

ՀՀ ԳԱԱ Ա. ԹԱԽՏԱԶՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ԲՈՒՍԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

ԶԱՆԶՈՒՂԱԶՅԱՆ ԿԱՐԻՆԵ ԶՈՆԸՐԱԲԻ

ՄԱՏՆՈՒՆԻ ԾԻՐԱՆԱՎՈՐԻ (*POTENTILLA PORPHYRANTHA* JUZ.)
ԿԵՆՍԱԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԱՌԱՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ
ՏԱՐԲԵՐ ԲՆԱԿԼԻՄԱՅԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Գ.00.05 - «Բուսաբանություն, սնկաբանություն, էկոլոգիա»
մասնագիտությամբ կենսաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական
աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՄԵՂՍԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ – 2022

ИНСТИТУТ БОТАНИКИ ИМЕНИ А. ТАХТАДЖЯНА НАН РА

ДЖАНДЖУГАЗЯН КАРИНЕ ЗОГРАБОВНА

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *POTENTILLA PORPHYRANTHA* JUZ.
В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ АРМЕНИИ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук по
специальности 03.00.05 - “Ботаника, микология, экология”

ЕРЕВАН – 2022

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Ա. Թախտաջյանի անվան
Բուսաբանության ինստիտուտում
Գիտական ղեկավար՝

Կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր՝

Գեորգի Ֆայվուշ

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

Կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր՝

Գ. Հ. Օգանեզովա

Կենսաբանական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ՝

Ն. Հ. Զաքարյան

Առաջատար կազմակերպություն՝ Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական
մանկավարժական համալսարան


Պաշտպանությունը կայանալու է 2022թ. ապրիլի 14-ին, ժամը 14⁰⁰ ՀՀ ԳԱԱ Ա.
Թախտաջյանի անվան Բուսաբանության ինստիտուտում գործող ՀՀ ԲՈՒԿ-ի
“Բուսաբանություն” 035 մասնագիտական խորհրդի նիստում:

Հասցեն՝ 0063, ք. Երևան, Աճառյան 1, ՀՀ ԳԱԱ Ա. Թախտաջյանի անվան
Բուսաբանության ինստիտուտ, E-mail: botanyinst@sci.am

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ Ա. Թախտաջյանի անվան
Բուսաբանության ինստիտուտի գրադարանում և www.botany.sci.am կայքում:

Սեղմագիրն առաքված է 2022 թ. մարտի 4 -ին:

035 մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,

Կենսաբանական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ՝  Ժ. Հ. Հովակիմյան

Тема диссертации утверждена в Институте ботаники им. А. Тахтаджяна НАН РА
Научный руководитель:

Доктор биологических наук, профессор

Георгий Файвуш

Официальные оппоненты:

Доктор биологических наук, профессор

Г. Г. Оганезова

Кандидат биологических наук, доцент

Н. А. Закарян

Ведущая организация:

Ванадзорский государственный университет им. О. Туманяна

Защита диссертации состоится 14-го апреля 2022г. в 14⁰⁰ часов на заседании

Специализированного совета 035 по ботанике ВАК РА, действующего при Институте
ботаники им. А. Тахтаджяна НАН РА

Адресс: 0063, Ереван, ул. Ачарян 1, Институт ботаники им. А. Тахтаджяна НАН РА,

E-mail: botanyinst@sci.am

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института ботаники им. А.

Тахтаджяна НАН РА и на сайте www.botany.sci.am

Автореферат диссертации разослан 4-го марта 2022 г.

Ученый секретарь специализированного совета 035,

Кандидат биологических наук, доцент



Ж.О. Овакимян

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Одним из основных предварительных действий по сохранению биоразнообразия является разработка и составление Красных списков и Красных книг стран или иных территорий. В 2010 году была разработана, утверждена Правительством республики и опубликована Красная книга растений Армении, в которую в категории «находящийся в критическом состоянии» (CR) был включен вид *Potentilla porphyrantha* Juz. (*Rosaceae*).

В 2011 году компания Lydian International начала всестороннее обследование массива горы Амулсар, где предполагалось создание золотодобывающего и перерабатывающего комбината. В 2012 году Э. Ц. Габриэлян на вершине этой горы обнаружила новую небольшую популяцию *Potentilla porphyrantha*. Дальнейшие исследования, проведенные ботаниками Института ботаники НАН РА, сотрудниками Lydian International и иностранными специалистами организации Treweek Environmental Consultants (UK) позволили оценить размеры этой популяции (более 5000 экземпляров) и уточнить ее распространение по массиву горы Амулсар. Эти исследования показали, что данная популяция является крупнейшей в Армении. Наличие этой популяции на горе Амулсар, согласно законодательству Армении не позволяло проводить на этой территории горнодобывающую деятельность без проведения специальных мер по сохранению данного редкого, включенного в Красную книгу растений вида. В 2014 году Правительство республики приняло специальное постановление (N-781 от 31.7.2014), согласно которому было разрешено провести пересадку подверженных угрозе уничтожения растений на территорию ботанических садов Армении или на территорию особо охраняемых природных территорий с тем, чтобы сохранить их, размножить и впоследствии провести реинтродукцию в природные местообитания. Однако *Potentilla porphyrantha* является очень стенотопным видом, произрастающим на вулканических скалах субальпийского и альпийского поясов. Именно это обстоятельство потребовало проведения специальных исследований по выявлению эколого-биологических особенностей этого вида, возможной амплитуды его адаптации к различным новым условиям произрастания, а также оценить возможности адаптации природных популяций этого вида к прогнозируемым изменениям климата.

Цель и задачи исследования. Основной целью работы было исследование биоэкологических особенностей редкого, включенного в Красную книгу растений Армении вида *Potentilla porphyrantha* и разработка мер по его сохранению и размножению в условиях ex-situ и методов его реинтродукции в природу. В связи с этим были поставлены следующие задачи.

- Уточнить таксономическое положение исследуемого вида в группе родственных видов рода *Potentilla* (*Rosaceae*).
- Провести кариологическое исследование *Potentilla porphyrantha*.
- Оценить биологические особенности вида в различных (естественных и искусственных) условиях произрастания.
- Дать палинологическую характеристику вида и оценить степень жизнеспособности пыльцы в зависимости от условий произрастания.
- Выявить основные физиологические характеристики вида (водный режим, интенсивность фотосинтеза и транспирации) в различных условиях произрастания.
- Выявить адаптационный потенциал вида и в связи с этим оценить угрозу его природным популяциям в связи с прогнозируемым изменением климата.

Научная новизна. Впервые исследованы биология, экология, кариология, палинология и физиология редкого, включенного в Красную книгу растений Армении вида *Potentilla porphyrantha*, уточнено его таксономическое положение. Оценены адаптивные возможности исследуемого вида к различным условиям произрастания, а также к прогнозируемому изменению климата.

Практическая значимость работы. По результатам исследования разработаны меры по сохранению редкого, включенного в Красную книгу растений Армении вида *Potentilla porphyrantha* в условиях ex-situ и по его размножению с целью дальнейшей реинтродукции в естественную среду обитания.

Апробация работы. Результаты работы доложены и обсуждены в ходе международных курсов Completing a training course in Practical Horticulture and Field work at Cambridge University Botanical Garden (Великобритания, 2016), на международном симпозиуме “Conservation of Plant Diversity” (Молдова, Кишинев, 2017), на Второй международной ботанической конференции молодых ученых “Biodiversity and Wildlife Conservation Ecological Issues” (Армения, Цахкадзор, 2018), на Международном

семинаре по изучению биоразнообразия (Таджикистан, Душанбе, 2019), на международной конференции “Plant Diversity: Status, Trends, Conservation Concept” (Новосибирск, 2020), а также на заседании Ученого совета Института ботаники имени А. Л. Тахтаджяна НАН РА (2021).

Публикации. Основные результаты исследований отражены в 8 научных статьях и двух тезисах научных конференций.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Диссертация изложена на 106 страницах, содержит 38 иллюстраций и 13 таблиц. Список литературы содержит 119 наименований.

ВВЕДЕНИЕ

Во введении изложены актуальность исследования, цель и задачи, научная новизна и практическая ценность полученных результатов.

ГЛАВА 1. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Биоэкологические исследования *Potentilla porphyrantha* проводились как в природных условиях на горе Амулсар, так и в условиях ex-situ в Севанском и Ереванском ботанических садах. Гора Амулсар располагается в Дарелегисском флористическом районе, *P. porphyrantha* произрастает здесь преимущественно в трещинах скал на высоте от 2450 (самая низкая известная точка) до 3020 м над ур.м.

Севанский ботанический сад расположен в Севанском флористическом районе на высоте 1930 м над ур.м., а Ереванский ботанический сад – в Ереванском флористическом районе на высоте 1240 м над ур.м.

1.1. Климатические условия

На климатодиаграммах (рис. 1.1) приведены данные по средним температурам и количеству осадков на трех территориях исследования. Из приведенных данных видно, что условия Ереванского ботанического сада резко отличаются как продолжительностью засушливого периода, так и средними биотемпературами и количеством осадков.

Различия между г. Амулсар и Севанским ботаническим садом не столь значительны: средняя биотемпература на г. Амулсар 9.5°C, а на Севане – 9.7°C, среднегодовое количество осадков и продолжительность засушливого периода также различаются незначительно.

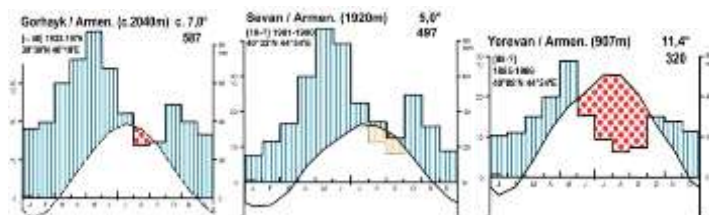


Рис. 1.1. Климадиаграммы (составлены др. З. Брейклем)

1.2. Условия произрастания и выращивания *P. porphyrantha*

Нами исследована природная популяция *P. porphyrantha* на горе Амулсар, где она произрастает в экосистеме НЗ.1В12 - Альпийские скалы вулканических нагорий Центральной Армении, приурочена к трещинам скал и сильно каменистым участкам, в том числе и к неиспользуемым грунтовым дорогам.

Для сохранения растений *P. porphyrantha* из популяции на горе Амулсар компанией «Lydian Armenia» в Севанском ботаническом саду была построена специализированная оранжерея со всем необходимым оборудованием, и на открытом воздухе из камней, привезенных с горы Амулсар, созданы четыре рокария (рис. 1.2 и 1.3).

В 2014-2015 гг. с горы Амулсар, с территории, предназначенной для производственных целей, около 2000 экземпляров *P. porphyrantha* были вывезены в Севанский и Ереванский ботанические сады. В Севанском ботаническом саду большая часть была высажена в вазоны в оранжерею, меньшая часть – на рокарии. В результате прижились 1125 экземпляров: 768 в вазонах и 357 на рокариях.



Рис. 1.2. *P. porphyrantha* в вазонах (2015)



Рис. 1.3. *P. porphyrantha* после разрастания на рокарии (2019)

В оранжерее в Севанском ботаническом саду в зимний период поддерживается положительная температура (+5-6°C), в весенне-осенний период по мере надобности проводится полив растений. На рокарии в июле-августе 1-2 раза проводится дополнительный полив.

В связи с тем, что еще в 1950-1960-е годы на альпинарии Участка флоры Армении Ереванского ботанического сада выращивался вид *Potentilla porphyrantha*, привезенный с Гегамского нагорья (Мирзоева, Ахвердов, 1973), нами был проведен эксперимент по выращиванию здесь этого вида с целью оценки его адаптивных возможностей. Для этого в 2016 г. 139 экземпляров растения были высажены в вазоны, а 12 – на рокарий на экспозиционном участке Армянской флоры Ереванского ботанического сада. В связи с экстремальными для этого вида климатическими условиями Еревана в период с июня по сентябрь в обязательном порядке проводился дополнительный полив растений.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для исследования послужили разновозрастные образцы *Potentilla porphyrantha*, произрастающие в условиях in-situ на горе Амулсар, а также выращиваемые в условиях ex-situ в Севанском и Ереванском ботанических садах. Исследованы также гербарные образцы этого и других близких видов рода *Potentilla*, хранящиеся в гербариях Института ботаники им. А. Тахтаджяна (ERE), Ботанического института им. В. Л. Комарова АН РФ (Санкт-Петербург, LE) и Природно-исторического музея Вены (W).

Таксономические исследования были осуществлены классическим морфологическим и ботанико-географическим методами с использованием данных кариологических исследований.

Кариологические исследования были проведены стандартным методом давленных препаратов (Nazarova, Ghukasyan, 1999) на семенах, привезенных с горы Амулсар.

Палинологические исследования были осуществлены методом окраски фуксином (Смолянинова, Голубкова, 1950) и упрощенным ацетоллизным методом (Аветисян, Манукян, 1958) под световым микроскопом. Морфологическая целостность пыльцевых зерен оценивалась посредством метода окраски ацетокармином (Паушева, 1988).

Физиологические исследования, включающие изучение водного режима (содержание в листьях общей, свободной и связанной воды, водный дефицит), интенсивности фотосинтеза и транспирации осуществлялись по общепринятой методике (Salnikov, Maslov, 2014).

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с помощью компьютерных программ ANOVA, Statgraphics XVI.

ГЛАВА 3. ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ И ПРИРОДООХРАННЫЙ СТАТУС

POTENTILLA PORPHYRANTHA

Род *Potentilla* (Сем. Rosaceae) считается одним из крупных родов и включает около 500 видов, распространенных преимущественно в умеренной и бореальной зонах Земного шара. Род характеризуется большим морфологическим разнообразием, что связано с широким географическим распространением и значительной экологической амплитудой его видов.

В рамках настоящего исследования наше внимание было уделено трем морфологически очень близким видам: *P. porphyrantha* (Федоров, 1958), *P. cryptophila* (Ханджян, 2010а,б) и *P. petraea* (Schiman-Czeika, 1969). Первые два вида указывались для флоры Армении, а третий – для Ирана. В последние годы некоторые авторы указывают на возможность того, что *P. porphyrantha* и *P. cryptophila* являются синонимами *P. petraea*. В Красной книге растений Армении Н. Ханджян (2010) указывает место произрастания *P. cryptophila* в Дарелегисском флористическом районе на Вайкском хребте в непосредственной близости от locus classicus *P. porphyrantha*.

Наши исследования (Oganesian, Janjughazyan, 2018) показали, что в гербарии Института ботаники НАН РА (ERE) все экземпляры, переопределенные Н. Ханджян как *P. cryptophila*, в действительности являются более старыми образцами *P. porphyrantha*. Таким образом, в Армении и Нахичеване произрастает только *P. porphyrantha*. Скорее всего в Северо-Западном и Центральном Иране также произрастает этот вид (Assadi, Wendelbo, 1977; Noorozi et al., 2011).

Обнаруженная в 2012 г. Э. Габриэлян на г. Амулсар новая популяция *P. porphyrantha* оказалась самой крупной из известных в Армении. В ходе дальнейших исследований 2012-2018 гг. здесь было зарегистрировано более 7000 экземпляров этого вида, произрастающих на высоте от 2450 до 3000 м. Кроме того, в 2013 г. С. Аревшатяном на границе Армении и Нахичевана была обнаружена еще одна новая небольшая популяция *P. porphyrantha*. Таким образом, в настоящее время известно всего 9 субпопуляций этого вида: пять в Армении (Гегамский, Дарелегисский и Зангезурский флористические районы), одна в Нахичеване и три в Иране (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Ареал *P. porphyrantha*

P. porphyrantha включена в Красную книгу растений Армении в категории «находящийся в критическом состоянии» (CR) по критериям В 1ab(iii) + 2ab(iii). Исходя из новых данных по распространению этого вида, мы провели переоценку вида по критериям IUCN, согласно которой категория угрозы для этого вида должна быть

понижена до «находящийся в угрожаемом состоянии» (EN). Принимая во внимание относительно узкое распространение данного вида за пределами Армении, нами подготовлено по специальной форме представление для IUCN по включению этого вида в Международный Красный список.

ГЛАВА 4. БИО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

POTENTILLA PORPHYRANTHA

4.1. Био-морфологическое описание *Potentilla porphyrantha*

Potentilla porphyrantha – многолетнее травянистое розеточное растение с каудексом. Надземная часть представлена однолетними цветоносными побегами 6-15 см выс. (Оганезова, 2021). Прикорневые листья длинно-черешчатые, пятерные. Прилистники наверху несросшиеся. Стеблевые листья тройчатые. Листья с обеих сторон густо покрыты длинными белыми шелковистыми прилегающими волосками, шелковисто-блестящие. Цветки в немногочетковом соцветии, розовые, на довольно длинных цветоножках, до 15 мм в диаметре. Плодики немногочисленные, косо-яйцевидные, морщинистые.

4.2. Результаты изучения всхожести семян *Potentilla porphyrantha*

Исследование всхожести семян показало, что в условиях Севанского и Ереванского ботанических садов этот показатель на первый и второй год был очень высоким (более 90%), после чего этот показатель ежегодно очень сильно снижался.

Было показано, что семена, собранные с растений, выращиваемых в Севанском ботаническом саду, по показателям всхожести и дальнейшего роста практически не отличаются от семян, собранных на г. Амулсар.

По результатам исследования рекомендуется в случае необходимости длительного хранения семян осуществлять его в условиях заморозки (-18°C). В ином случае рекомендуется ежегодно высевать растения в почву с целью получения нового поколения и обновления запаса семян. Следует отметить, что эти действия следует проводить в условиях Севанского ботанического сада, так как воспроизводство семян в Ереванском ботаническом саду малопродуктивно.

4.3. Рост растений *Potentilla porphyrantha*

Исследование роста и развития *P. porphyrantha* были начаты нами в 2013 г. на горе Амулсар, а затем, после перемещения растений, продолжены в Севанском и Ереванском ботанических садах.

В природных условиях наблюдения проводились на разновозрастных растениях, обращая внимание в первую очередь на размеры растений и площадь образуемых ими подушечек. Следует отметить, что наиболее интенсивный рост отмечался у мелких экземпляров, когда в течение года растения выросли с 4 до 30 см², а в течение трех лет – до 54 см².

В условиях Севанского ботанического сада наблюдения проводились как в оранжерее, так и на рокариях. В условиях оранжереи в течение 2016-2018 гг. количество растений уменьшилось на 110 экземпляров, что, очевидно, является результатом естественного старения растений. В то же время на рокариях в течение 2016 и 2017 годов в результате разрастания растений и самовозобновления из продуцированных семян количество экземпляров настолько значительно увеличилось, отдельные растения переплетались так, что стало невозможным подсчитать их количество, не повреждая их. В 2018 году в оранжерее интенсивность роста растений сильно уменьшилась, что, скорее всего, связано с ухудшением почвенных условий – корневая система растений в вазонах настолько разрасталась, что растениям неоткуда было брать питательные вещества.

Наблюдения над ростом и развитием растений в Севанском ботаническом саду показали, что наилучшим способом воспроизводства и сохранения *P. porphyrantha* является семенное возобновление, при этом семена лучше всего сразу высевать в почву, на рокарии, а не в вазоны. В качестве контроля и для создания страхового фонда часть семян можно высевать в вазоны с тем, чтобы через 1-2 года перенести их на рокарии. Для подготовки же растений для реинтродукции в природу можно семена высевать в вазоны, где выращивать их в течение не более 2-3 лет.

По результатам проведенных исследований можно прийти к заключению, что на горе Амулсар (в условиях in-situ) основным лимитирующим распространение *P. porphyrantha* фактором является недостаточность эдафических условий и конкуренция со стороны других видов растений. Как показали наши наблюдения в 2021 г., после прекращения подготовительных работ для эксплуатации карьера в 2018 г., за прошедшие три года популяция *P. porphyrantha* начала интенсивно восстанавливаться как в

трещинах скал и камней, так и на сильно каменистых ровных поверхностях (в частности, на неиспользуемых грунтовых дорогах). При этом в последнем случае в некоторых местах образовались монодоминантные сообщества с покрытием почвы, достигающим 80-100%.

В заключение необходимо указать, что условия Севанского ботанического сада прекрасно подходят для выращивания, сохранения и воспроизводства высокодекоративного вида *P. porphyrantha*. Выращивание этого вида в условиях ex-situ позволяет не только сохранить значительную часть популяции, но и подготовить растения для реинтродукции в природу, а также начать опыты по его использованию в цветоводстве.

4.4. Пересадка отдельных экземпляров *P. porphyrantha* из вазонов на рокарий в Севанском ботаническом саду

Несмотря на то, что оранжерейные условия в Севанском ботаническом саду являются благоприятными для роста и развития *P. porphyrantha*, со временем объем вазонов становится недостаточным и растения начинают погибать. В связи с этим сотрудники “Lydian Armenia” для сохранения растений, улучшения условий для возобновления и предотвращения гибели растений в вазонах создали два новых рокария, также используя камни, привезенные с горы Амулсар. На эти рокарии были пересажены экземпляры *P. porphyrantha*, до того выращивавшиеся в мелких вазонах (12 см). Всего было пересажено 426 экземпляров, а 190 в более крупных вазонах были оставлены в оранжерее. Кроме того, в центральную часть рокариев были высеяны семена, собранные с растений из оранжереи в предыдущие годы. Был получен очень хороший результат – практически все растения прижились и в течение одного года разрослись, практически заняв все свободные места на рокарии, и обильно цвели и плодоносили уже через год после пересадки.

4.5. Кариологические исследования

Нами были исследованы митотические хромосомы в меристематических клетках корешков проростков *P. porphyrantha* (Гукасян, Джанджугазян, 2016). Для рода

Potentilla зарегистрирован полиплоидный ряд с $2n = 14, 28, 35, 42, 56, 63, 70$. При этом основное базовое число хромосом $x = 7$.

На рис. 4.1. представлены метафазная пластинка и кариотип *P. porphyrantha*.

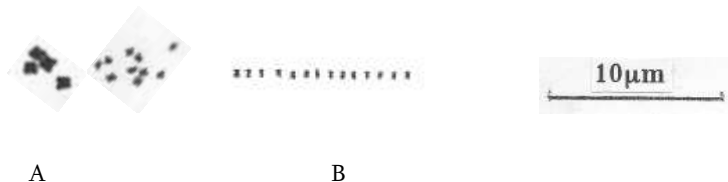


Рис. 4.1. Метафазная пластинка (А) и кариотип (В) *P. porphyrantha* ($2n = 14$)

В результате исследований было установлено, что в Армении на горе Амулсар произрастает только диплоидная цитораза с $2n = 14$. Это число приводится нами впервые (Ghukasyan, Janjughazyan, 2015).

4.6. Палинологические исследования

Материалом для палинологических исследований послужила пыльца из бутоннов, собранных с растений с г. Амулсар и Севанского и Ереванского ботанических садов. Палиноморфологические данные приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1.

Палиноморфологические показатели *P. Porphyrantha*

Место сбора образцов	Полярная ось (μm) \pm SD*	Экваториальный диаметр (μm) \pm SD	Диаметр апокольпума (μm) \pm SD	Ширина мезокольпума (μm) \pm SD	Толщина экзины (μm) \pm SD
Ереван	17,40 \pm 1,59	17,08 \pm 1,43	4,67 \pm 0,49	8,25 \pm 1,09	1,39 \pm 0,26
Севан	18,71 \pm 0,86	17,62 \pm 0,73	5,03 \pm 0,55	8,66 \pm 0,74	1,37 \pm 0,29
Амулсар	20,53 \pm 1,04	20,05 \pm 0,82	5,58 \pm 1,02	9,57 \pm 1,26	1,38 \pm 0,25

* SD – стандартное отклонение ($n = 20$, где n – количество исследованных пыльцевых зерен в каждом образце)

Как видим из данных таблицы 4.1, показатели пыльцевых зерен из трех мест сбора (общие размеры, длина и ширина борозд, толщина экзины) различаются незначительно. Все показатели, кроме толщины экзины, несколько выше у образцов с г. Амулсар, а наиболее низкие – из Ереванского ботанического сада. Скорее всего, это связано с различиями в экологических условиях мест сбора образцов. Ереванский ботанический сад расположен значительно ниже по высоте над уровнем моря, соответственно условия значительно более аридные (более высокая температура и меньшая влажность воздуха). Косвенно это подтверждается и показателями роста растений, для которого условия Ереванского ботанического сада оказались экстремальными. В это же время условия Севанского ботанического сада оказались оптимальными для исследуемого вида.

Для более точной оценки состояния растений, выращиваемых в разных условиях, нами были исследована морфологическая целостность пыльцы с образцов, собранных на горе Амулсар и в Севанском и Ереванском ботанических садах. По этому показателю можно косвенно судить о фертильности пыльцевых зерен.

Результаты проведенного исследования приведены в таблице 4.2. Из каждого образца оценивались 5000 пыльцевых зерен в трех повторностях.

Таблица 4.2.

Морфологическая целостность (фертильность) пыльцы *Potentilla porphyrantha*

Место сбора образцов	Количество фертильных пыльцевых зерен	Фертильность, %, ± SD*
Ереван	3924	78,48±5,88
Севан	4834	96,68±0,41
Амулсар	4816	96,31±0,77

* SD – стандартное отклонение

Как видим, пыльца исследуемого вида отличается высокой фертильностью (78-97%), при этом самый низкий показатель отмечен для Ереванского ботанического сада, а для Севанского ботанического сада и горы Амулсар разница практически отсутствует (Джанджугазян, 2018).

Таким образом, у образцов из Ереванского ботанического сада пыльцевые зерна самые мелкие из всех изученных образцов и при этом они отличаются и самой низкой морфологической целостностью. Это свидетельствует о том, что условия Ереванского ботанического сада не очень благоприятны для выращивания и размножения *P. porphyrantha*. С другой стороны, необходимо указать, что 78-процентная фертильность – это не очень низкий показатель, и исследуемый вид в условиях Ереванского ботанического сада обильно цветет и плодоносит.

4.7. Эко-физиологические исследования

Исследования проводились в 2015-2018 гг. на горе Амулсар и в Ереванском и Севанском ботанических садах.

По результатам наших исследований можно констатировать (Novakimyan, Janjughazyun, Fayvush, 2019), что растения, произрастающие в условиях in-situ на горе Амулсар отличаются более высокими показателями водного режима и интенсивности фотосинтеза (табл. 4.3).

Таблица 4.3.

Водный режим и интенсивность фотосинтеза и транспирации *P. porphyrantha*

Место произрастания	Общая вода	Свободная вода	Связанная вода	Водный дефицит	Интенсивность транспирации	Интенсивность фотосинтеза
Амулсар	75,12	51,34	23,78	14,15	387,09	3,67
Севан	69,89	40,94	28,95	21,19	433,12	3,05
Ереван	67,55	37,77	29,78	24,31	419,41	2,16

Как видим из данных таблицы 4.3, при переносе растений *P. porphyrantha* в Севанский и Ереванский ботанические сады происходит снижение содержания общей и свободной воды и интенсивности фотосинтеза, но при этом возрастает содержание связанной воды и интенсивности транспирации, а также возрастает водный дефицит.

Эти показатели говорят о том, что при переносе в условия *ex-situ* растения испытывают стресс от изменения условий, и величина этого стресса зависит от разницы высоты над уровнем моря и, соответственно, от изменения климатических условий. При этом в условиях Севанского ботанического сада изменение физиологических показателей хотя и значительно, но не критично, то есть растения хорошо приспособились к изменению условий произрастания. В то же время в условиях Еревана стресс и изменение физиологических показателей очень значительны, что и приводит к преждевременной гибели растений.

Таким образом, физиологические исследования подтвердили, что условия Севанского ботанического сада вполне благоприятны для выращивания *P. porphyrantha*, в то время как в условиях Ереванского ботанического сада растения этого вида испытывают сильный стресс, что негативно сказывается на их жизнеспособности.

4.8. Моделирование восстановления популяции *P. porphyrantha*

Согласно утвержденной программе, по завершении производственных работ на Амулсарском руднике и комбинате необходимо провести специальные работы по рекультивации территории и восстановлению популяции *P. porphyrantha* в прежнем объеме. Для того, чтобы оценить временной период, необходимый для восстановления популяции исследуемого вида, была разработана специальная модель.

Для наших расчетов мы выбрали наиболее простую модель, неучитывающую плотность популяции в природе. Продолжительность жизни отдельных растений приняли за 5 лет, продуктивность семян с одного растения за 300 штук.

В результате получилось, что если 100 экземпляров будут высажены на расстоянии 5 см друг от друга, то для воссоздания популяции в прежнем размере потребуется 16 лет. Эта модель не учитывает большое число факторов, в частности, процент неприживаемости растений, возможные неблагоприятные погодные условия, методы посадки растений и др. Принимая во внимание, что в Севанском ботаническом саду можно вырастить и подготовить к пересадке не 100, а несколько тысяч образцов, а также то, что для наилучшей методики посадки планируется проведение ряда экспериментов, данную модель можно признать довольно пессимистичной. В любом случае, по нашему мнению, после завершения работ Амулсарского рудника и проведения мероприятий по рекультивации и восстановлению популяции *P.*

porphyrantha, совершенно необходимо в течение нескольких лет проведение мониторинга за состоянием популяции этого вида, и в случае необходимости – проведение дополнительного размножения вида и пополнения популяции.

ГЛАВА 5. ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ *POTENTILLA PORPHYRANTHA* ОТ ПРОГНОЗИРУЕМОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

В нашем исследовании мы оценили угрозу виду *P. porphyrantha* в связи с прогнозируемым изменением климата. Данные по прогнозируемому изменению климата в Армении нами были взяты из 2-го, 3-го и 4-го Национальных сообщений по изменению климата. Согласно данным гидрометеоцентра Армении в последние три десятилетия в республике наблюдается очень быстрый рост среднегодовой температуры.

Исходя из предполагаемых сценариев изменения климата, нами смоделированы изменения био-температур для горы Амулсар, Севанского и Ереванского ботанических садов (рис. 5.1).

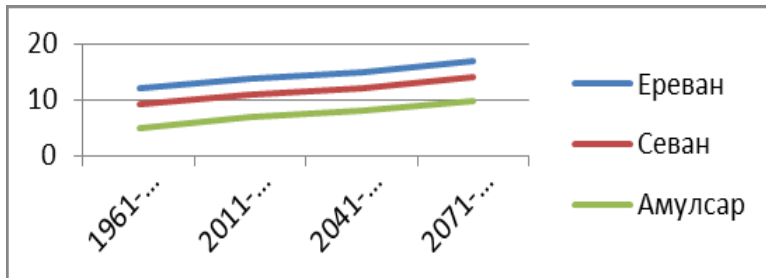


Рис. 5.1. Прогноз изменения био-температур на горе Амулсар, в Севанском и Ереванском ботанических садах при сценарии изменения климата RCP8.5

Графики на рис. 5.1 показывают, что даже при самом жестком сценарии изменения климата (RCP8.5) температурные условия на горе Амулсар к 2100 году приблизятся к современным условиям Севанского ботанического сада.

Принимая во внимание результаты проведенных нами био-экологических исследований по адаптационным возможностям вида *P. porphyrantha*, становится

ясным, что условия Севанского ботанического сада являются вполне благоприятными для его роста и развития, за исключением двух летних месяцев, когда необходим дополнительный полив в ограниченном количестве. Однако следует учитывать, что на горе Амулсар в условиях *in-situ* растения преимущественно обитают в трещинах скал при минимальном содержании почвы, и влагу берут, в основном, не от дождей, а от конденсирующейся влаги воздуха.

Исходя из прогнозов изменения климата и известного градиента температур от изменения высоты местности над уровнем моря, видим, что разница в среднегодовых температурах между местообитанием основной популяции вида на горе Амулсар и Севанским ботаническим садом составляет примерно 4-5°C. Проведя обратную экстраполяцию, можно прийти к заключению, что даже повышение среднегодовой температуры на горе Амулсар на 4-5°C не приведет к изменению условий жизни *P. porphyrantha* на неблагоприятные.

С другой стороны, прогнозируемое сокращение количества осадков может стать неблагоприятным фактором, который может сказаться на изменении ритма развития растений, в частности, в летний период возможно замедление роста растений, особенно если влажность воздуха упадет ниже точки конденсации влаги. В экстремальном случае это может привести даже к гибели растений. Однако проведенное нами моделирование изменения условий по предлагаемым сценариям изменения климата указывает на то, что такие условия могут образоваться не ранее чем в конце XXI века.

Таким образом, можно прийти к заключению: если климат изменится согласно предлагаемым сценариям, все равно материнская популяция на горе Амулсар не пострадает. То же самое можно сказать и о других естественных популяциях этого вида, произрастающих на других горных хребтах и вершинах Армении.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что в Армении и Нахичеване из трех близких видов рода *Potentilla* (*P. porphyrantha*, *P. cryptophila*, *P. petraea*) произрастает только *P. porphyrantha*. В настоящее время на территории Армении известно шесть субпопуляций этого вида в Гегамском, Дарелегисском и Зангезурском флористических районах. Согласно нашей оценке по критериям IUCN исследуемый вид должен быть включен в Красную книгу растений Армении и Международный Красный список в категории «находящийся в угрожаемом состоянии» (EN).
2. Результаты проведенных исследований показали, что семена *P. porphyrantha* в первый год после созревания имеют высокую всхожесть (более 90%), которая снижается со временем при хранении при комнатной температуре. В случае хранения при температуре -18°C высокая всхожесть сохраняется как минимум 3-4 года.
3. Установлено, что в благоприятных условиях Севанского ботанического сада растения *P. porphyrantha* имеют интенсивный рост, высокую жизнеспособность, обильно цветут и плодоносят, производя жизнеспособные семена. Скорее всего, в условиях in-situ основными лимитирующими распространение этого вида факторами являются недостаток благоприятных местообитаний (трещины в вулканических скалах) и высокая конкуренция со стороны других субальпийских видов растений.
4. Впервые определено число хромосом вида *Potentilla porphyrantha* и установлено, что на горе Амулсар произрастает его диплоидная цитораза с $2n = 14$ с симметричным кариотипом из мелких метацентрических хромосом.
5. Палиноморфологическими исследованиями установлено, что пыльцевые зерна *P. porphyrantha* меридионально-3-бороздно-оровые, узко эллипсоидальной или почти сфероидальной формы, в очертании с полюса округло-треугольные; полярная ось $17,4-20,5 \mu\text{m}$, экваториальный диаметр $17,08-20,73 (18,6) \mu\text{m}$. Исследованные пыльцевые зерна, взятые с образцов с горы Амулсар, Севанского и Ереванского ботанического садов, показали высокую морфологическую целостность (78-97%), что может свидетельствовать о высоком уровне их фертильности.
6. Экофизиологические исследования показали, что образцы *P. porphyrantha* при переносе в условия ex-situ переживают тяжелый стресс, однако они быстро

приспосабливаются к условиям Севанского ботанического сада, и их показатели водного режима, интенсивности фотосинтеза и транспирации приближаются к таковым у образцов в условиях in-situ.

7. Моделирование изменений условий произрастания в связи с прогнозируемым изменением климата показало, что все основные субпопуляции *P. porphyrantha* в Армении даже при осуществлении самых жестких сценариев изменения климата окажутся в условиях соответствующих их адаптационному потенциалу. Прогнозируемые изменения климата не скажутся на их жизнеспособности и не вызовут сокращения территории обитания.

Практические рекомендации

1. Для сохранения вида *Potentilla porphyrantha* в условиях ex-situ рекомендуется его выращивать в благоприятных условиях на рокариях в верхнем или среднем горных поясах, в зонах с относительно высокой влажностью воздуха. В Армении этот вид можно использовать в качестве высокодекоративного растения на рокариях в Лорийской, Тавушской, Гегаркуникской, Сюникской и Арагацотнской областях.
2. Размножение *P. porphyrantha* рекомендуется осуществлять семенным методом, в случае необходимости длительного хранения семена рекомендуется содержать при температуре -18°C.
3. При пересадке растений в новые условия местообитания рекомендуется использовать или семена, или молодые экземпляры.
4. При подготовке почвы для рокариев рекомендуется использовать в качестве основы камни и обломки вулканических скал в виде относительно крупных камней.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Гукасян А. Г., Джанджугазян К. З. 2015. *Potentilla porphyrantha* Juz. - редкий вид флоры Армении и Кавказа // Мат. Межд. Юбилейной Конф. «Ботаническая наука в современном мире», посвящ. 80-летию основания Ереванского Ботанического сада: с. 113-119.

2. Ghukasyan A., Djandjugazyan K. 2015. Chromosome numbers of some rare flowering plants of Armenian flora // Electronic journal of Natural Sciences, NAS RA, 1, p. 23-26.
3. Гукасян А. Г., Джанджугазян К. З. 2016. Кариологическое исследование вида *Potentilla porphyrantha* Juz. (*Rosaceae*), занесенного в Красную книгу Армении // Takhtajania., 3, с. 57-61.
4. Janjughazyan K. 2017. Conservation of *Potentilla porphyrantha* Juz. (*Rosaceae*) in Armenia // “Conservation of Plant Diversity”, Int. sci. symp., Moldova, p.36.
5. Oganesyanyan M. E., Janjughazyan K. Z. 2018. About *Potentilla porphyrantha* and *P. cryptophila* of the authors of Caucasian flora // Takhtajania, 4, p. 8-13.
6. Джанджугазян К. З. 2018. Палинологические особенности *Potentilla porphyrantha* (*Rosaceae*) // Биолог. журн. Армении, 2 (70), с. 48-52.
7. Janjughazyan K. Z. 2018. Current distribution of the rare plant species *Potentilla porphyrantha* Juz. (*Rosaceae*) // 2nd International Young Scientists Conf. on Biodiversity and Wildlife Conservation Ecological Issues, Tsaghadzor (Armenia) p.60-61.
8. Hovakimyan J., Janjughazyan K., Fayvush G. 2019. Eco-physiological features of *Potentilla porphyrantha* (*Rosaceae*) // Electronic Journal of Natural sciences of NAS RA, 2(33), p. 21-23.
9. Джанджугазян К. З., Файвуш Г. М. Прогнозируемое изменение климата как угроза редкому виду *Potentilla porphyrantha* (*Rosaceae*) // Takhtajania, 2021, 7, p. 39-46.
10. Ջանջուղազյան Կ.Զ., Հազվագյուտ տեսակ Մասնունի ծիրանավորի (*Potentilla porphyrantha* Juz.) կենսաբանական բնութագիրը և աճման օրինաչափությունները ex-situ պայմաններում // Հայաստանի Կենսաբանական հանդես 3(73), 2021, էջ 85-90.

ՋԱՆՁՈՒՂԱԶՅԱՆ ԿԱՐԻՆԵ ԶՈՂՐԱԲԻ

ՄԱՏՆՈՒՆԻ ԾԻՐԱՆԱՎՈՐԻ (*POTENTILLA PORPHYRANTHA* JUZ.)

ԿԵՆՍԱԷԿՈՒՈԳԻԱԿԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՏԱՐԲԵՐ
ԲՆԱԿԼԻՄԱՅԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ատենախոսական աշխատանքի հիմնական նպատակն է ուսումնասիրել ՀՀ բույսերի Կարմիր գրքում գրանցված հազվագյուտ տեսակ *P. porphyrantha*-ի կենսաէկոլոգիական առանձնահատկությունները, ex-situ պայմաններում բազմացմանն ուղղված միջոցների մշակումը և պահպանումը, ինչպես նաև մշակել մեթոդներ՝ բնության մեջ վերականգնելու համար:

Առաջին անգամ ուսումնասիրվել է հազվագյուտ տեսակ՝ Մատնունի ծիրանավորի կենսաբանությունը, էկոլոգիան, կարիոլոգիան, պլինոլոգիան և ֆիզիոլոգիան, ինչպես նաև հստակեցվել է տեսակի տաքսոնոմիական կարգավիճակը: Գնահատվել է ուսումնասիրվող տեսակի հարմարվողականության հնարավորությունները աճման տարբեր պայմաններում, ինչպես նաև կլիմայի կանխատեսվող փոփոխության ազդեցությունը վերոնշյալ տեսակի վրա:

Հաստատված է, որ Հայաստանում և Նախիջևանում *Potentilla* ցեղին ամենամոտ երեք տեսակներից (*P. porphyrantha*, *P. cryptophila*, *P. petraea*) աճում է միայն *P. porphyrantha*-ն: Ներկայումս, ՀՀ-ում հայտնի են այս տեսակի 6 ենթապոպուլյացիա՝ Գեղամա, Դարեհեզիսի և Զանգեզուրի ֆլորիստիկ շրջաններում: Համաձայն մեր գնահատման, այժմ այս տեսակը պետք է ներառվի նոր Կարմիր գրքում, որպես «Վտանգված տեսակ» (EN):

Հետազոտության արդյունքները ցույց են տվել, որ *P. porphyrantha*-ի սերմերն առաջին տարվա ընթացքում ունեն շատ բարձր ծլունակություն (ավելի քան 90%), ինչը զգալիորեն կրճատվում է հաջորդ տարիներին սերմերը սենյակային ջերմաստիճանում պահելու դեպքում, իսկ -18°C ջերմաստիճանում պահելիս, ծլունակության բարձր մակարդակը պահպանվում է առնվազն 3-4 տարի:

Հաստատվել է, որ Սևանի բուսաբանական այգու բարենպաստ պայմաններում, *P. porphyrantha*-ի առանձյակները ունեն ինտենսիվ աճ, բարձր կենսունակություն, առատորեն ծաղկում և պտղաբերում են՝ տալով կենսունակ սերմեր: Ակնհայտ է, որ in-situ պայմաններում այս տեսակի հիմնական սահմանափակող գործոններ են համարվում միջավայրի բարենպաստ պայմանների պակասը (հրաբխային ապարների ճաքեր) և ենթալպյան բույսերի բարձր մրցակցությունը:

Առաջին անգամ հաստատվել է, որ ՀՀ-ում աճում է ուսումնասիրվող տեսակի միայն դիպլոիդային ցիտոռասս՝ $2n=14$, կարիոտիպը սիմետրիկ է՝ փոքր մետացենտրիկ քրոմոսոմներով:

Պալինոլոգիական ուսումնասիրությունները հաստատել են, որ Մատնունի ծիրանավորի ծաղկափոշին մերիդիոնալ-3-ակոսա-շրթնային է, նեղ էլիպսոիդալ մինչև գրեթե գնդաձև, բևեռի կողմից կլորավուն-եռանկյուն, բևեռային առանցքը 17,4-20,5 (18,9) μm , հասարակածային տրամագիծը 17,08-20,07 (18,6) μm : Ամուլսարից, Սևանի և Երևանի բուսաբանական այգիներում աճող առանձնյակներից հավաքած ծաղկափոշու ուսումնասիրվող նմուշների ֆերտիլության վերլուծությունը ի հայտ բերեց ամբողջական, մորֆոլոգիապես ձևավորված ծաղկափոշու բարձր ցուցանիշ (78%-ից մինչև 97%), ինչը վկայում է նրանց ֆերտիլության բարձր մակարդակը:

Էկոֆիզիոլոգիական ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ *P. porphyrantha* -ի առանձնյակները ex-situ պայմաններ տեղափոխելիս, ծանր սթրեսի են ենթարկվում, սակայն նրանք արագ են հարմարվում Սևանի բուսաբանական այգու պայմաններին, և ջրային ռեժիմի, ինչպես նաև ֆոտոսինթեզի ինտենսիվության, տրանսպիրացիայի ցուցանիշները մոտ են in-situ պայմաններում աճող բույսերի ցուցանիշներին:

P. porphyrantha-ի աճման պայմանների փոփոխությունների մոդելավորումը՝ կապված կլիմայի կանխատեսվող փոփոխության հետ, ցույց է տվել, որ ՀՀ-ում այս տեսակի բոլոր հիմնական ենթապոպուլյացիաները կհայտնվեն այն պայմաններում, որոնք համապատասխանում են այս տեսակի հարմարվողականության ներուժին:

Կլիմայի կանխատեսվող փոփոխությունը չպետք է ազդի նրանց կենսունակության վրա և չի հանգեցնի զբաղեցրած տարածքների կրճատմանը:

Աշխատանքում ներկայացված են գործնական առաջարկներ՝ *P.porphyrantha* տեսակը, ex-situ պայմաններում պահպանման համար խորհուրդ է տրվում այն աճեցնել սերմերի ցանքի, կա՛մ էլ երիտասարդ առանձնյակները տեղափոխել բարենպաստ բնակմիջավայրեր (քարապարտեզներ) վերին կամ միջին լեռնային գոտիներում, բայց այն վայրերում, որտեղ օդի խոնավությունը համեմատաբար ավելի բարձր է: ՀՀ-ում, որպես բարձր դեկորատիվ արժեք ունեցող տեսակ, այն կարելի է օգտագործել քարապարտեզներում՝ Լոռու, Տավուշի, Գեղարքունիքի, Սյունիքի և Արագածոտնի մարզերում:

BIO-ECOLOGICAL FEATURES OF THE *POTENTILLA PORPHYRANTHA* JUZ. SPECIES
IN DIFFERENT NATURAL AND CLIMATIC CONDITIONS OF ARMENIA

The main goal of the work was to study the bio-ecological features of the rare species included in the Red Book of plants of Armenia *Potentilla porphyrantha* and develop measures for its conservation and reproduction in ex-situ conditions and methods for its reintroduction into nature.

For the first time the biology, ecology, karyology, palynology and physiology of the rare species *Potentilla porphyrantha* have been studied, and its taxonomic position has been clarified. The adaptive capabilities of the studied species to various growing conditions, as well as to forecasted climate change, were assessed.

It has been established that out of three closely related species of the genus *Potentilla* (*P. porphyrantha*, *P. cryptophila*, *P. petraea*) only *P. porphyrantha* grows in Armenia and Nakhichevan. According to our assessment, this species should be included in the Red Data Book of Plants of Armenia and the International Red List in the category "Endangered" (EN).

The results of the studies showed that the seeds of *P. porphyrantha* in the first year after maturation have a high germination capacity (more than 90%), which decreases with time when stored at room temperature. In the case of storage at -18°C, high germination is maintained for at least 3-4 years.

It has been established that under favorable conditions of the Sevan Botanical garden, *P. porphyrantha* plants have intensive growth, high viability, bloom profusely and bear fruit, producing viable seeds. Most likely, under in-situ conditions, the main factors limiting the distribution of this species are the lack of favorable habitats (cracks in volcanic rocks) and high competition from other subalpine plant species.

For the first time, the number of chromosomes of the species *Potentilla porphyrantha* was determined and it was found that its diploid cytotype with $2n = 14$ with a symmetrical karyotype of small metacentric chromosomes grows on Mount Amulsar.

Palynomorphological studies have established that the pollen grains of *P. porphyrantha* are meridional-3-furrow-oral, narrow ellipsoidal to almost spheroidal, rounded-triangular in outline from the pole, polar axis 17.4-20.5 (18.9) μm , equatorial diameter 17.08-20.07 (18.6) μm . The

studied pollen grains taken from the samples from Mount Amulsar, Sevan and Yerevan Botanical Gardens showed a high morphological integrity (78-97%), which may indicate a high level of their fertility.

Eco-physiological studies have shown that accessions of *P. porphyrantha* undergo severe stress when transferred to ex-situ conditions, however, they quickly adapt to the conditions of the Sevan Botanical garden, and their indicators of water regime, intensity of photosynthesis and transpiration converge those of accessions in in-situ conditions.

Modeling of changes in growing conditions due to forecasted climate change has shown that all the main subpopulations of *P. porphyrantha* in Armenia, even under the most severe climate change scenarios, will be in conditions corresponding to their adaptive potential. Projected climate changes will not affect their viability and will not cause a reduction in their habitat area.

The work provides practical recommendations for the cultivation and conservation of *P. porphyrantha*. In particular, it is proposed to grow plants from seeds under ex-situ conditions or transfer young specimens to favorable conditions (on rockeries) in the upper or middle mountain belts, however, in regions with relatively high air humidity. In Armenia, as a highly ornamental plant, this species can be grown on rockeries in the Lori, Tavush, Gegharkunik, Syunik and Aragatsotn regions.