

Оригинальная статья / Original article  
УДК 582.669.2 (58.006: 470.67)  
DOI: 10.18470/1992-1098-2022-2-42-51

## Всхожесть семян и ростовая активность растений *Dianthus awaricus* Khar. в условиях Внутригорного Дагестана

Руслан М. Османов, Зиярат А. Гусейнова, Асият Н. Алибегова

Горный ботанический сад – обособленное подразделение Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Махачкала, Россия

### Контактное лицо

Руслан М. Османов, младший научный сотрудник, Горный ботанический сад – обособленное подразделение Дагестанского федерального исследовательского центра РАН; 367000 Россия, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 75.  
Тел. +79389868980  
Email [ru.osmanov@mail.ru](mailto:ru.osmanov@mail.ru)  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4857-6354>

### Формат цитирования

Османов Р.М., Гусейнова З.А., Алибегова А.Н. Всхожесть семян и ростовая активность растений *Dianthus awaricus* Khar. в условиях Внутригорного Дагестана // Юг России: экология, развитие. 2022. Т.17, N 2. С. 42-51. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-2-42-51

Получена 24 января 2022 г.  
Прошла рецензирование 31 марта 2022 г.  
Принята 4 апреля 2022 г.

### Резюме.

**Цель.** Изучение динамики роста растений *Dianthus awaricus* в полевых экспериментальных условиях и лабораторной всхожести семян, полученных в интродукционном эксперименте.

**Материал и методы.** Материалом для изучения служили образцы семян *D. awaricus*, собранные в природных популяциях по высотному экоклину от 820 до 1720 м над уровнем моря. Для изучения полевой всхожести и динамики роста растений был проведен посев семян *D. awaricus* на двух экспериментальных базах Горного ботанического сада (1100 и 1750 м над ур. моря). Оценка лабораторной всхожести была проведена с использованием семян, собранных на Цудахарской базе.

**Результаты.** Сравнительная характеристика средних значений длины побега и числа боковых ветвей исследованных образцов показала, что различия между популяциями достоверны. Различается и ежемесячный прирост у растений *D. awaricus* разных образцов. Помесячная изменчивость длины побега *D. awaricus* у испытанных образцов находится на высоком уровне, на экспрессивность которых, по всей видимости, существенное влияние оказывает комплекс экологических факторов. Изучение всхожести семян *D. awaricus* показало, что в лабораторных условиях она выше, чем в полевых экспериментальных. Наибольший процент всхожести семян отмечен у образца «Гуниб», в лабораторных – 64,0%, в полевых условиях на Цудахарской базе – 28,6%.

**Выводы.** Отмеченные различия по динамике роста у исследованных образцов *D. awaricus*, по-видимому, обусловлены комплексом абиотических и биотических факторов окружающей среды. Для образца «Цудахар» условия эксперимента и место сбора семенного материала были идентичными, для двух других образцов они оказались отличными от их природного местопроизрастания. Низкая полевая всхожесть семян *D. awaricus*, вероятно, объясняется отрицательным воздействием зимней засухи и неблагоприятных погодных условий в весеннее время года.

### Ключевые слова

*Dianthus awaricus*, эндемик, всхожесть семян, динамика роста, интродукция, Внутригорный Дагестан.

# Evaluation of seed germination and growth activity of plants of *Dianthus awaricus* Khar. in the conditions of inner mountain Dagestan

Ruslan M. Osmanov, Ziyarat A. Guseynova and Asiyat N. Alibegova

Mountain Botanical Garden, Dagestan Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

## Principal contact

Ruslan M. Osmanov, Research Assistant, Mountain Botanical Garden, a separate division of the Dagestan Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences; 75 M. Yaragskogo St., Makhachkala, Russia 367000.

Tel. +79389868980

Email [ru.osmanov@mail.ru](mailto:ru.osmanov@mail.ru)

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4857-6354>

## How to cite this article

Osmanov R.M., Guseynova Z.A., Alibegova A.N. Evaluation of seed germination and growth activity of plants of *Dianthus awaricus* Khar. in the conditions of inner mountain Dagestan. *South of Russia: ecology, development*. 2022, vol. 17, no. 2, pp. 42-51. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2022-2-42-51

Received 24 January 2022

Revised 31 March 2022

Accepted 4 April 2022

## Abstract

**Aim.** Study of the growth dynamics of *Dianthus awaricus* plants in field experimental conditions and of laboratory germination of seeds obtained in the introduction experiment.

**Material and Methods.** Samples of *D. awaricus* seeds collected in natural populations along the altitudinal ecocline from 820 to 1,720 m above sea level served as the material for the study. To study the field germination and growth dynamics of the plants, *D. awaricus* seeds were sown at two experimental bases of the Mountain Botanical Garden (at 1,100 and 1,750 m above sea level). Evaluation of laboratory germination was carried out using seeds collected at the Tsudakhar base.

**Results.** Comparative characteristics of the average values of the shoot length and the number of lateral branches of the studied samples showed that the differences between the populations are significant. The monthly increase in *D. awaricus* plants of different accessions also differs. Monthly variability of the shoot length of *D. awaricus* in the tested accessions is at a high level, the expressivity of which, apparently, is significantly affected by a complex of environmental factors. A study of the germination of *D. awaricus* seeds showed that it is higher under laboratory conditions than under experimental field conditions. The highest percentage of seed germination was observed in the "Gunib" sample: 64.0% in the laboratory and 28.6% in the field at the Tsudakhar base.

**Conclusions.** Differences were noted in growth dynamics in the studied samples of *D. awaricus* studied, apparently due to a complex of abiotic and biotic environmental factors. For the "Tsudakhar" samples the experimental conditions and place of collection of seed material were identical but for the other two samples they were different from their natural habitat. The low field germination of *D. awaricus* seeds is probably due to the negative impact of winter drought and adverse weather conditions in the spring.

## Key Words

*Dianthus awaricus*, endemic, seed germination, growth dynamics, introduction, Dagestan.

**ВВЕДЕНИЕ**

*Dianthus awaricus* Khar. (гвоздика аварская) – травянистый многолетник высотой 10-30 см. Стебли простые, сизоватые, деревенеющие у основания, одиночные или их несколько. Листья линейно-ланцетовидные, длиной 2-4 см и шириной около 1 мм, заостренные, по краям шероховатые, при основании спаянные во влагалище длиной 2-3 мм. Цветки одиночные на верхушке стеблей; чашечка продолговато-цилиндрическая, длиной около 20 мм; прицветные чешуи яйцевидные, в числе 6-8, чуть длиннее середины чашечки; лепестки белые, по краю глубоко надрезанные. Цветение приходится на июнь–август, в культуре цветет со второго года жизни; плод представлен сухой коробочкой [1; 2].

Произрастает *D. awaricus* в известняковой части Центрального Дагестана (Центрально-Дагестанский, Предгорный, Буйнакский и Ахтыжно-Кюринский флористические районы), в среднем горном поясе, до 2000 м над уровнем моря. Является эндемиком Восточного Кавказа. Состояние популяций вида уязвимое в связи с низкой всхожестью семян в естественных условиях произрастания [1; 3; 4].

*D. awaricus* – вегетативно неподвижный, стержнекорневой вид. Как известно, вегетативно неподвижные и вегетативно малоподвижные многолетние травянистые растения размножаются только семенами, в отличие от вегетативно подвижных, размножающихся преимущественно вегетативно, так как их естественное семенное размножение ограничено [5-7].

Ранее нами проводились исследования по изменчивости семенной продуктивности *D. awaricus* в центральных районах Дагестана (в природных условиях), в которых было выявлено, что «масса 100 семян» у данного вида увеличивается с набором высоты над уровнем моря [8].

В связи с вышеизложенным, актуально более детальное изучение вопросов связанных с репродуктивными особенностями *D. awaricus*, что возможно на экспериментальных участках Горного ботанического сада, где проводятся комплексные работы по оценке внутривидовой изменчивости и других биолого-экологических особенностей различных культиваров и природных образцов растений [9].

Целью настоящей работы является изучение динамики роста растений *Dianthus awaricus* в экспериментальных условиях и лабораторной всхожести семян, полученных в интродукционном эксперименте.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Материалом для изучения служили образцы семян *D. awaricus*, собранные в 2019 году, в природных популяциях по высотному экоклину от 820 до 1720 м над уровнем моря (табл. 1).

Для изучения полевой всхожести и динамики роста растений в тот же год был проведен осенний посев семян *D. awaricus* на двух экспериментальных базах Горного ботанического сада, находящихся на разных высотных уровнях – Цудахарской, 1100 м над ур. моря (ЦЭБ) и Гунибской, 1750 м (ГЭБ) (рис. 1). Посев проводился в метровые деланки с междурядьями 35 см и глубиной заделки – 2-4 см. Весной 2020 года, после учета числа всходов и выпавших растений, ежемесячно проводились замеры длины побега и числа боковых ветвей, с апреля по сентябрь месяца.

Параметры температуры воздуха и относительной влажности на экспериментальных базах представлены в таблице 2. При проведении экспериментальных работ руководствовались общепринятыми методиками [11; 12], а также исследованиями по изучению прорастания семян в интродукции [13; 14]. Для оценки лабораторной всхожести были использованы семена, собранные в 2020 году на второй год жизни растений на Цудахарской базе (семенной материал с трех ценопопуляций: «Цудахар», «Гуниб» и «Агвали»), так как цветение и плодоношение растений на Гунибской базе наступило только на третий год, и было единичным, что не представляло достаточного семенного материала для проведения исследований. До начала опыта (март 2021 г.) семена хранились в холодильнике, при  $t = -5^{\circ}\text{C}$ . Проращивание семян проводилось согласно ГОСТу (Семена цветочных культур. Методы определения всхожести и энергии прорастания) [15] в чашках Петри, на увлажненной фильтровальной бумаге с предварительной обработкой семян 1%-ным раствором калия перманганата, при комнатной температуре воздуха  $19-22^{\circ}\text{C}$ . Опыт проводился в трехкратной повторности, по 100 семян в каждой.

**Таблица 1.** Характеристика пунктов сбора образцов

**Table 1.** Characteristics of sample collection points

Географический пункт Geographical location	Экспозиция и крутизна склона, высота над уровнем моря, м Exposure and steepness of slope, height above sea level, m	Координаты Coordinates
Цумадинский район, окр. с. Агвали Tsumadinsky district, near the settlement of Agvali	S, 35°, 820	42° 37' 30" N 46° 8' 37" E
Левашинский район, окр. с. Цудахар Levashinsky district, near the village of Tsudakhar	SW, 30°, 1100	42° 21' 8" N 47° 9' 36" E
Гунибский район, окр. с. Гуниб Gunibsky district, near the settlement of Gunib	S, 30-40°, 1720	42° 24' 38" N 46° 55' 30" E



**Рисунок 1.** Измерение длины побега растений *Dianthus awaricus* в условиях полевого эксперимента  
**Figure 1.** Measurement of shoot length of *Dianthus awaricus* plants in a field experiment

**Таблица 2.** Некоторые климатические параметры на экспериментальных базах Горного ботанического сада (май-август, 2020 г.) [10]

**Table 2.** Some climatic parameters at the experimental bases of the Mountain Botanical Garden (May-August, 2020) [10]

Параметры Parameters			Месяц / Month			
			Май May	Июнь June	Июль July	Август August
Температура воздуха, °C Temperature air, °C	$\bar{x}$	ЦЭБ / TsEB	15,4	20,7	22,1	18,2
		ГЭБ / GEB	13,5	18,2	19,4	15,9
	min	ЦЭБ / TsEB	5,6	10,4	14,6	10,5
		ГЭБ / GEB	3,6	8,0	10,1	5,8
	max	ЦЭБ / TsEB	31,5	32,1	34,6	29,3
		ГЭБ / GEB	29,0	29,5	34,1	27,0
Относительная влажность, % Relative humidity, %	$\bar{x}$	ЦЭБ / TsEB	56,0	47,0	56,0	63,0
		ГЭБ / GEB	59,0	51,0	62,0	76,0

Примечание:  $\bar{x}$  – средняя температура воздуха; min – минимальное значение температуры; max – максимальное значение температуры

Note:  $\bar{x}$  – average air temperature; min is the minimum temperature value; max is the maximum temperature value

Статистическая обработка полученных данных (корреляционный и дисперсионный анализы) проводилась с использованием программ Statistica v. 13.0. Уровни варьирования приняты по Зайцеву [16]: CV<10% – низкий, CV=11-20% – средний, CV>20% – высокий.

#### ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительная характеристика средних значений длины побега и числа боковых ветвей, исследованных образцов *D. awaricus* представлена в таблице 3. Наименьшие средние показатели, как по длине побега, так и по числу боковых ветвей, за весь период наблюдений, отмечены у растений образца «Гуниб»

(1700 м). На завершающем этапе измерений (август месяц) они составляли, соответственно 15,4±1,15 и 5,3±0,71. Максимальные же средние значения наблюдались у образца «Цудахар» (1100 м), где длина побега достигала 23,1±1,90 см, а число боковых ветвей – 8,2±0,88 шт. Растения образца «Агвали» (820 м) характеризовались промежуточным положением по средним значениям (соответственно 16,0±0,88 и 5,4±0,65). Тогда как, в природных популяциях, с этих же пунктов средние значения длины побега *D. awaricus* намного выше, чем в нашем эксперименте и составляют в Агвали – 35,2, Цудахаре – 34,4, Гунибе – 39,3-40,5 см [17; 18].



В объединенной выборке средние помесечные значения длины побега растений *D. awaricus* за период наблюдений на Цудахарской базе колеблются в

пределах от 3,6±0,24 до 17,1±0,63 см, а число боковых ветвей – от 0,2±0,11 до 5,9±0,46 шт.

**Таблица 3.** Сравнительная характеристика образцов *Dianthus awaricus* по морфологическим признакам

**Table 3.** Comparative characteristics of *Dianthus awaricus* samples by morphological features

Месяц Month	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	Range		CV, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	Range		CV, %
		min	max			min	max	
		Длина побега Shoot length				Число боковых ветвей Number of branches		
«Цудахар» / «Tsudakhar» (n=6)								
Май / May	5,5±0,93	3,2	8,5	41,4	1,0±0,63	0,0	4,0	41,4
Июнь / June	15,8±1,20	12,2	19,2	21,0	2,7±0,76	1,0	6,0	70,0
Июль / July	19,7±1,60	15,0	26,0	19,7	5,3±0,88	2,0	8,0	40,5
Август / August	23,1±1,90	18,0	31,0	20,2	8,2±0,88	5,0	12,0	30,4
«Гуниб» / «Gunib» (n=12)								
Май / May	3,3±0,34	1,5	5,0	36,2	0,0±0,00	0,0	0,0	0,0
Июнь / June	8,4±0,61	5,0	12,0	25,5	1,0±0,31	0,0	3,0	100,0
Июль / July	11,1±0,80	7,4	15,6	24,8	3,0±0,42	0,0	5,0	49,2
Август / August	15,4±1,15	11,5	23,3	26,1	5,3±0,71	1,0	9,0	46,1
«Агвали» / «Agvali» (n=20)								
Май / May	3,3±0,34	1,5	5,0	26,7	0,0±0,00	0,0	0,0	0,0
Июнь / June	10,3±0,78	3,7	14,2	30,3	1,4±0,34	0,0	4,0	99,0
Июль / July	12,1±0,68	7,5	16,0	20,3	3,1±0,41	0,0	5,0	48,7
Август / August	16,0±0,88	12,0	23,5	20,0	5,4±0,65	1,0	9,0	44,0

Помесечная изменчивость длины побега *D. awaricus* у испытанных образцов находится на высоком уровне, с относительно большой амплитудой минимальных и максимальных значений, на экспрессивность которых существенное влияние оказывает комплекс экологических факторов.

Общий прирост растений у образцов *D. awaricus* за период наблюдений составляет по нарастающей «Гуниб» – «Агвали» – «Цудахар» (12,1; 12,7 и 17,6 см, соответственно). Различается и ежемесячный прирост у растений *D. awaricus* разных образцов. С мая по июнь максимальный прирост отмечается у растений образца «Цудахар» относительно образцов «Агвали» и «Гуниб» (10,3; 7,0; 5,1 см, соответственно). С июня по июль прирост растений уменьшается у всех образцов, причем у образца «Агвали» (820 м над ур. моря) он самый низкий (1,8 см), у образца «Гуниб» (1720 м) чуть выше и составляет 2,7 см, у образца «Цудахар» (1100 м) относительно других образцов выше – 3,9 см. Однако, в последующем (июль-август) у образца «Цудахар» прирост продолжает уменьшаться (3,4 см), а у образцов «Агвали» (3,9 см) и «Гуниб» (4,3 см) увеличивается.

Что же касается ветвления, оно происходит на протяжении всего периода наблюдений, максимальное число боковых ветвей отмечено у всех образцов в августе месяце, при этом растения у образца «Цудахар» более ветвистые, со средним значением числа ветвей, равным 8,2±0,88 и max их числом 12 шт.

Отмеченные различия, во всей видимости, связаны не только с температурой воздуха и влажностью (табл. 2), но и комплексом абиотических и биотических факторов окружающей среды. Для образца «Цудахар» условия эксперимента и место сбора семенного материала являлись идентичными, для двух других образцов, собранных с участков ниже (Агвали, 820 м) и выше (Гуниб, 1720 м) уровня экспериментального участка (Цудахарская база, 1100 м) они оказались отличными от их природного местообитания.

Результаты корреляционного анализа показывают, что учетные признаки положительно коррелируют между собой (на уровне  $p \leq 0,5$ ) почти на весь период наблюдений, за исключением июня месяца (табл. 4).

**Таблица 4.** Корреляционный анализ учетных признаков *Dianthus awaricus*

**Table 4.** Correlation analysis of the considered traits of *Dianthus awaricus*

Признаки Traits	Май May	Июнь June	Июль July	Август August
Длина побега / Число боковых ветвей Shoot length / Number of branches	0,60*	0,33	0,64*	0,51*

По критерию Стьюдента подтверждена обособленность изучаемых образцов, например образца «Цудахар» от других, в наибольшей степени от «Гуниб». Наименьшие различия выявлены между образцами «Цудахар» и «Ботлих», а между «Гуниб» и «Ботлих» различия недостоверны как по длине побега, так и по числу боковых ветвей (табл. 5).

Проведен однофакторный дисперсионный анализ, были вычислены относительные компоненты дисперсии по месяцам (табл. 6). Наибольший вклад в межгрупповые различия вносит признак «длина побега» за июнь (47,7%), июль (41,3%) и август (39,6%) месяцы, несколько ниже вклад в различия обоих учетных признаков – «длина побега» (31,3%) и «число боковых ветвей» (29,6%) за май месяц.

**Таблица 5.** Достоверность различий между образцами *Dianthus awaricus* по t-критерию  
**Table 5.** Significance of differences between *Dianthus awaricus* samples by t-test

Образцы (группы) Samples (groups)	Длина побега Length shoots	Число боковых ветвей Number of branches
<b>Май / May</b>		
«Цудахар» – «Гуниб» "Tsudakhar" – "Gunib"	2,76*	2,31*
«Цудахар» – «Ботлих» "Tsudakhar" – "Botlikh"	3,73**	3,03**
«Гуниб» – «Ботлих» "Gunib" – "Botlikh"	0,07	-
<b>Июнь / June</b>		
«Цудахар» – «Гуниб» "Tsudakhar" – "Gunib"	6,07***	2,30*
«Цудахар» – «Ботлих» "Tsudakhar" – "Botlikh"	3,71**	1,80
«Гуниб» – «Ботлих» "Gunib" – "Botlikh"	1,80	0,61
<b>Июль / July</b>		
«Цудахар» – «Гуниб» "Tsudakhar" – "Gunib"	5,47***	2,71*
«Цудахар» – «Ботлих» "Tsudakhar" – "Botlikh"	5,26***	2,65*
«Гуниб» – «Ботлих» "Gunib" – "Botlikh"	0,94	0,12
<b>Август / August</b>		
«Цудахар» – «Гуниб» "Tsudakhar" – "Gunib"	3,66**	2,30*
«Цудахар» – «Ботлих» "Tsudakhar" – "Botlikh"	3,90**	2,35*
«Гуниб» – «Ботлих» "Gunib" – "Botlikh"	0,42	0,05

Примечание: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$   
 Note: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$

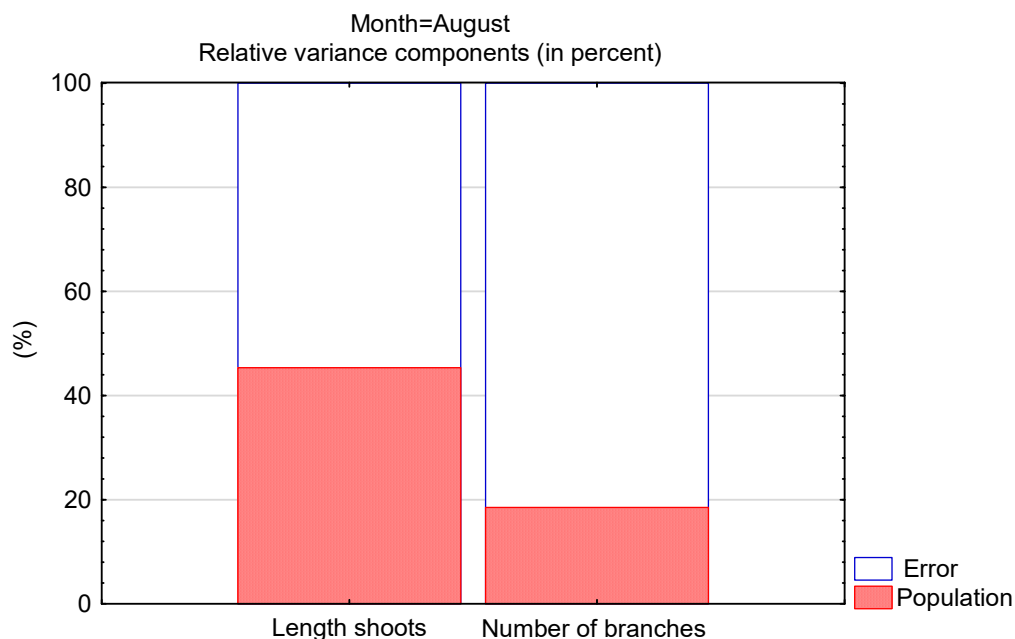
**Таблица 6.** Результаты однофакторного дисперсионного анализа по двум признакам *Dianthus awaricus*  
**Table 6.** Results of one-way analysis of variance for two traits of *Dianthus awaricus*

Признаки Traits	Источник изменчивости – «популяция» Source of variability – "population"			
	SS	MS	F – test	h <sup>2</sup>
<b>Май / May</b>				
Длина побега / Length of shoots	25,80	12,90	7,96**	31,3
Число боковых ветвей / Number of branches	5,05	2,53	7,37**	29,6
<b>Июнь / June</b>				
Длина побега / Length of shoots	218,71	109,35	14,16***	47,7
Число боковых ветвей / Number of branches	10,50	5,25	2,80	15,3
<b>Июль / July</b>				
Длина побега / Length of shoots	325,22	162,61	19,68***	41,3
Число боковых ветвей / Number of branches	25,48	12,74	4,80*	25,5
<b>Август / August</b>				
Длина побега / Length of shoots	268,17	134,10	9,19***	39,6
Число боковых ветвей / Number of branches	38,13	19,10	3,24	18,8

Сила же влияния фактора на стадии завершения вегетационного периода (август) составила от 18,8% для числа боковых побегов и до 39,6% для длины побега (рис. 2).

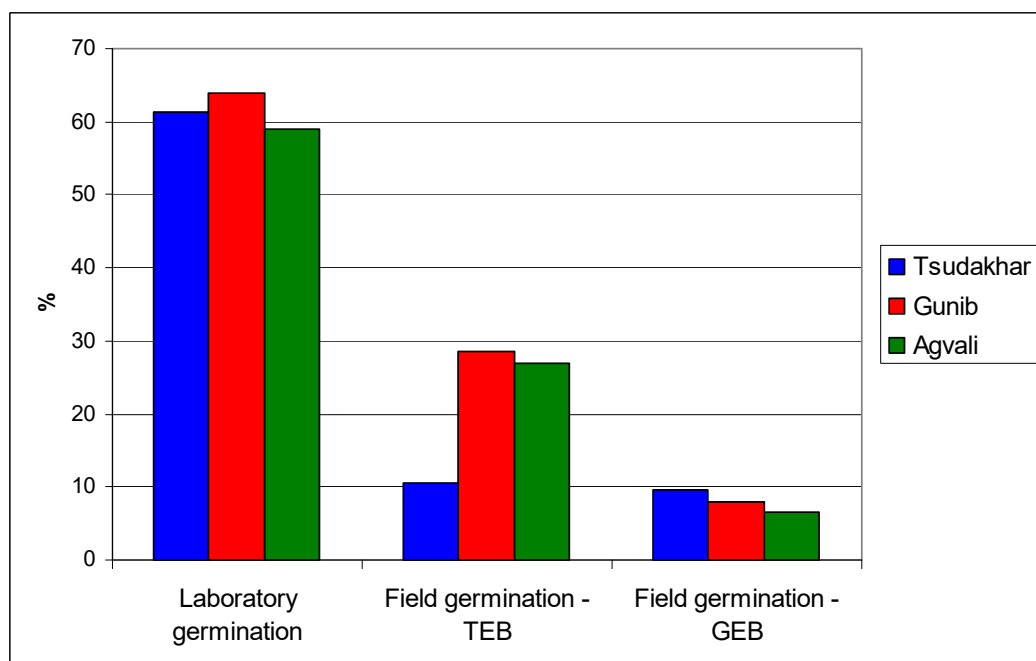
По ГОСТу [13] всхожими считаются семена, способные прорасти в развитый проросток или корешок размером не менее длины семени. Процент всхожести демонстрирует жизнеспособность семян, и этот параметр является качественной характеристикой репродуктивной активности видов. По полученным данным, всхожесть семян *D. awaricus*, как и многих

других видов, в лабораторных условиях выше, чем в полевых. Наименьший процент всхожести семян у образца «Цудахар» в полевых условиях наблюдался на Гунибской базе (9,6%). Наибольший – отмечен у образца «Гуниб» как в лабораторных, так и в полевых условиях на Цудахарской базе (64,0% и 28,6%, соответственно). В полевых условиях на Цудахарской базе всхожесть семян этого образца составляет 6,6-28,6%, что почти в 10 раз ниже лабораторной (59-64%). Полевая всхожесть семян в интродукционном опыте отражена на диаграмме (рис. 3).



**Рисунок 2.** Компоненты дисперсии по фактору «популяция» для учетных признаков динамики роста *Dianthus awaricus* в условиях культивирования на Цудахарской экспериментальной базе

**Figure 2.** Dispersion components by "population" factor for the signs of the growth dynamics considered of *Dianthus awaricus* under cultivation conditions at the Tsudakhar experimental base



**Рисунок 3.** Всхожесть семян *Dianthus awaricus*

**Figure 3.** Germination of seed of *Dianthus awaricus*

Средние значения динамики прорастания семян относительно максимальной всхожести наибольшие в повторности №2 образца «Гуниб» ( $5,1 \pm 0,75$ ), а наименьшие в повторности №3 образца «Цудахар» ( $3,4 \pm 0,41$ ). Анализ изменчивости изученных образцов показал, что для всех повторностей варьирование по всхожести является высоким и очень высоким с небольшой амплитудой минимальных и максимальных значений (табл. 6).

В связи с тем, что при изучении прорастания семян использована относительно небольшая

повторность в опыте, нами приводятся данные вариантов всхожести семян. Такой подход подтверждается и при анализе публикаций с аналогичными исследованиями [19; 20].

Отмечен тренд на уменьшение всхожести семян от момента прорастания, о чем свидетельствует скачкообразный характер их прорастания в лабораторных условиях. По энергии прорастания семян существенные различия отсутствуют (рис. 4).

Таблица 6. Средние значения всхожести образцов *Dianthus awaricus*Table 6. Average germination values of *Dianthus awaricus* accessions

Повторности / образцы (n=14) Replicates / Samples (n=14)	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	Range		CV, %
		min	max	
«Цудахар» / “Tsudakhar”				
№ 1	4,8±0,89	2,0	13,0	68,4
№ 2	4,8±0,85	1,0	13,0	65,5
№ 3	3,4±0,41	1,0	7,0	46,1
«Гуниб» / “Gunib”				
№ 1	5,0±0,77	2,0	10,0	57,6
№ 2	5,1±0,75	1,0	9,0	54,9
№ 3	3,6±0,53	1,0	7,0	55,7
«Агвали» / “Agvali”				
№ 1	4,6±0,67	1,0	8,0	54,7
№ 2	4,4±0,76	1,0	12,0	64,3
№ 3	3,6±0,52	1,0	8,0	53,4
Общие средние значения / General averages				
«Цудахар» / “Tsudakhar”	4,4±0,62	1,7	9,7	53,4
«Гуниб» / “Gunib”	4,6±0,54	1,3	7,7	44,2
«Агвали» / “Agvali”	4,2±0,40	2,0	6,7	35,4
Σ	4,4±0,35	2,1	6,0	30,0

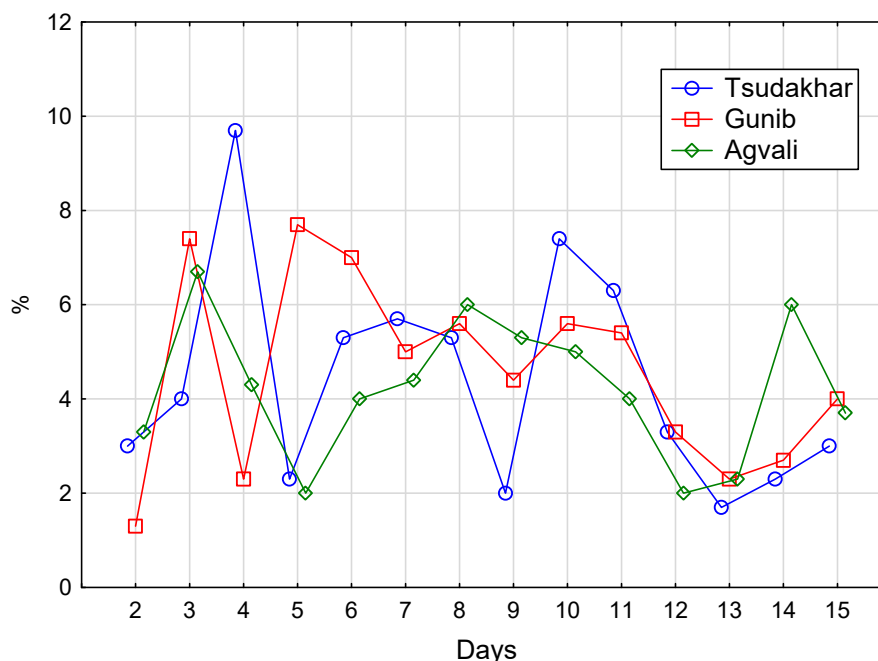


Рисунок 4. Динамика прорастания семян по дням учета (относительно максимальной всхожести)

Figure 4. Dynamics of seed germination by days (relative to the maximum germination)

Результаты сравнительного анализа подтверждены по критерию Стьюдента. Оценка достоверности различий, изучаемых образцов показала, что «Агвали» в высокой степени обособлен от остальных образцов, в наибольшей – от образца «Гуниб» ( $t=0,60^*$ ). Наименьшие различия выявлены между образцами «Цудахар» – «Гуниб» ( $t=0,24^*$ ).

## ВЫВОДЫ

Сравнительная характеристика средних значений длины побега и числа боковых ветвей исследованных образцов показала, что различия между популяциями достоверны. Наименьшие средние показатели по изученным признакам за весь период наблюдений отмечены у растений образца «Гуниб» (1700 м).

Максимальные же средние значения наблюдались у образца «Цудахар» (1100 м).

Различается и ежемесячный прирост у растений *D. awaricus* разных образцов. На протяжении всего периода наблюдений у растений продолжается образование ветвей. Максимальное число боковых ветвей отмечено у всех образцов в августе месяце, при этом более ветвистые – растения у образца «Цудахар» ( $8,2 \pm 0,88$ ). Помесячная изменчивость длины побега *D. awaricus* у испытанных образцов находится на высоком уровне, на экспрессивность которых, по всей видимости, существенное влияние оказывает комплекс экологических факторов.

Корреляционный анализ показал, что между изученными признаками существует положительная,



значимая на уровне  $p \leq 0,5$  связь, почти на весь период наблюдений. Однофакторный дисперсионный анализ выявил, что наибольший вклад в межгрупповые различия вносит признак «длина побега» за июнь (47,7%), июль (41,3%) и август (39,6%) месяцы, несколько ниже вклад в различия обоих учетных признаков – «длина побега» (31,3%) и «число боковых ветвей» (29,6%) за май месяц. Отмеченные различия по динамике роста у исследованных образцов *D. awaricus*, во всей видимости, связаны не только с температурой воздуха и влажностью, но и с целым комплексом абиотических и биотических факторов окружающей среды. Для образца «Цудахар» условия эксперимента и место сбора семенного материала были идентичными, для двух других образцов, собранных с участков ниже (Агвали, 820 м) и выше (Гуниб, 1720 м) уровня экспериментального участка (Цудахарская база, 1100 м) они оказались отличными от их природного местообитания.

Изучение всхожести семян *D. awaricus* подтверждает, что в лабораторных условиях она выше, чем в полевых. Наименьший процент всхожести семян у образца «Цудахар» в полевых условиях отмечен на Гунибской базе (9,6%). Наибольший – у образца «Гуниб» как в лабораторных, так и в полевых условиях на Цудахарской базе (64,0% и 28,6%, соответственно). Низкая полевая всхожесть семян этого образца, возможно, объясняется отрицательным воздействием зимней засухи и неблагоприятных погодных условий в весеннее время года.

#### БЛАГОДАРНОСТЬ

1. Авторы благодарят с.н.с. Горного ботанического сада ДФИЦ РАН Анатова Д.М. за помощь в обработке математических данных.
2. Работа выполнена в рамках Государственного задания: тема «Экспериментальное изучение адаптивных механизмов внутривидовой изменчивости растений (FMSW-2022-0021)» с использованием УНУ «Система экспериментальных баз, расположенных вдоль высотного градиента» Горного ботанического сада ДФИЦ РАН.

#### ACKNOWLEDGMENT

1. The authors express their gratitude to D.M. Anatova of the Mountain Botanical Garden of the Dagestan Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences for assistance in processing mathematical data.
2. The research was conducted in the framework of State Assignment: Subject «Experimental study of adaptive mechanisms of intraspecific variability of plants (FMSW-2022-0021)» using the USF «System of experimental bases located along the altitudinal gradient» Mountain Botanical Garden of the DFRC of RAS.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Муртазалиев Р.А. Конспект флоры Дагестана. Махачкала: Издательский дом Эпоха, 2009. Т. 1. 319 с.
2. Литвинская С.А., Муртазалиев Р.А. Флора Северного Кавказа: Атлас-определитель. М.: Фитон XXI, 2013. 668 с.
3. Литвинская С.А., Муртазалиев Р.А. Кавказский элемент во флоре Российского Кавказа: география, созоология, экология. Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2009. 439 с.
4. Османов Р.М. Распространение эндемичного вида гвоздики аварской (*Dianthus awaricus*) в Дагестане // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. Т. 73. N 5. С. 129-131.
5. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 377 с.
6. Серебряков И.Г. Жизненные формы растений и их изучение. В кн.: Полевая геоботаника. М.; Л.: Наука, 1964, т. 3, с. 146-208.
7. Любарский Е.Л., Полуянова В.И. Структура ценопопуляций вегетативно-подвижных растений. Казань: Изд-во Казанского университета, 1984. 138 с.
8. Османов Р.М. К вопросу об изменчивости признаков семенной продуктивности эндемичного вида *Dianthus awaricus* (Caryophyllaceae) в центральных районах Дагестана // Ботанический вестник Северного Кавказа. 2019. N3. С. 64-73. DOI: 10.33580/2409-2444-2019-5-3-64-73
9. Анатов Д.М., Асадулаев З.М., Османов Р.М., Ахмедова К.И. К вопросу о происхождении культурного сорта абрикоса Дагестана по изменчивости морфологических признаков листа // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14 N 3. С. 17-24. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-3-17-24
10. Архив погоды в Цудахаре и Гунибе. URL: <https://rp5.ru/> (дата обращения: 23.01.2022)
11. Методические указания по семеноведению интродуцентов / отв. ред. акад. Н.В. Цицин. М.: Наука, 1980. 64 с.
12. Фирсова М.К. Семенной контроль. М.: Колос, 1969. 296 с.
13. Фомина Т.И. Особенности прорастания семян декоративных многолетников семейства Caryophyllaceae Juss. // Вестник Алтайского государственного университета. 2016. N 8 (142). С. 79-83.
14. Филиппова Г.В., Андросова Д.Н., Филиппов Э.В., Прокопьев И.А. Влияние температуры и осадков на морфологию, прорастание и стрессоустойчивость семян некоторых представителей флоры Севера // Экология. 2019. N 6. С. 410-418. DOI: 10.1134/S0367059719050044
15. ГОСТ 24933.2-81. Семена цветочных культур. Методы определения всхожести и энергии прорастания. М.: 1982. С. 84-89.
16. Зайцев Г.М. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.
17. Османов Р.М., Анатов Д.М. Изменчивость морфологических признаков генеративного побега *Dianthus awaricus* (Caryophyllaceae) // Ботанический вестник Северного Кавказа. 2017. N 4. С. 34-43.
18. Османов Р.М., Галимова П.М. Фитоценотическая приуроченность и морфометрические параметры растений *Dianthus awaricus* (Caryophyllaceae) в условиях Дагестана // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. N 6(80). С. 121-124.
19. Дорогина О.В., Елисафенко Т.В. Некоторые аспекты изучения биологии прорастания семян редких и исчезающих видов // Криохранение семян: итоги и перспективы. Новосибирск: Наука, 2014. С. 92-99.
20. Ломакина М.В. Проращивание семян гвоздики китайской // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2017. N 12. С. 106-108.

#### REFERENCES

1. Murtazaliev R.A. *Konspekt flory Dagestana* [Synopsis of the flora of Dagestan]. Makhachkala, Epoch Publ., 2009, vol. 1, 319 p. (In Russian)
2. Litvinskaya S.A., Murtazaliev R.A. *Flora Severnogo Kavkaza: Atlas-opredelitel* [Flora of the North Caucasus: Key Atlas]. Moscow, Fiton XXI Publ., 2013, 668 p. (In Russian)
3. Litvinskaya S.A., Murtazaliev R.A. *Kavkazskiy element vo flore Rossiyskogo Kavkaza: geografiya, sozologiya, ekologiya* [Caucasian element in the flora of the Russian Caucasus: geography, zoology, ecology]. Krasnodar, Prosveshchenie-South LLC Publ., 2009, 439 p. (In Russian)
4. Osmanov R.M. Distribution of the endemic species of Avar carnation (*Dianthus awaricus*) in Dagestan. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. 2018, vol. 73, no. 5, pp. 129-131. (In Russian)

5. Serebryakov I.G. *Ekologicheskaya morfologiya rasteniy* [Ecological morphology of plants]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1962, 377 p. (In Russian)
6. Serebryakov I.G. Life forms of plants and their study. In: *Polevaya geobotanika* [Field Geobotany]. Moscow, Leningrad, Nauka Publ., 1964, vol. 3, pp. 146-208. (In Russian)
7. Lyubarsky E.L., Poluyanov V.I. *Struktura tsenopopulyatsiy vegetativno-podvizhnykh rasteniy* [The structure of cenopopulations of vegetatively mobile plants]. Kazan, Kazan University Publ., 1984, 138 p. (In Russian)
8. Osmanov R.M. On the question of the variability of the traits of seed productivity of the endemic species *Dianthus awaricus* (Caryophyllaceae) in the central regions of Dagestan. *Botanical Herald of the North Caucasus*, 2019, no. 3, pp. 64-73. (In Russian) DOI: 10.33580/2409-2444-2019-5-3-64-73
9. Anaton D.M., Asadulaev Z.M., Osmanov R.M., Ahmedova K.I. To the question of the origin of the cultural assortment of Dagestan apricots through assessing the variability of leaf morphological characteristics. *South of Russia: ecology, development*, 2019, vol. 14, no. 3, pp. 17-24. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2019-3-17-24
10. *Arkhiv pogody v Tsudahare i Gunibe* [Weather archive for Tsudahar and Gunib]. Available at: <https://rp5.ru/> (accessed: 23.01.2022)
11. Tsitsin N.V., ed. *Metodicheskiye ukazaniya po semenovedeniyu introdutsentov* [Guidelines for seed breeding of introducers]. Moscow, Nauka Publ., 1980, 64 p. (In Russian)
12. Firsova M.K. *Semenny kontrol* [Seed control]. Moscow, Kolos Publ., 1969, 296 p. (In Russian)
13. Fomina T.I. Features of seed germination of ornamental perennials of the family Caryophyllaceae Juss. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Altai State University]. 2016, no. 8 (142), pp. 79-83. (In Russian)
14. Filippova G.V., Androsova D.N., Filippov E.V., Prokopyev I.A. Influence of temperature and precipitation on morphology, germination and stress resistance of seeds of some representatives of the flora of the North. *Ecology*, 2019, no. 6, pp. 410-418. (In Russian) DOI: 10.1134/S0367059719050044
15. GOST 24933.2-81. *Semena tsvetochnykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti i energii prorastaniya* [GOST 24933.2-81. Flower seeds. Methods for determining germination and germination energy]. Moscow, 1982, pp. 84-89. (In Russian)
16. Zaitsev G.M. *Matematicheskaya statistika v eksperimental'noy botanike* [Mathematical statistics in experimental botany]. Moscow, Nauka Publ., 1984, 424 p. (In Russian)
17. Osmanov R.M., Anaton D.M. Variability of morphological features of the generative shoot of *Dianthus awaricus* (Caryophyllaceae). *Botanicheskiy vestnik Severnogo Kavkaza* [Botanical Herald of the North Caucasus]. 2017, no. 4, pp. 34-43. (In Russian)
18. Osmanov R.M., Galimova P.M. Phytocenotic confinement and morphometric parameters of *Dianthus awaricus* (Caryophyllaceae) plants in Dagestan. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the Orenburg State Agrarian University]. 2019, no. 6(80), pp. 121-124. (In Russian)
19. Dorogina O.V., Elisafenko T.V. Some aspects of studying the biology of seed germination of rare and endangered species. In: *Kriokhraneniye semyan: itogi i perspektivy* [Seed cryopreservation: results and prospects]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2014, pp. 92-99. (In Russian)
20. Lomakina M.V. Germination of Chinese carnation seeds. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i yestestvennykh nauk* [International Journal of Humanities and Natural Sciences]. 2017, no. 12, pp. 106-108. (In Russian)

#### КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Руслан М. Османов произвел учет изучаемых признаков, написал рукопись, обработал статистические данные. Зиярат А. Гусейнова принимала участие в обсуждении и интерпретации результатов. Асият Н. Алибегова осуществила поиск литературных источников и принимала участие в оформлении материалов. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других неэтических проблем.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### AUTHOR CONTRIBUTIONS

Ruslan M. Osmanov took into account the studied characteristics, wrote the manuscript and processed the statistical data. Ziyarat A. Guseynova took part in the discussion and interpretation of the results. Asiyat N. Alibegova searched for literary sources and took part in the design of materials. All authors are equally responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

#### NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

#### ORCID

Руслан М. Османов / Ruslan M. Osmanov <https://orcid.org/0000-0002-4857-6354>  
 Зиярат А. Гусейнова / Ziyarat A. Guseynova <https://orcid.org/0000-0003-0355-4132>  
 Асият Н. Алибегова / Asiyat N. Alibegova <https://orcid.org/0000-0002-8977-4728>