

К. З. ДЖАНДЖУГАЗЯН, Г. М. ФАЙВУШ

**ПРОГНОЗИРУЕМОЕ ИЗМЕНЕНИЕ
КЛИМАТА КАК УГРОЗА РЕДКОМУ
ВИДУ *Potentilla porphyrantha*
(*ROSACEAE*)**

В статье приведены результаты прогноза изменения климата на горе Амулсар, в Севанском и Ереванском ботанических садах, и на основе этих прогнозов оценена угроза существованию редкого вида *Potentilla porphyrantha* Juz. в природных местообитаниях. Показано, что, как минимум до 2100 года, изменение климата не угрожает природным популяциям этого вида. Указано, что необходимо продолжать выращивание и размножение этого вида в условиях Севанского ботанического сада с целью дальнейшей его реинтродукции в природу.

Армения, изменение климата, Potentilla porphyrantha, угроза существованию, реинтродукция в природу.

Ջանջուղազյան Կ. Զ., Ֆայվուշ Գ. Մ.
Կլիմայի կանխատեսվող փոփոխությունը, որպես վտանգ *Potentilla porphyrantha* (*Rosaceae*) հազվագյուտ տեսակի համար:
Հոդվածում ներկայացված են կլիմայի կանխատեսվող փոփոխության արդյունքները՝ Ամուլսար լեռան վրա, Սևանի և Երևանի բուսաբանական այգիներում, և այդ արդյունքների հիման վրա գնահատված է *Potentilla porphyrantha* Juz. հազվագյուտ տեսակի գոյության վտանգի աստիճանը բնակմիջավայրերում: Ցույց է տրված, որ առնվազն, մինչև 2100թ. Կլիմայի կանխատեսվող փոփոխությունը վտանգ չի ներկայացնում այդ տեսակի բնական պոպուլյացիաների համար: Անհրաժեշտ է նշել, որ պետք է շարունակել այդ տեսակի աճեցումը և բազմացումը Սևանի բուսաբանական այգու պայմաններում՝ հետագայում բնությանը հետ վերադարձնելու նպատակով:

Հայաստան, կլիմայի փոփոխություն, Potentilla porphyrantha, գոյությանը սպառնացող վրանգ, բնությանը հետ վերադարձ:

Janjughazyan K. Z., Fayvush G. M. Fore-

casted Climate change as a threat to the rare species *Potentilla porphyrantha* (*Rosaceae*). The article presents the results of forecasting climate change on Mount Amulsar, in the Sevan and Yerevan botanical gardens, and on the basis of these forecasts, the threat to the existence of a rare species *Potentilla porphyrantha* Juz. in natural habitats is estimated. It has been shown that, at least until 2100, climate change does not threaten the natural populations of this species. It is indicated that it is necessary to continue the cultivation and reproduction of this species in the conditions of the Sevan Botanical Garden in order to further its reintroduction into nature.

Armenia, climate change, Potentilla porphyrantha, threat to existence, reintroduction into nature.

В последние три десятилетия изменение климата вызывает все большее беспокойство как в среде ученых, так и среди общественности. Последствия прогнозируемого изменения климата угрожают как жизнедеятельности человека, так и природе – и экосистемам, и отдельным видам растений и животных. Особую обеспокоенность вызывает состояние популяций редких стенохорных и стенотопных видов, особенно приуроченных к экстремальным условиям обитания. Изменение климата и связанное с ним изменение экологических условий может привести к тому, что нынешние условия обитания этих видов станут для них абсолютно неблагоприятными, а мигрировать в поисках более благоприятных условий они не смогут – в связи с отсутствием благоприятных эдафических или гидрологических условий на небольших расстояниях от современного ареала, невозможность переноса пропагул на большие расстояния и т.п. Одним из таких видов растений является *Potentilla porphyrantha* Juz., обитающая на вулканических скалах в Армении, Нахичеване и Северном Иране (Федоров, 1958; Tamanyan et al., 2010; Noroozi et al., 2011).

Н. С. Ханджян (Khandjyan, 2010a,b) для Армении приводит два близких вида – *Potentilla porphyrantha* и *P. cryptophila* Bornm., однако специальные исследования (Oganesyan, Janjughazyan, 2018) показали, что в Армении произрастает только *P. porphyrantha*. Специальные поиски последних лет и анализ гербарного материала показали, что в Армении в настоящее время за-

регистрировано 6 субпопуляций этого вида (рис. 1), приуроченных к вулканическим хребтам и нагорьям (Гегамский, Дарелегисский и Зангезурский флористические районы).

В 2012 году, уже после выхода в свет Красной книги растений Армении (Tamanyan et al., 2010) на горе Амулсар была обнаружена новая популяция *P. porphyrantha*, которая по результатам специальных исследований оказалась самой крупной в Армении – более 7000 экземпляров. Как известно, на горе Амулсар предполагалось создание карьера для добычи золотой руды, и часть этой популяции должна была быть уничто-

жена. Компания “Lydian Armenia” предприняла и предпринимает все возможные меры для сохранения этой популяции. В частности, около 2000 экземпляров данного вида были перенесены в Севанский ботанический сад, где были созданы условия для выращивания этого вида (построена оранжерея, созданы рокарии с оригинальными вулканическими камнями, привезенными с горы Амулсар), а также дала возможность нам и коллегам из Великобритании провести всесторонние исследования этого вида с целью оценки его адаптивного потенциала и возможностей сохранения, размножения и реинтродукции в природу.

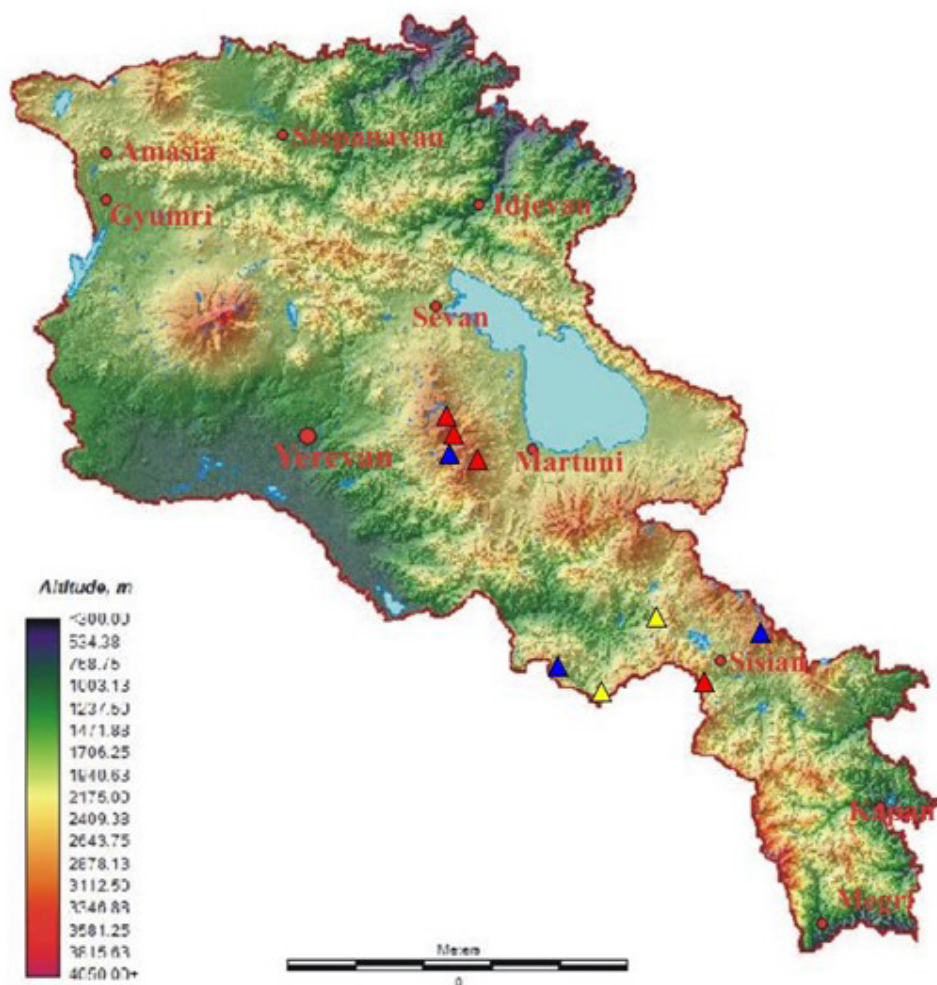


Рис. 1. Распространение *Potentilla porphyrantha* в Армении

Красные треугольники – субпопуляции, известные до 1971 года (более 50 лет);
Синие треугольники – новые субпопуляции, обнаруженные после 1971 года (менее 50 лет);
Желтые треугольники – субпопуляции, обнаруженные в 2012 – 2018 гг.

Как показали наши исследования, *P. porphyrantha* прекрасно приспособилась к условиям Севанского ботанического сада, особенно к условиям рокария, где великолепно растет, цветет, плодоносит и интенсивно размножается самосевом (рис. 2). Небольшая часть растений, привезенных с горы Амулсар, были перевезены в Ереванский ботанический сад, где также выращивались в горшках и на рокарии. К сожалению,

условия Ереванского ботанического сада оказались неблагоприятными для этого вида, растения росли и цвели в течение 1-3 лет, а затем погибали, несмотря на регулярный полив. Это полностью согласуется данными Н. В. Мирзоевой и А. А. Ахвердова (1973), которые в середине прошлого века проводили опыты по выращиванию этого вида, привезенного с Гегамского хребта, в Ереванском ботаническом саду.



Рис. 2. Массовое цветение *P. porphyrantha* на рокарии в Севанском ботаническом саду (2021 г.).

Для оценки угрозы существованию популяции *P. porphyrantha* в Армении мы воспользовались прогнозами изменения климата, приведенными в Национальных сообщениях по Рамочной Конвенции ООН по изменению климата (Fayvush, 2010, 2015; Melkonyan, Gevorgyan, 2020). Согласно последним данным (Melkonyan, Gevorgyan, 2020), в Армении средняя температура воздуха за период с 1929 по 1996 год повысилась на 0.4°C, в период 1929-2007 гг. – на 0.85°C, в период 1929-2012 – на 1.03°C, а в период 1929-2016 – на

1.23°C. В целом по Армении в период 1935-2016 гг. годовое количество осадков снизилось на 9%, но если районы Центральной Армении стали значительно более аридными, то на севере, юго-востоке и в юго-восточной части бассейна озера Севан их количество даже несколько увеличилось.

В таблице 2 приведены прогнозы изменения средней температуры воздуха и количества осадков в Армении по высотным поясам до 2100 г., рассчитанные по модели METRAS для жесткого сценария RCP8.5.

Таблица 1. Прогнозируемое изменение средней температуры воздуха (Т, °С) и количества осадков (Р, мм) на территории Армении в зависимости от высотных поясов (м над ур.м.) по модели METRAS и сценарию RCP8.5 (Melkonyan, Gevorgyan, 2020)

Высотный пояс, м	1961-1990		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
	Т, °С	Р, мм	Т, °С	Р, мм	Т, °С	Р, мм	Т, °С	Р, мм
≤800	11.2	467	12.8	452	14.5	439	15.9	426
800-1000	10.8	343	12.4	332	14.1	322	15.5	313
1000-1500	8.4	502	10.0	486	11.7	472	13.1	458
1500-2000	5.5	592	7.1	573	8.8	557	10.2	540
2000-2500	3.3	660	4.9	640	6.6	621	8.0	603
2500-3000	1.6	732	3.2	713	4.9	692	6.3	672
≥3000	-0.7	800	0.9	776	2.6	753	4.0	731
Армения	5.5	592	7.1	576	8.8	560	10.2	543

В таблице 2 приведены прогнозируемые изменения температуры и количества осадков по высотным поясам и сезонам.

Таблица 2. Прогнозируемое изменение средней температуры воздуха (Т, °С) и количества осадков (Р, мм) на территории Армении по сезонам (Melkonyan, Gevorgyan, 2020)

А – Зима	1961-1990		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
	Т, °С	Р, мм	Т, °С	Р, мм	Т, °С	Р, мм	Т, °С	Р, мм
Высотный пояс, м								
≤800	0.2	90	1.7	87	3.0	75	4.5	74
800-1000	-0.2	66	1.3	64	2.6	55	4.1	55
1000-1500	-2.6	97	-1.1	94	0.2	80	1.7	80
1500-2000	-5.5	114	-4.0	110	-2.7	95	-1.2	94
2000-2500	-7.7	127	-6.2	123	-4.9	106	-3.4	105
2500-3000	-9.6	142	-8.1	137	-6.8	118	-5.3	117
≥3000	-11.7	154	-10.2	149	-8.9	128	-7.4	128
Б – Весна	1961-1990		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
	Т, °С	Р, мм	Т, °С	Р, мм	Т, °С	Р, мм	Т, °С	Р, мм
Высотный пояс, м								
≤800	10.1	166	11.7	156	12.5	144	14.0	155
800-1000	9.7	122	11.3	115	12.1	105	13.6	114
1000-1500	7.3	179	8.9	168	9.7	155	11.2	166
1500-2000	4.4	211	6.0	198	6.8	182	8.3	196
2000-2500	2.2	235	3.8	221	4.6	203	6.1	219
2500-3000	0.3	262	1.9	246	2.7	226	4.2	244
≥3000	-1.8	285	-0.2	268	0.6	247	2.1	265
В – Лето	1961-1990		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
	Т, °С	Р, мм	Т, °С	Р, мм	Т, °С	Р, мм	Т, °С	Р, мм
Высотный пояс, м								
≤800	21.4	117	23.4	102	24.8	102	27.4	103
800-1000	21.0	86	23.0	75	24.4	74	27.0	76

1000-1500	18.6	125	20.6	110	22.0	109	24.6	111
1500-2000	15.7	148	17.7	130	19.1	129	21.7	137
2000-2500	13.5	165	15.5	145	16.9	144	19.5	146
2500-3000	11.6	184	13.6	161	15.0	160	17.6	162
≥3000	9.5	200	11.5	176	12.9	174	15.5	177
Г – Осень	1961-1990		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
Высотный пояс, м	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм
≤800	12.9	94	14.7	107	16.1	108	17.5	95
800-1000	12.5	69	14.3	78	15.7	79	17.1	70
1000-1500	10.1	101	11.9	115	13.3	116	14.7	102
1500-2000	7.2	119	9.0	135	10.4	136	11.8	120
2000-2500	5.0	133	6.8	151	8.2	152	9.6	134
2500-3000	3.1	148	4.9	168	6.3	170	7.7	150
≥3000	1.0	161	2.8	183	4.2	185	5.6	163

Исходя из данных, приведенных в таблицах 1 и 2, мы составили прогнозы изменения температуры и количества осадков для горы Амул-

сар и других вулканических нагорий Армении, а также для Ереванского и Севанского ботанических садов (табл. 3; рис. 3 и 4).

Таблица 3. Прогнозируемое изменение температуры воздуха и количества осадков в местах произрастания и выращивания *Potentilla porphyrantha*

Высотный пояс, м (средние данные)	1961-1990		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм
Ереван	8.4	502	10.0	486	11.7	472	13.1	458
Севан	3.3	660	4.9	640	6.6	621	8.0	603
Амулсар	1.6	732	3.2	713	4.9	692	6.3	672
А – Зима	1961-1990		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
Высотный пояс, м	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм
Ереван	-2.6	97	-1.1	94	0.2	80	1.7	80
Севан	-5.5	114	-4.0	110	-2.7	95	-1.2	94
Амулсар	-9.6	142	-8.1	137	-6.8	118	-5.3	117
Б – Весна	1961-1990		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
Высотный пояс, м	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм
Ереван	7.3	179	8.9	168	9.7	155	11.2	166
Севан	4.4	211	6.0	198	6.8	182	8.3	196
Амулсар	0.3	262	1.9	246	2.7	226	4.2	244
В – Лето	1961-1990		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
Высотный пояс, м	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм
Ереван	18.6	125	20.6	110	22.0	109	24.6	111
Севан	15.7	148	17.7	130	19.1	129	21.7	137
Амулсар	11.6	184	13.6	161	15.0	160	17.6	162

Г –Осень Высотный пояс, м	1961-1990		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм	T, °C	P, мм
Ереван	10.1	101	11.9	115	13.3	116	14.7	102
Севан	7.2	119	9.0	135	10.4	136	11.8	120
Амулсар	3.1	148	4.9	168	6.3	170	7.7	150

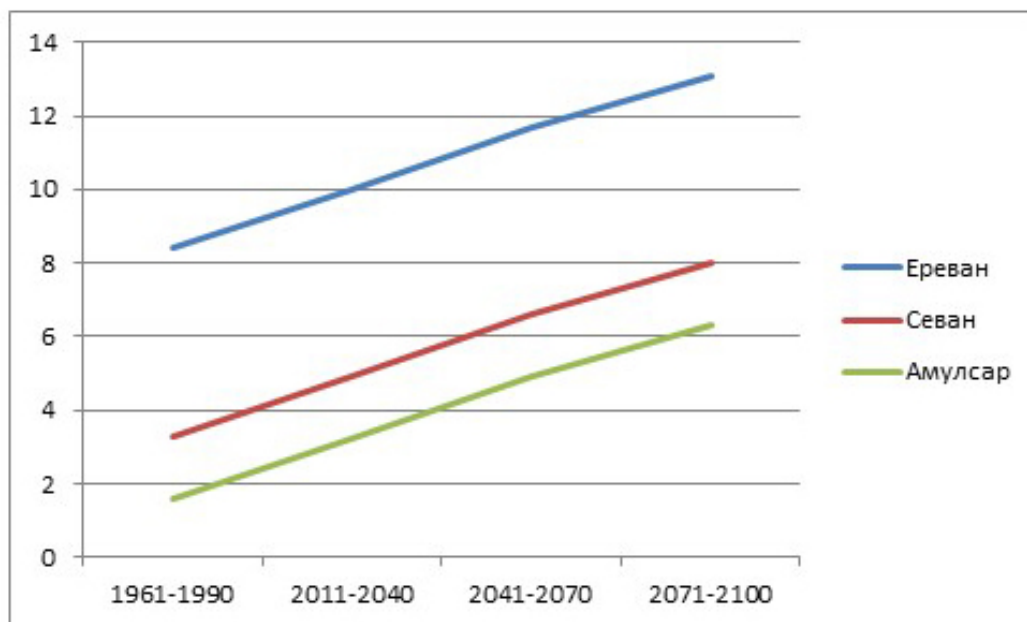


Рис. 3. Прогнозируемое изменение температуры воздуха в Ереванском и Севанском ботанических садах и на горе Амулсар

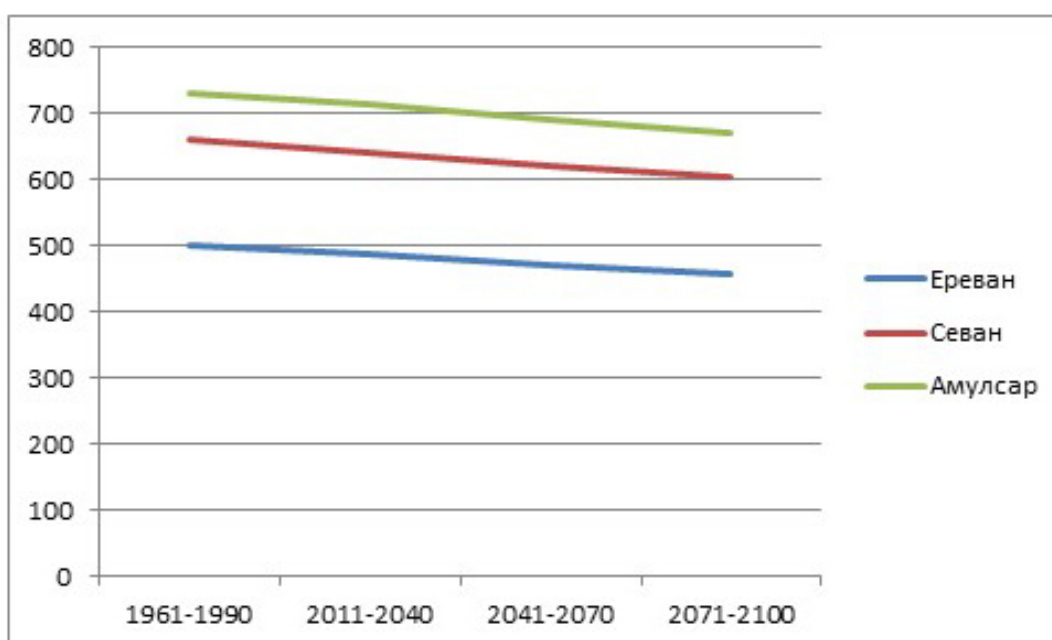


Рис. 4. Прогнозируемое изменение количества осадков в Ереванском и Севанском ботанических садах и на горе Амулсар

Если считать условия на горе Амулсар оптимальными для *P. porphyrantha*, то, согласно нашим исследованиям, условия Севанского ботанического сада можно считать вполне удовлетворительными или даже хорошими для произрастания этого вида. Как видим из данных таблицы 3 и рис. 3 и 4, прогнозируемое изменение условий приведет к тому, что средняя температура на горе Амулсар сравняется с таковой

современной в Севанском ботаническом саду примерно к 2070 году, а количество осадков – к 2100.

Для более точного прогноза изменения экологических условий в связи с прогнозируемым изменением климата мы, как и в работе G. Fayvush и A. Aleksanyan (2015, 2016), попробовали провести моделирование изменения условий на основе «зон жизни» L. Holdridge (1966) (рис. 5).

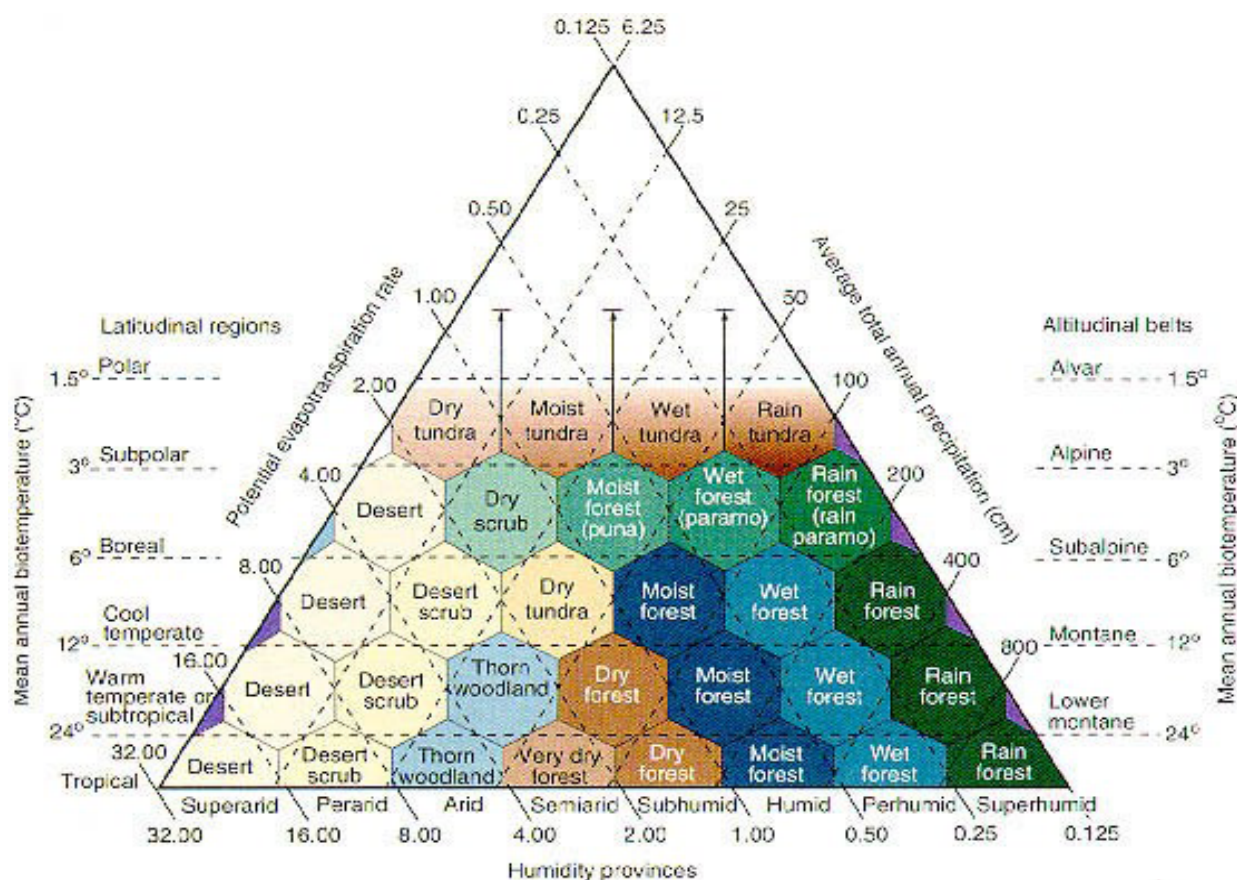


Рис. 5. «Зоны жизни» (Holdridge, 1966)

Результаты моделирования изменений биоэкологических условий, благоприятных для роста и размножения *P. porphyrantha*, на основе изменения био-температур на горе Амулсар, в Ереванском и Севанском ботанических садах, приведены на рис. 6.

Как видим из рис. 6, био-температуры на горе Амулсар даже при осуществлении самого строгого сценария изменения климата (RCP8.5) только к 2100 году достигнут современных показателей Севанского ботанического сада.

Таким образом, можно предположить, что, как минимум, до 2100 года условия на горе Амулсар и, соответственно, в других местах

естественного произрастания *P. porphyrantha*, останутся для нее благоприятными, особенно учитывая адаптивный потенциал этого вида, позволяющий ему успешно расти и размножаться в условиях Севанского ботанического сада. К этому следует добавить, что выращивание и размножение *P. porphyrantha* в Севанском ботаническом саду следует продолжать с тем, чтобы через 25-30 лет (на это время рассчитана работа горно-добывающего комплекса на горе Амулсар) иметь достаточно материала для реинтродукции его в природу после рекультивации территории рудника.

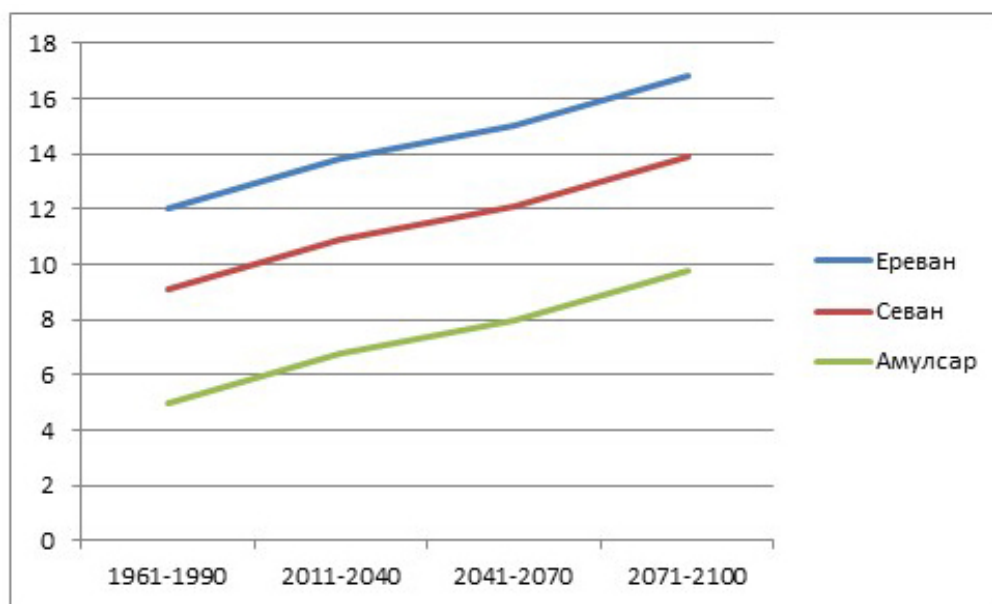


Рис. 6. Прогноз изменения био-температур на горе Амулсар и в Севанском и Ереванском ботанических садах

ЛИТЕРАТУРА

- Мирзоева Н. В., Ахвердов А. А. 1973. Материалы по биологии дикорастущих травянистых видов флоры Армении. III. Сообщение 3. Биология некоторых видов рода *Potentilla* // Бюллетень ботанического сада АН АрмССР, 23: 99-117.
- Федоров Ан. А. 1958. Род *Potentilla* // А. Л. Тахтаджян (ред.) Флора Армении, 3: 79-120.
- Fayvush G. (coord.). 2010. Climate change impacts, vulnerability assessment and adaptation // Second National Communication on Climate Change under the United Nations Framework Convention on Climate Change, Yerevan: 47-77.
- Fayvush G. (coord.). 2015. Climate change impacts: vulnerability assessment and adaptation // Third National Communication on Climate Change under the United Nations Framework Convention on Climate Change: 51-87.
- Fayvush G. M., Alexanyan A. S. 2015. Some evidences of climate change impact on the flora and vegetation of alpine belt of Armenia and forecasts of main ecosystems change // Electronic journal of Natural Sciences, NAS RA, 1: 19-22.
- Fayvush G. M., Aleksanyan A. S. 2016. Climate change as threat to plant diversity of Armenia // Takhtajania, 3: 112-126.
- Holdridge L. R. 1966. The life zone system // Adansonian: 199-203.
- Khandjyan N. S. 2010a. *Potentilla cryptophila* Bornm. // Tamanyan K., Fayvush G., Nanagjulyan S., Danielyan T. (eds.). Red Data Book of plants of Armenia, Yerevan: 432.
- Khandjyan N. S. 2010b. *Potentilla porphyrantha* Juz. // Tamanyan K., Fayvush G., Nanagjulyan S., Danielyan T. (eds.). Red Data Book of plants of Armenia, Yerevan: 434.
- Melkonyan H., Gevorkyan A. 2020. Climate change scenarios // Fourth National Communication on Climate Change. Yerevan: 72-80.
- Noroozi J., Pauli H., Grabherr G., Breckle S. 2011. The subnival-nival vascular plant species of Iran: a unique high-mountain flora and its threat from climate warming // Biodiversity and Conservation, 20: 1319-1338.
- Oganesyan M. E., Janjughazyan K. Z. 2018. About *Potentilla porphyrantha* and *P. cryptophila* of the authors of Caucasian flora // Takhtajania, 4: 8-13.
- Tamanyan K., Fayvush G., Nanagjulyan S., Danielyan T. (eds.). 2010. Red Data Book of plants of Armenia, Yerevan: 598 p.
- Институт ботаники им. А.Тахтаджяна НАН РА
0040 Ереван, Ачаряна, 1
gfayvush@yahoo.com, kar2035@mail.ru