.* Биолого-морфологические особенности и таксономический состав семейства маревых (Chenopodiaceae Vent.) в Южном Закавказье. Автореф. докт. дис. Ереван. 2013. 49 с.
7. *Tatanyan K., Arevshatyan I., Fayvush G. et al.* The Red Book of Plants of the Republic of Armenia (Higher plants and Fungi). Erevan. Zangak. 2010. 598 p.
8. *Сухоруков А. П., Байков К. С.* – Бот. журн. 2009. Т. 94. № 10. С. 1439-1463.
9. *Ильин М. М.* В кн.: Флора СССР. Комаров В. Л. (ред.). Т. 6. М. – Л. 1936. С. 2-354; 873.
10. *Клышев Л. К.* Биология анабазиса безлистного *Anabasis aphylla* L. Алма-Ата. Изд-во АН КазССР. 1961. 350 с.
11. *Пратов У.* – Узб. биол. журн. 1976. № 3. С. 45-50.
12. *Васильева А. Н.* – Бот. материалы Герб. Ин-та бот. АН КазССР. 1977. Вып. 10. С. 15-23.
13. *Сухоруков А. П.* Карпология семейства Chenopodiaceae в связи с проблемами филогении, систематики и диагностики его представителей. 2014. Тула. 400 с.
14. *Аветисян Е. М., Манукян Л. К.* В кн.: Флора Армении. Тахтаджян А. Л. (ред.). Т. 2. Ереван. 1956. 520 с.
15. *Цимбалюк З. М.* Палиноморфология представителей родины Chenopodiaceae Vent. (для целей систематики и спорово-пыльцевого анализа). Автореф. канд. дис. 2005. 21 с.
16. *Punsalpaamuu G., Schluetz F., Gegeensuvd Ts. et al.* – Erforsch. biol. Ress. Mongolei (Halle/Saale). 2012 (12). P. 429-436.
17. *Assadi M., Hamdi S. M. M., Fajani F.* – Bangladesh J. Plant Taxon. 2016. V. 23. № 2. P. 247-253.
18. *Lu K. Q., Li M., Wang G. H. et al.* – Journal of Systematics and Evolution (JSE). 2018. V. 57. Iss. 2. P. 190-199.
19. *Այրաпетян А. М., Сосян А. О.* – Takhtajania. 2020. Вур. 6 Биолог. журн. Армении. 2021. Т. 73. Вып. 6. С. 47-63.
20. *Angelini P., Bricchi E., Gigante D. et al.* – Fl. Medit. 2014. V. 24. P. 247-272.
21. <https://microsoft-excel-2016.ru.softonic.com>
22. *Gomes F. P.* Curso de estatística experimental. Nobel, São Paulo. 1985. 467 p.
23. *Sonyan H. H.* – Electronic Journal of Natural Sciences (eJNS) of NAS RA of Armenia. 2020. V. 34. Iss. 1. P. 18-21.
24. *Sonyan H. H., Hayrapetyan A. M.* – Electronic Journal of Natural Sciences (eJNS) of NAS RA of Armenia. 2021. V. 36. Iss. 1. P. 4-8.