



Биол. журн. Армении, 1-2 (72), 2020

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРЕХ РЕДКИХ ПСАММОФИЛЬНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ АРАРАТСКОЙ РАВНИНЫ

Ж.О. ОВАКИМЯН

Институт ботаники имени А. Л. Тахтаджяна НАН РА
jannagevorg@mail.ru

Исследовались эколого-физиологические особенности трех редких псаммофильных видов растений Армении, включенных в Красную книгу РА (*Calligonum polygonoides*, *Astragalus paradoxus* и *Scorzonera gorovanica*). В результате исследований установлено, что, в отличие от “Горованских песков”, в условиях Ереванского ботанического сада у выше указанных видов были отмечены более высокие показатели водного режима и интенсивности фотосинтеза и транспирации. Каждый из этих видов приспособился к современным условиям существования и занял определенную экологическую нишу, используя для этого свои механизмы регуляции водного режима, интенсивность транспирации и фотосинтеза. Однако при этом все эти виды обладают определенной экологической пластичностью, что позволяет им приспособиться к новым, отличающимся от заказника условиям в Ереванском ботаническом саду.

Редкие виды – водный режим – фотосинтез – транспирация – адаптация

Ուսումնասիրվել են ԶԶ Կարմիր գրքում գրանցված երեք հազվագյուտ ավազատեր բուսատեսակների Էկոլոգո-ֆիզիոլոգիական առանձնահատկությունները (*Calligonum polygonoides*, *Astragalus paradoxus* և *Scorzonera gorovanica*): Ուսումնասիրության արդյունքներից պարզվել է, որ Երևանի բուսաբանական այգու պայմաններում ի տարբերություն Գորովանի ավազուտների, գրանցվել են ֆիզիոլոգիական ցուցանիշների տարբերություններ, որն էլ խոսում է այս տեսակների ջրային ռեժիմի, ֆոտոսինթեզի և տրանսպիրացիայի ինտենսիվության բարձր ցուցանիշների մասին: Ցուցանիշների տարբերության պատճառ են հանդիսացել բնակիմայական պայմանների տարբերությունները, ինչպես նաև խոնավության և ջրաապահովվածության տարբերությունները, որոնց արդյունքում Երևանի բուսաբանական այգու պայմաններում աճող բուսատեսակների մոտ մեծացել է բուսերի արդյունավետությունը և աճը:

*Հազվագյուտ տեսակներ – ջրային ռեժիմ – ֆոտոսինթեզ – տրանսպիրացիա –
հարմարվողականություն*

The ecological and physiological features of some rare psammophilous plant species of Armenia, included in the Red Book of the RA, *Calligonum polygonoides*, *Astragalus paradoxus* and *Scorzonera gorovanica* have been investigated. As a result of the studies, it was found that the above-mentioned species in the conditions of the Yerevan Botanical Garden showed higher indexes of the water regime and the intensity of photosynthesis and transpiration in comparison with samples from “Gorovan Sands” sanctuary. Each of the studied species has adapted to the current conditions of existence and has occupied a certain ecological niche, using its mechanisms for regulating the water regime, the intensity of transpiration and photosynthesis for this purpose. However, all these species have a certain ecological plasticity, which allowed them to adapt to new, different conditions in the Yerevan Botanical Garden.

Rare species – water regime – photosynthesis – transpiration – adaptation

Проблема сохранения растительного мира нашей планеты, отдельных видов растений и экосистем в целом стоит в центре внимания большинства международных природоохранных конвенций. Армения подписала и ратифицировала большинство из них, и по ним регулярно подготавливаются и публикуются отчеты [20]. Задача сохранения растительного разнообразия в условиях *in situ* и *ex situ* является одной из важнейших и, как обязательная задача, включена в Конвенцию по биологическому разнообразию. В последние годы на основе анализа распространения в Армении редких и исчезающих видов растений и животных, включенных в Красную книгу республики [15, 21], выделены “горячие точки” биоразнообразия, различные “ключевые территории”, приводятся предложения по изменению и дополнению сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) республики, что позволит создать условия для более успешного сохранения редких и исчезающих видов флоры и фауны Армении [10, 12, 16, 17]. Особое внимание привлекает Ереванский флористический район, в котором сосредоточены многочисленные “ключевые ботанические территории” и горячие точки биоразнообразия. Одной из таких территорий является псаммофитная пустыня в окрестностях пос. Веди [11, 13], в настоящее время являющаяся государственным заказником “Горованские пески”. По богатству редкими и эндемичными видами растений и животных этот заказник имеет глобальное общемировое значение. Здесь представлены различные, переходящие друг в друга экосистемы – от движущихся песков до каменистых и глинистых грунтов, и, соответственно, образуются псаммофильные и полупсаммофильные сообщества [11]. Основными угрозами для биоразнообразия на этой территории были вывоз песка для строительных целей, выпас скота и расширение сельскохозяйственных угодий близлежащих сел. В настоящее время, благодаря тому, что заказник находится под управлением администрации государственного заповедника “Хосровский лес”, эти угрозы практически устранены. Еще одной угрозой для биоразнообразия может стать воздействие изменения климата [19], однако эта проблема требует специального изучения и анализа [18].

Целью нашего исследования было выявление некоторых физиологических особенностей трех редких видов растений, произрастающих на территории заказника “Горованские пески” и выращиваемых в условиях *ex situ* в Ереванском ботаническом саду. Сравнительный анализ полученных данных позволяет оценивать как степень их приспособленности к экстрааридным условиям заказника, так и степень экологической пластичности при перенесении их в близкие, но отличные от заказника условия Ереванского ботанического сада. В дальнейшем эти данные могут помочь и при оценке уязвимости этих видов от прогнозируемого изменения климата.

Материалы и методы. Для эколого-физиологических исследований нами были выбраны три вида растений, произрастающие на кучевых песках на территории заказника “Горованские пески”. *Calligonum polygonoides* L. – кустарник, встречающийся кроме Армении в Нахичеванской Республике, Анатолии, Иране, Ираке, Туркменистане и Пакистане; в Красную книгу Армении [21] включен в категории “находящийся в критическом состоянии” (CR). *Astragalus paradoxus* Bunge – многолетнее травянистое растение, кроме Армении встречающееся в Нахичеванской Республике, северо-восточной Анатолии и северо-западном Иране. В Красную книгу Армении [21] включен в категорию “находящийся под угрозой исчезновения” (EN). *Scorzonera gorovanica* Nazarova – многолетнее травянистое растение, в Армении встречается в Ереванском (Горован, Веди, Арарат, Ерасх) и Дарелегисском (Вернашен) флористических районах. За пределами Армении произрастает в Нахичеванской Республике. В Красную книгу Армении [21] включен в категории “находящийся под угрозой исчезновения” (EN).

Эколого-физиологические исследования проводились в 2016-2019 гг. на предварительно выбранных пробных площадках на территории заказника “Горованские пески” 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 (свободная и связанная вода, водный дефицит), интенсивность транспирации и фотосинтеза, количественное содержание хлорофиллов. Физиологические исследования проводились по общепринятым методикам [7, 8], содержание пигментов оценивалось на спектрофотометре СФ-26, а вычисление их концентрации по общепринятым уравнениям [14].

Результаты и обсуждение. Полупустынный пояс Армении, в нижней части которого находится заказник “Горованские пески”, а в верхней – Ереванский ботанический сад, характеризуется резко континентальным климатом. Сравнительные данные по высотным и климатическим показателям Ереванского ботанического сада и заказника “Горованские пески” представлены в табл. 1 [9].

Таблица 1. Некоторые природные показатели заказника “Горованские пески” и Ереванского ботанического сада

Параметры	“Горованские пески”	Ереванский ботанический сад
Высота над ур. м. (м)	800-1000	1200-1250
Среднегодовая температура	12 ⁰ С	11 ⁰ С
Абсолютный t _{max}	42 ⁰ С	40 ⁰ С
Абсолютный t _{min}	-25 ⁰ С	-27 ⁰ С
Количество осадков (мм)	200-300	300-360

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 [2, 6]. Результаты нашего исследования в различных климатических условиях и на разных высотах приведены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели водного режима и транспирации исследованных видов растений

Виды	Общая вода, % сыр. вес (М, м)	Свободная вода, % сыр. вес (М, м)	Связанная вода, % сыр. вес. (М, м)	Свободная/ связанная	Водный дефицит, % на сыр. вес	Интенсивность транспирации, мг/г сыр. вес, час
Ереванский ботанический сад (1250 м над ур. м.)						
<i>Astragalus paradoxus</i>	80,94±0,18	30,54	50,4	0,6	44,00±0,72	584,5±1,1
<i>Calligonum polygonoides</i>	77,18±0,87	28,66	48,52	0,59	36,33±0,42	500,2±0,9
<i>Scorzonera gorovanica</i>	79,68±0,49	30,57	49,11	0,62	45,66±0,18	570,2±1,3
Горованские пески (800-1000 м над ур. м.)						
<i>Astragalus paradoxus</i>	79,74±0,37	28,94	50,8	0,56	48,00±0,63	484,5±1,2
<i>Calligonum polygonoides</i>	75,16±1,08	26,46	48,7	0,54	38,33±0,44	400,2±0,7
<i>Scorzonera gorovanica</i>	77,98±0,24	28,68	49,3	0,58	48,66±0,35	470,2±0,7

Как видим, на участке “Флора и растительность Армении” Ереванского ботанического сада, в отличие от “Горованских песков”, исследованные растения отличаются более высоким содержанием как общей, так и свободной и связанной воды, что, согласно Ахматову [1], является показателем хорошей приспособленности растений. Однако следует отметить, что в условиях Ереванского ботанического сада исследованные виды при постоянном, но умеренном поливе развиваются нормально и не переносят застоя воды. При этом в Ереванском ботаническом саду у всех исследованных растений отмечен более низкий водный дефицит. Учитывая произрастание исследуемых растений исключительно в ксерофитных *in-situ* и *ex-situ* условиях, можно предположить, что у них выработались соответствующие структурные и метаболические приспособительные механизмы, сокращающие расход воды. 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 [3-5].

Большинство ксерофитных растений имеют типичный C_4 фотосинтез, осуществляющийся при закрытых днем устьицах, что уменьшает потери воды в ходе транспирации. Основной причиной сокращения потребления воды у C_4 растений является высокая устойчивость устьиц к диффузии газа. Благодаря высокой термостабильности таких растений, интенсивность фотосинтеза у них не падает, а потребление воды значительно сокращается, что указывает на высокую эффективность использования воды (табл. 3). Как видим, интенсивность фотосинтеза и содержание хлорофилла значительно выше в условиях *ex-situ* в Ереванском ботаническом саду, чем в естественных условиях произрастания на “Горованских песках”.

Таблица 3. Содержание хлорофилла и интенсивность фотосинтеза у исследованных растений

Виды	Хлорофилл “а”, мг/г сух. в-ва	Хлорофилл “б”, мг/г сух. в-ва	Хлорофилл а+б, мг/г сух. в-ва	Хлорофилл а/б, мг/г сух. в-ва	Интенсивность фотосинтеза, мг/дм ² , час
Ереванский ботанический сад (1250 м над ур. м.)					
<i>Astragalus paradoxus</i>	3,95±0,04	2,96±0,02	6,91	1,3	15,8±0,6
<i>Calligonum polygonoides</i>	3,24±0,03	2,52±0,07	5,76	1,2	11,6±0,5
<i>Scorzonera gorovanica</i>	4,17±0,06	2,76±0,04	6,93	1,5	13,9±0,8
“Горованские пески” (800-1000 м над ур. м.)					
<i>Astragalus paradoxus</i>	3,55±0,07	2,36±0,05	5,91	1,5	12,6±1,3
<i>Calligonum polygonoides</i>	2,94±0,06	1,72±0,01	4,66	1,7	9,8±1,1
<i>Scorzonera gorovanica</i>	3,87±0,04	1,96±0,07	5,83	1,9	10,7±0,7

Наши наблюдения показали, что кажущаяся небольшой разница в климатических показателях Ереванского ботанического сада и заказника “Горованские пески” оказывает весьма серьезное влияние на фенологию и физиологию исследо-

ванных растений. Было установлено, что вегетация исследованных растений в Ереване начинается на 25-й день, а генерация на 50 дней позже, чем в условиях *in-situ*. Очевидно, это связано с большей разницей климатических показателей именно в весенний период. Однако при этом в Ереванском ботаническом саду отмечаются более высокое содержание воды в растениях и интенсивность транспирации и фотосинтеза, а водный дефицит значительно снижался. 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[2].

Таким образом, мы считаем, что каждый из исследуемых видов в течение длительного периода приспособился к современным 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 не переносят застоя воды, крайне отрицательно сказывающегося на состоянии корневой системы. Однако при этом все исследованные виды обладают определенной экологической пластичностью, что позволило им приспособиться к новым, отличающимся от заказника, условиям в Ереванском ботаническом саду.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ахматов К.А.* Адаптация древесных растений к засухе. Фрунзе. Илим. 199 с., 1976.
2. *Генкель П.А.* Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. М., Наука, 280 с., 1982.
3. *Гусев Н.А.* Некоторые методы исследования водного режима растений. Л. ВБО, 61 с., 1960.
4. *Гусев Н.А.* Состояние воды у растений. М., Наука, 134 с., 1974.
5. *Кочарян Н.И., Минасян С.А.* Водный режим и осмотическая регуляция галофитов Арааратской равнины в связи с эволюцией. Инст. бот. АН Арм ССР. Тезисы докладов науч. конф. по проблеме “Физиологические и экологические аспекты эволюции основных жизненных форм покрытосеменных”. Ереван, с. 57-59, 1988.
6. *Кушниренко М.Д.* Водный обмен и адаптация растений к засухе. Алма-Ата, 474 с., 1988.
7. *Межуниц Б.Х., Навасардян М.А.* Метод определения содержания хлорофиллов а, б и каротиноидов в экстрактах листьев растений. Патент на Изобретение. № 2439 А., Ереван, 2010.
8. *Сальников А.И., Маслов И.Л.* Физиология и биохимия растений: практикум. Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 300 с., 2014.
9. *Тадевосян Т.Л.* Сохранение редких и исчезающих псаммофильных видов флоры и растительных сообществ Арааратской котловины. Автореф. дис. канд. биол. наук. Ереван, 25 с., 2001.
10. *Таманян К.Г., Файвуш Г.М.* О ключевых ботанических территориях в Армении. Флора, растительность и растительные ресурсы Армении, Ереван, 17, 78-81, 2009.
11. *Тахтаджян А.Л., Федоров А.А.* Флора Еревана, Л., Наука, 372 с., 1972.
12. *Файвуш Г.М., Балоян С.А., Варданян Ж.А., Каламян Н.О., Таманян К.Г.* К вопросу усовершенствования сети особо охраняемых природных территорий Армении, Тахт., 1, с. 185-189, 2011.
13. *Файвуш Г.М., Алексанян А.С.* Местообитания Армении, Ереван, 360 с., 2016.
14. *Шлык А.А.* Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев. В кн.: “Биохимические методы в физиологии растений”, М., Наука, с. 154-157, 1971.

15. *Aghasyan A., Kalashyan M.* (eds.). Second edition: The Red Book of Animals of the Republic of Armenia. Yerevan, 368 p., 2010.
16. *Asatryan A., Fayvush G.* Important Plant Areas representing the rare and threatened habitat types of Armenia. Yerevan: AG Print, 78 p., 2013.
17. *Fayvush G., Tamanyan K., Kalashyan M., Vitek E.* “Biodiversity Hotspots” in Armenia. Ann. Naturhist. Mus. Wien, B, 115, p. 11-20, 2013.
18. *Fayvush G.M., Aleksanyan A.S.* Climate change as threat to plant diversity of Armenia. Takhtadjanian, 3, p. 112-126, 2016.
19. *Fayvush G.* (coord.): Climate change impacts, vulnerability assessment and adaptation. Second National Communication on Climate Change under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Yerevan, p. 47-77, 2010.
20. Fifth National report to Convention on Biological Diversity. Yerevan, 126 p., 2014.
21. *Tamanyan K., Fayvush G., Nanagulyan S., Danielyan T.* (eds.). Second edition: The Red Book of Plants of the Republic of Armenia. Higher Plants and Fungi. Yerevan, 592 p., 2010.

Поступила 23.01.2020