



виды *Zygophyllum fabago* и *Gypsophylla bicolor* с мясистыми листьями, склерофильные ксерофиты из родов *Jauberia*, *Cousinia*, *Acanthophyllum*, железистые ксерофиты из родов *Haplophyllum*, *Cleome*, растения с солевывделяющими листьями из родов *Reamuria*, *Limonium* и др. [10, 8].

Целью нашего исследования было выявление некоторых физиологических особенностей шести редких видов растений (*Salsola cana*, *Salsola tomentosa*, *Amberboa moschata*, *Centaurea erivanensis*, *Actinolema macrolema*, *Szovisia callicarpa*), произрастающих на территории гипсофильной формации (Вохчаберд, Зовашен, Вардашен, Эребунийский хребет) и выращиваемых в условиях *ex situ* в Ереванском ботаническом саду. Сравнительный анализ полученных данных позволяет оценить как степень их приспособленности к экстремально-аридным условиям, так и степень экологической пластичности при перенесении их в близкие, но отличные условия Ереванского ботанического сада. В дальнейшем эти данные могут помочь и при оценке уязвимости этих видов от прогнозируемого изменения климата [11].

Физиология редких и исчезающих видов гипсофильных растений Араратской равнины почти не изучена как в природных, так и искусственных условиях. Эколого-физиологические исследования растений в крайних условиях их существования занимают важное место в общей проблеме изучения приспособления растений к неблагоприятным факторам среды.

Гипсофильные пустыни занимают в Армении небольшую площадь, принимая во внимание их оригинальность и флористическую насыщенность, на экспозиционном участке «Флора и растительность Армении» Ереванского ботанического сада по инициативе выдающихся армянских ботаников А. К. Магакьяна, А. А. Ахвердова, Н. В. Мирзоевой [12, 13] была создана отдельная куртина «Флора гаммады».

**Материал и методика.** Для эколого-физиологических исследований нами были выбраны шесть видов растений (*Salsola cana*, *Salsola tomentosa*, *Amberboa moschata*, *Centaurea erivanensis*, *Actinolema macrolema*, *Szovisia callicarpa*), произрастающие в составе гипсофильной растительности (Вохчаберд, Зовашен, Вардашен, Эребунийский хребет).

*Salsola cana* и *Salsola tomentosa* – полукустарники. В Армении известны из Ереванского (Аревшат, Армавир, Зовашен, Гарни, Веди, Шаумян, Ерасх) флористического района. Кроме Армении встречаются в Нахичеване, Туркменистане, Афганистане и Северном Иране. В Армении произрастают в нижнем горном поясе на высоте 800-1200 м над ур. м., на гипсоносных глинах, каменистых, солонцеватых склонах, в полупустыне. В Красную книгу Армении [3] включены в категории «находящийся под угрозой исчезновения» (EN).

*Amberboa moschata* – однолетнее травянистое растение. В Армении вид известен из Ереванского (окрестности Еревана) флористического района. Кроме Армении произрастает в Нахичеване и Северо-восточной Анатолии. В Армении произрастает в предгорьях и нижнем горном поясе

на высоте 600-1500 м над ур. м., на сухих глинистых, гипсоносных, щебнистых, каменистых местах, в полынной полупустыне, гаммаде, в посевах. В Красную книгу Армении [3] включен в категории «находящийся под угрозой исчезновения» (EN).

*Centaurea erivanensis* – многолетнее травянистое растение, в Армении известно из Ереванского (Ереван, Шорахпюр, Зовашен, Гехадир, Енгиджа, Урцский хребет, Эребунийский заповедник) флористического района. Кроме Армении известно одно местообитание в Нахичеване (Азнаберт), а также в Турецкой Армении и Северо-Западном Иране. В Армении произрастает в нижнем, среднем и верхнем горных поясах на высоте 700 – 1800 (2000) м над ур. м., на сухих каменистых, глинистых или гипсоносных, солонцеватых склонах, в полынной или галянтиевой полупустыне, горной степи, среди фриганоидной растительности или в гаммаде, в трагакантиках. В Красную книгу Армении [3] включен в категории «уязвимый вид» (VU).

*Actinolema macrolema* – однолетнее травянистое растение, в Армении встречается в Ереванском флористическом районе (Урцский хребет, окр. Вохчаберда). Кроме Армении произрастает во Внутренней Анатолии, Северном Ираке, Северо-Западном Иране, Сирийской пустыне. Произрастает в нижнем горном поясе на высоте 800-100 м над ур. м., на сухих глинистых склонах, в посевах, полупустыне и сухих вариантах степей. В Красную книгу Армении [3] включен в категории «находящийся под угрозой исчезновения» (EN).

*Szovisia callicarpa* – однолетнее травянистое растение, в Армении встречается в Ереванском флористическом районе (Эребунийский заповедник, окр. Нубарашена, Вохчаберда и Шорбулаха). Кроме Армении произрастает в Карабахе, Нахичеване, Восточной Анатолии, Северо-Западном Иране. Произрастает в нижнем и среднем горных поясах на высоте 900-1500 м над ур. м., на сухих каменистых и глинистых склонах, на третичных красных глинах, солонцеватых местах, в полупустыне и степях. В Красную книгу Армении [3] включен в категории «находящийся под угрозой исчезновения» (EN).

Эколого-физиологические исследования проводились в 2016-2020 гг. на предварительно выбранных пробных площадках на территории гипсофильной формации (Вохчаберд, Зовашен, Вардашен, Эребунийский хребет) и на экспозиционном участке «Флора и растительность Армении» Ереванского ботанического сада. Исследования проводились в 4-6-кратной повторности, в период интенсивного роста растений. Определялись параметры водного режима растений, интенсивность транспирации и фотосинтеза. Физиологические исследования проводились по общепринятым методикам [14].

**Результаты и обсуждение.** Гипсофильные местообитания Армении, находящиеся в Ереванском флористическом районе, характеризуются климатическими показателями, близкими к таковым Ереванского ботанического сада. Годичная сумма осадков здесь составляет 300-365 мм, средне-

годовая температура + 11°C, средняя температура воздуха 24-26°C летом и -5(-8)°C зимой, среднегодовая относительная влажность воздуха 59%. При этом абсолютный минимум температуры в ботаническом саду на 2-3°C ниже, чем на Араратской равнине [11]. Сохранение редких видов растений в культуре возможно лишь при условии сохранения большей части компонентов природной экосистемы, в которой вид произрастает, и включения в моделируемое сообщество соответствующих элементов биогеоценозов, свойственных естественным местообитаниям. Один из важных ограничивающих факторов для выращивания гипсофильных растений в условиях культуры – эдафический. На территории участка «Флора и растительность Армении» почвы среднесиловые, тяжело-суглинистые, карбонатные и среднекаменистые, подпочва представлена туфами. Для создания куртины «Флора гаммады» специально была привезена глинистая, богатая сульфатами и содержащая кристаллы гипса почва [15,11]. Одним из важнейших физиологических показателей, приобретенных растениями в течение продолжительного периода существования в одних и тех же условиях и отражающих процесс адаптации, является водный режим [16, 17]. Показатели водного режима, интенсивности транспирации и фотосинтеза исследованных нами растений приведены в таблице.

Как видим, на участке «Флора и растительность Армении» Ереванского ботанического сада, в отличие от природных местообитаний, исследованные растения отличаются более высоким содержанием общей воды, что, согласно К.А. Ахматову [18], является показателем хорошей приспособленности растений. Однако следует отметить, что в условиях Ереванского ботанического сада исследованные виды при постоянном, но умеренном поливе развиваются нормально. При этом в Ереванском ботаническом саду у всех исследованных растений отмечен более низкий водный дефицит. Учитывая произрастание исследуемых растений исключительно в ксерофитных условиях, можно предположить, что у них выработались соответствующие структурные и метаболические приспособительные механизмы, сокращающие расход воды. Как известно, гипс является очень активной солью, вбирает в себе воду и создает возможность существования растительности в условиях крайней физической сухости, летом глина совершенно высыхает и растрескивается, поэтому многолетники могут переносить летнюю засуху, лишь имея подземные запасающие органы [8]. Ксерофитная структура всегда связана с высокой концентрацией клеточного сока и повышенным осмотическим давлением, из-за чего растения-ксерофиты лучше поглощают доступную воду. Кроме того, в их клетках работают гидрофильные коллоиды, которые могут связывать воду и сохранять водные ресурсы для экономичной транспирации [19]. Большинство ксерофитных растений имеют типичный C<sub>4</sub> фотосинтез, осуществляющийся при закрытых днем устьицах, что уменьшает потери воды в ходе транспирации. Основной причиной сокращения потребления воды у C<sub>4</sub> растений является высокая устойчивость устьиц к диффузии газа. Благодаря высокой термостабильности таких растений интенсивность фо-

тосинтеза у них не падает, а потребление воды значительно сокращается, что указывает на высокую эффективность использования воды.

**Сравнительные показатели водного режима, интенсивности транспирации и фотосинтеза исследованных растений в условиях *in situ* и *ex situ***

Вид	Общая вода, % сыр. вес (М, м)	Водный дефицит, % на сыр. вес	Интенсивность транспирации, мг/г сыр. вес, ч	Интенсивность фотосинтеза, мг/дм <sup>2</sup> , час
<i>Amberboa moschata</i> (Бот. сад)	50.0±0.99	35.8±0.87	135.6±0.96	2.13±0.99
<i>Amberboa moschata</i> (Эребунийский хр.)	48.0±1.02	37.8±0/89	130.4±0.95	2.03±0.85
<i>Centaurea erivanensis</i> (Бот. сад)	43.0±0.96	43.5±0,84	148.1±0.98	2.06±0.96
<i>Centaurea erivanensis</i> (Вардашен)	42.0±1.04	44.7±0.91	146.3±0.96	2.02±0.87
<i>Actinolema macrolema</i> (Бот. сад)	38.0±0.98	36.7±0.82	106.7±0.99	2.71±0.96
<i>Actinolema macrolema</i> (Эребунийский хр.)	35.0±1.04	41.5±1.06	100.0±0.96	2.16±0.75
<i>Szovisia callicarpa</i> (Бот. сад)	29.0±0.97	38.4±0.82	102.9±0.94	1.86±0.86
<i>Szovisia callicarpa</i> (Эребунийский хр.)	30.0±0.99	39.6±0.99	100.8±0.89	1.82±0.73
<i>Salsola cana</i> (Бот. сад)	46.3±0.96	36.85±0.72	135.0±0.99	2.15±0.98
<i>Salsola cana</i> (Вардашен)	43.0±1.06	38.69±0.89	126.5±0.88	2.06±0.74
<i>Salsola tomentosa</i> (Бот. сад)	47.4±0.93	34.52±0.77	178.6±0.97	2.2±0.99
<i>Salsola tomentosa</i> (Вардашен)	44.8±0.92	37.35±0.81	168.5±0.78	2.08±0.66

Наши наблюдения показали, что в Ереванском ботаническом саду отмечаются более высокое содержание воды в растениях и интенсивность транспирации и фотосинтеза, а водный дефицит значительно снижался. В Ереванском ботаническом саду при благоприятных почвенно-климатических условиях при постоянном поливе гипсофильные растения зацветают в первый или во второй год развития из семян, в особенности полученных с растений, культивируемых в отделе.

При выращивании в условиях культуры растения плохо переносят пересадку из природных местообитаний, размножаются семенами (*Salsola cana*, *Salsola tomentosa*), а *Amberboa moschata* при нормальном поливе вторично зацветал. Благодаря повышению эффективности физиологических процессов это приводит к более интенсивному росту проростков растений в условиях Ереванского ботанического сада. Регулирование физиологического гомеостаза происходит благодаря сложным механизмам взаимодействия между отдельными факторами, что приводит к образованию уникальных физиологических комплексов, обеспечивающих рост и развитие растений [19].

Таким образом, мы считаем, что каждый из исследуемых видов в течение длительного периода приспособился к определенным условиям существования и занял определенную экологическую нишу, используя для этого свои механизмы регуляции водного режима и интенсивности транспирации и фотосинтеза. В условиях Ереванского ботанического сада исследованные виды при постоянном, но умеренном поливе нормально развиваются. Однако при этом все исследованные виды обладают определенной экологической пластичностью, что позволило им приспособиться к новым, отличающимся условиям в Ереванском ботаническом саду. В результате проведенного исследования редких и исчезающих гипсофильных видов растений выявлены их некоторые эколого-физиологические особенности, которые указывают на характер их адаптивной специализации к экстремальным климатическим и эдафическим условиям пустынь Араратской равнины.

Институт ботаники им. А. Тахтаджяна НАН РА  
e-mail: jannagevorg@mail.ru

**Ж. О. Овакимян**

#### **Эколого-физиологические особенности некоторых редких видов гипсофильных растений Араратской равнины**

Для эколого-физиологических исследований было выбрано 6 редких гипсофильных видов: *Salsola cana*, *Salsola tomentosa*, *Amberboa moschata*, *Centaurea erivanensis*, *Actinolema macrolema*, *Szovisia callicarpa*, включенных в Красную книгу РА, которые растут в гипсофильной формации (Вохчаберд, Зовашен, Вардашен, Эребунийский хребет) Араратской равнины и на экспозиционном участке «Флора и растительность Армении» Ереванского ботанического сада. Определялись параметры водного режима растений (общая вода, водный дефицит), интенсивность транспирации и фотосинтеза. В результате проведенного исследования редких и исчезающих гипсофильных видов растений выявлены некоторые эколого-физиологические особенности, которые указывают на характер их адаптивной специализации к экстремальным климатическим и эдафическим условиям пустынь Араратской равнины.

## Ժ. Հ. Հովակիմյան

### Արարատյան հարթավայրի որոշ հազվագյուտ գիպսոֆիլ բուսատեսակների Էկոլոգաֆիզիոլոգիական առանձնահատկությունները

Էկոլոգաֆիզիոլոգիական ուսումնասիրությունների համար ընտրվել են ՀՀ Կարմիր գրքում գրանցված հետևյալ գիպսոֆիլ 6 հազվագյուտ բուսատեսակները. *Salsola cana*, *Salsola tomentosa*, *Amberboa moschata*, *Centaurea erivanensis*, *Actinolema macrolema*, *Szovisia callicarpa*, որոնք աճում են Արարատյան հարթավայրի գիպսոֆիլ բուսական համակեցություններում (Ողջաբերդ, Զովաշեն, Վարդաշեն և Էրեբունի պետական արգելոց) և Երևանի բուսաբանական այգու «Հայաստանի ֆլորա և բուսականություն» փորձարարական հողամասում: Որոշվել են բույսերի ջրային ռեժիմի ցուցանիշները (ընդհանուր ջուր, ջրային անբավարարություն), տրանսպիրացիայի և ֆոտոսինթեզի ինտենսիվությունը: Հազվագյուտ և վտանգված գիպսոֆիլ բուսատեսակների ուսումնասիրության արդյունքում պարզվել են որոշ էկոլոգաֆիզիոլոգիական առանձնահատկություններ, որոնք բացահայտում են այդ տեսակների հարմարվողականության բնույթը Արարատյան հարթավայրի անապատային էքստրեմալ կլիմայական և էդաֆիկ պայմաններում:

**J. H. Hovakimyan**

### **Ecologo-Physiological Features of Some Rare Gypsophilous Plant Species of the Ararat Plain**

For eco-physiological studies, 6 rare gypsophilous species were selected: *Salsola cana*, *Salsola tomentosa*, *Amberboa moschata*, *Centaurea erivanensis*, *Actinolema macrolema*, *Szovisia callicarpa*. These species are included in the Red Data Book of plants of RA. They are growing in gypsophilous formations (Vokhchaberd, Zovashen, Vardashen, Erebuni range) of Ararat plain and on the exposition plot «Flora and Vegetation of Armenia» of the Yerevan Botanical Garden. The parameters of the water regime of these species (water, water deficit), the intensity of transpiration and photosynthesis were determined. As a result of the study of these species, some ecological and physiological features were revealed, which indicate the nature of their adaptive specialization to the extreme climatic and edaphic conditions of the deserts of the Ararat plain.

#### **Литература**

1. Fifth National report to Convention on Biological Diversity. 2014. Yerevan. 126 p.
2. *Aghasyan A., Kalashyan M.* (eds.). Second edition: The Red Book of Animals of the Republic of Armenia. Yerevan. 2010. 368 p.
3. *Tamanyan K., Fayvush G., Nanagulyan S. et al.* (eds.). The Red Book of Plants of the Republic of Armenia. Higher Plants and Fungi. 2<sup>th</sup> edition. Yerevan. 2010. 592 p.
4. *Asatryan A., Fayvush G.* Important Plant Areas Representing the Rare and Threatened Habitat Types of Armenia. Yerevan. 2013. 78 p.
5. *Fayvush G., Tamanyan K., Kalashyan M. et al.* 2013. – Ann.Naturhist. Mus. Wien, B. V. 115. P. 11-20.

6. Таманян К. Г., Файвуш Г. М. В кн.: Флора, растительность и растительные ресурсы Армении. Ереван. 2009. Вып. 17. С. 78-81.
7. Файвуш Г. М., Балоян С. А., Варданян Ж. А. и др. – Тахт. 2011. Т. 1. С. 185-189.
8. Тахтаджян А. Л., Федоров Ан. А. Флора Еревана. Л. Наука. 1972. 394 с.
9. Файвуш Г. М., Алексанян А. С. Местообитания Армении. Ереван. 2016. 360 с.
10. Тахтаджян А. Л. Ботанико-географический очерк Армении. Тр. Бот. ин-та Арм. филиала АН СССР. Вып. 2. С. 1-180.
11. Акопян Ж. А., Овакимян Ж. О., Паравян З. М. – Биол. журн. Армении. 2017. Т. 69. № 3 С. 39-46.
12. Ахвердов А. А., Мирзоева Н. В. – Бюл. Ботанического сада АН Арм. ССР. 1961. № 18. С. 35–52.
13. Барсегян А. М. Водно-болотная растительность Армянской ССР. Ереван. Изд-во АН АрмССР. 1990. Ереван. 354 с.
14. Сальников А. И., Маслов И. Л. Физиология и биохимия растений: практикум. Пермь. Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. 2014, 300 с.
15. Акопян Ж. А. В кн.: Матер. междунар. конф. «Актуальные проблемы ботаники в Армении». Ереван. 2008. С. 53–56.
16. Гусев Н. А. Состояние воды в растений. М. Наука. 1974, 134 с.
17. Куширенико М. Д. Водный обмен и адаптация растений к засухе. Алма-Ата. 1988. 474 с.
18. Ахматов К. А. Адаптация древесных растений к засухе. Фрунзе. Илим. 1976. 199 с.
19. Генкель П. А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. М. Наука. 1982. 280 с.