

Оригинальная статья / Original article

УДК 581.527.4

DOI: 10.18470/1992-1098-2025-3-4



Мониторинг виталитетного состояния ценопопуляций *Scabiosa gumbetica* Boiss. в разных локалитетах горного Дагестана

Зумариат А. Бийболотова, Аида И. Аджиева, Углангерек М. Аскерова

Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

Контактное лицо

Зумариат А. Бийболотова, аспирант ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет»; 367008 Россия, г. Махачкала, ул. Батырая, 2/12. Тел. +79285821586
Email zumariat1988@yandex.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9842-2284>

Формат цитирования

Бийболотова З.А., Аджиева А.И., Аскерова У.М. Мониторинг виталитетного состояния ценопопуляций *Scabiosa gumbetica* Boiss. в разных локалитетах горного Дагестана // Юг России: экология, развитие. 2025. Т. 20, N 3. С. 47-56. DOI: 10.18470/1992-1098-2025-3-4

Получена 9 декабря 2023 г.

Прошла рецензирование 14 мая 2025 г.

Принята 25 июля 2025 г.

Резюме

Цель. Мониторинг виталитетного состояния особей скабиозы гумбетовской в пяти ценопопуляциях Горного Дагестана за десять лет. Изучение виталитета проводилось с использованием современных методических подходов, основанных на размерной гетерогенности средневозрастных генеративных особей в популяции.

Показатели морфометрии особей скабиозы гумбетовской по разным ценопопуляциям горного Дагестана варьируют по годам и локалитетам. Большинство признаков морфометрии обладают повышенным коэффициентом вариации. Оценка виталитетного состояния особей скабиозы гумбетовской в разных ценопопуляциях выявила депрессивный их характер в большинстве случаев. Характер жизненности особей и индексы процветания/депрессивности изученных ценопопуляций переменны. В Тантаринской и Цудахарской ценопопуляциях в 2012 году выявлена небольшая степень их процветания, а в Гунибской, Чиркейской, Хариколинской – некоторая степень депрессивности. В 2021 году Хариколинская ценопопуляция обнаружила процветающий характер, в то время как Тантаринская и Цудахарская ценопопуляции снизили жизненность особей. Сама степень процветания/депрессивности изученных ценопопуляций невелика. Индекс виталитета также меняется по ценопопуляциям и по годам мониторинга. Для Цудахарской, Тантаринской и Гунибской ценопопуляций наиболее благоприятными для осуществления процессов роста и развития были условия 2012 года, а для Хариколинской и Чиркейской – 2021 года.

Несмотря на часто депрессивное качество, преобладание мелкофрагментной фракции растений и невысокий уровень индекса виталитета, ценопопуляции скабиозы гумбетовской прочно удерживают экотопы. Снижение жизненных процессов особей демонстрирует возможность выживания ценопопуляций в условиях стресса и адаптивный потенциал.

Ключевые слова

Мониторинг виталитета, ценопопуляции *Scabiosa gumbetica*, Горный Дагестан.

Monitoring of the vitality state of the cenopopulations of *Scabiosa gumbetica* Boiss. in different localities of mountainous Dagestan

Zumariyat A. Biybolatova, Aida I. Adzhieva and Uglangerek M. Askerova

Dagestan State University, Makhachkala, Russia

Principal contact

Zumariyat A. Biybolatova, postgraduate student,
Dagestan State University; 2/12 Batyraya St,
Makhachkala, Russia 367008.

Tel. +79285821586

Email zumariat1988@yandex.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9842-2284>

How to cite this article

Biybolatova Z.A., Adzhieva A.I., Askerova U.M.
Monitoring of the vitality state of the
cenopopulations of *Scabiosa gumbetica* Boiss. in
different localities of mountainous Dagestan. *South
of Russia: ecology, development*. 2025; 20(3):47-56.
(In Russ.) DOI: 10.18470/1992-1098-2025-3-4

Received 9 December 2023

Revised 14 May 2025

Accepted 25 July 2025

Abstract

Aim. Monitoring of the vitality status of individuals of *Scabiosa gumbetica* in five coenopopulations of mountainous Dagestan over a period of ten years.

The study of vitality was conducted using modern methodological approaches based on the size heterogeneity of middle-aged generative individuals in the population.

The morphometry parameters of individuals of *Scabiosa gumbetica* in different coenopopulations of mountainous Dagestan vary according to years and localities. Most morphometric features have an increased coefficient of variation. An assessment of the vitality state of individuals of *Scabiosa gumbetica* in different coenopopulations revealed their depressive character in most cases. The nature of the vitality of individuals and the indices of prosperity/depression of the studied coenopopulations are variable. In the Tantari and Tsudakhar coenopopulations in 2012, a small degree of their prosperity was revealed, and in the Gunib, Chirkey, Harikolo – some degree of depression. In 2021, the Harikolo coenopopulation found a prosperous character, while the Tantari and Tsudakhar coenopopulations reduced the vitality of individuals. The very degree of prosperity/depression of the studied coenopopulations is low. The vitality index also varies by coenopopulations and by year of monitoring. For the Tsudakhar, Tantari and Gunib coenopopulations, the most favourable conditions for the implementation of growth and development processes were the conditions of 2012, and for the Harikolo and Chirkey – 2021.

Despite the often depressive quality, the predominance of the small-sized fraction of plants and the low level of the vitality index, the coenopopulations of *Scabiosa gumbetica* firmly conform to the ecotopes of growth. The decrease in the life processes of individuals demonstrates the possibility of survival of coenopopulations under stress conditions and their adaptive potential.

Key Words

Vitality monitoring, cenopopulations *Scabiosa gumbetica*, mountainous Dagestan.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение популяционных характеристик оригинальных и реликтовых видов является трудоемким, но перспективным направлением ботанических исследований. Только популяционные характеристики, к которым относятся морфометрия особей, демографический состав популяций, виталитетное состояние особей и их пространственное распределение могут дать полноценное и информативное представление о состоянии вида на той или иной территории. Зачастую, при фиксировании жизненных процессов в популяциях разных видов, используют внешние признаки, благодаря которым изучаемая популяция может выглядеть вполне «процветающе», на самом же деле в популяции могут, внешне незаметно, накапливаться негативные тенденции развития, являющиеся ответными

реакциями на постоянно действующие стрессовые факторы среды. Важность научного подхода для оценки жизненного состояния особей состоит в том, что популяции оригинальных дагестанских видов демонстрируют специфику нашей флоры, ее ценный фитофонд, который необходимо особенно беречь.

В этом плане наиболее ценными являются эндемики сухих среднегорий, представители растительности нагорных ксерофитов, к которым относится объект нашего исследования – *Scabiosa gumbetica* Boiss. (скабиоза гумбетовская), собранный А. П. Овериным в 1861 году из окрестностей селения Данух Гумбетовского района. Это эндемичное для Дагестана растение [1], петрофильный (рис. 1) гелиофильный, кальцефильный вид, произрастающий в сухих предгорьях и внутригорьях нашей республики.



Рисунок 1. Молодая генеративная особь *S. gumbetica* на скалистом склоне окрестностей с. Хариколо Хунзахского района

Figure 1. A young generative individual of *S. gumbetica* on a rocky slope in the vicinity of the village of Kharikolo, Khunzakhsy district

Целью наших исследований является мониторинг виталитетного состояния особей *S. gumbetica*, слагающих ценопопуляции разных участков нашей республики, входящих в естественный ареал вида.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа по изучению виталитета ряда ценопопуляций *S. gumbetica* начиналась в 2012 году, были определены территории, взятые в качестве точек для выявления жизненного состояния особей в отдельных

ценопопуляциях Внутригорного геоморфологического района: окрестности с. Тантари (высота 500 м над у.м.) Гумбетовского района, окрестности с. В. Гуниб (высота 1700 м над у.м.) Гунибского района, окрестности с. Хариколо (высота 1540 м над у.м.) Хунзахского района, окрестности с. Цудахар (высота 1150 м над у.м.) Левашинского района; Предгорного геоморфологического района: окрестности Чиркейского водохранилища (высота 400 м над у.м.) Буйнакского района.

Пункты исследования изучались повторно через 10 лет: в начале июля 2021 года в момент массового цветения-плодоношения генеративных особей изучаемого растения, а некоторые моменты уточнялись в период цветения особей в 2025 году. Для выделения учетных площадей использовали метод трансект [2], заложенных поперек склонов южной экспозиции с длиной 5 м и шириной 3 м. На площадях фиксировали особи в средневозрастном генеративном состоянии. Для определения возрастного состояния в полевых условиях пользовались маркерными признаками, пользуясь рекомендациями исследователей популяционной жизни этого вида [3; 4], основывающихся на морфоструктуре особей, интенсивности и локализации ростовых процессов, интеграции метамеров. Средневозрастные генеративные особи (выборка составляла 30 особей) изымали, высушивали в лаборатории и проводили морфометрические учеты. В качестве морфометрических признаков были выбраны наиболее значимые для продукционного процесса [5]: высота генеративного побега (см), число генеративных побегов (шт), число розеточных листьев вегетативного побега (шт), длина среднего листа генеративного побега (см), число цветков в соцветии (шт), число семян на головку (шт).

Полученные в результате камеральной обработки сборов данные обрабатывались с помощью возможностей математической статистики: определяли среднее арифметическое значение ($\bar{X}$), его ошибку ($S_{\bar{X}}$), коэффициент вариации ($CV = (S/\bar{X}) \times 100\%$)

и ошибку опыта ($S_{\bar{X}\%} = \frac{S_{\bar{X}}}{\bar{X}} \times 100\%$).

Как известно, базой популяционного исследования является оценка состояния структурных единиц ценопопуляций, оценка их жизнеспособности, то есть виталитета. Виталитетом считают ту или иную степень процветания популяции. Виталитетный подход основывается на морфологических параметрах, демонстрирующих ростовые и продукционные характеристики растений, он был предложен Ю.А. Злобиным [5].

Для оценки виталитетного состояния средневозрастных генеративных особей в исследуемых ценопопуляциях использовали морфометрические параметры, учтенные в пяти локалитетах, и приведенные выше. Суть метода Ю.А. Злобина основана на разделении популяционной выборки на размерные три класса. При этом результаты морфометрии особей ранжировались, ряд разделялся на три сегмента: а (крупноразмерные особи), б (средне-размерные особи), с (мелкоразмерные особи). Границы разделения лежали между значениями $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$. По участию в выборках

исследуемых ценопопуляций особей в том или ином размерном классе фиксировался виталитет. Если преобладал сегмент крупноразмерных особей $Q=1/2(a+b)>c$, то делали вывод о тенденциях процветания в популяционной жизни, если доминировал сегмент средне-размерных особей $Q=1/2(a+b)=c$, то фиксировали равновесный виталитет особей в ценопопуляции, в случае, если преобладал сегмент мелкоразмерных особей $Q=1/2(a+b)<c$,

характер жизненных процессов особей в ценопопуляции определяли как депрессивный. Автор такого метода указывал необходимость широкого использования его для разных видов растений, разных типов растительности, разных регионов [5]. Апробация метода определения виталитета предпринята нами и другими исследователями для оценки состояния ценопопуляций ряда эндемичных видов, таких как *Tanacetum akinfievii* (Alexeenko) Tzvelev, *Jurinea ruprechtii* Boiss., *Tragopogon dagestanicus* (Artemc.) Kuth., *Nonea deccurens* (C.A. Mey.) G. Don fil., *Corydalis tarkiensis* Prokh., *Onobrychis majorovii* Grossh. и др. [6–13]. Наши исследования являются логическим продолжением таких изысканий. Необходимость и важность подобного рода исследований с природоохранными целями обоснована возможностью обнаружения негативных тенденций популяционной жизни редкого растения, возможностью своевременного реагирования на такие тенденции.

При определении виталитетного состояния особей *S. gumbetica* в ценопопуляциях разных локалитетов, мы фиксировали также индекс виталитета, который показывает наилучшее/наихудшее состояние ценопопуляции, демонстрирующее более/менее благоприятные уровни условий жизни растений в рамках естественного ареала. Определялся этот показатель согласно А.Р. Ишбирдину, М.М. Ишмуратовой, Т.В. Жирновой [14] по средне-взвешенным значениям с использованием формулы:

$$IVC = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{X_i},$$

в которой x_i – среднее значение признака в конкретной ценопопуляции, X_i – среднее значение признака

для всех учтенных ценопопуляций, N – количество признаков, взятых для анализа.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одной из важнейших характеристик ценопопуляций можно с полным правом считать их размерные структуры. Ведь, зачастую, именно размеры особей играют основную роль в самоподдержании ценопопуляции и ее жизнеспособности в условиях конкретной экологической обстановки. В нашей работе оказалось, что показатели морфометрии особей *S. gumbetica* по разным участкам Горного Дагестана сильно варьируют как по годам, так и по самим локалитетам. При этом данные морфометрического исследования, взятые для учета в разных локалитетах, могут различаться довольно сильно. При изучении морфометрических особенностей особей *S. gumbetica* в 2012 году было установлено, что наибольшими размерами (высота генеративного побега), самыми многостебельными вегетативными розетками, самыми длинными стеблевыми листьями и числом цветков на соцветие обладают особи в Цудахарском локалитете (табл. 1). Однако наибольшее число генеративных побегов в этом году зафиксировано у особей в Тантаринской ценопопуляции, а наибольшее число семян на головку – в Гунибской (табл. 1). В 2021 году оказалось, что наибольшими размерами (высота генеративного побега), числом розеточных листьев и цветков на соцветие характеризуются особи

Чиркейской ценопопуляции, число генеративных побегов, как и в 2012 году преобладает у особей в ценопопуляции Тантари. В Цудахарской ценопопуляции в этом году оказались самые длинные листья на побеге и наибольшее число семян на головку (табл. 1).

Если считать, что размеры особей отражают их жизненное состояние и определяют способность

слагаемой ими ценопопуляции к самоподдержанию, то, несомненно, ценопопуляция в окрестностях Цудахара в 2012 году должна иметь большие шансы на выживание, аналогично состоянию ценопопуляции *S. gumbetica* в окрестностях Чиркейского водохранилища в 2021 году.

Таблица 1. Сравнительная характеристика морфометрических признаков особей *S. gumbetica* по локалитетам и по годам исследований (верхняя ячейка – 2012, нижняя ячейка – 2021 г.)

Table 1. Comparative characteristics of morphometric features of *S. gumbetica* individuals by localities and by years of research (upper cell – 2012, lower cell – 2021)

$\bar{X} \pm S - x$	Тантари Tantari	Гуниб Gunib	Хариколо Harikolo	Цудахар Tsudahar	Чиркей Chirkey
Высота генеративного побега, см Height of the generative shoot, sm	22,99±0,85	21,28±0,58	17,63±0,64	34,79±0,90	25,6±0,54
	19,78±1,18	16,10±1,14	23,36±0,75	25,32±1,50	27,81±1,19
Число генеративных побегов, шт Number of generative shoots, pcs	28,20±2,36	9,79±0,82	7,84±0,80	11,13±1,10	13,91±1,30
	9,84±0,97	5,84±0,70	8,76±0,77	6,12±0,58	4,92±0,59
Число розеточных листьев вегетативного побега, шт Number of rosette leaves of a vegetative shoot, pcs	9,99±0,32	11,82±0,46	8,31±0,22	12,09±0,82	7,43±0,44
	7,59±0,55	9,32±0,51	9,24±0,71	9,00±0,63	10,48±0,74
Длина среднего листа генеративного побега, см Length of middle leaf of generative shoot, sm	3,35±0,10	4,56±0,02	3,15±0,13	4,99±0,18	3,36±0,08
	3,72±0,14	5,32±0,35	4,66±0,19	6,18±0,34	4,96±0,21
Число цветков в соцветии, шт Number of flowers in inflorescence, pcs	22,35±0,90	32,04±0,72	23,16±0,11	41,54±1,60	22,19±0,09
	23,60±1,38	27,00±1,60	24,56±0,91	26,72±1,61	31,28±1,16
Число семян на головку, шт Number of seeds per head, pcs	22,18±0,42	31,60±2,10	22,10±0,54	29,62±0,93	21,30±0,85
	23,50±0,79	21,44±0,66	22,56±1,06	21,64±0,95	21,00±0,77

Анализ коэффициента варьирования выявил наиболее переменные и наименее переменные признаки. Сильным разбросом значений характеризуются показатели числа побегов. По обоим годам мониторинга этот показатель у особей *S. gumbetica* обнаруживает высокий уровень коэффициента вариации. Причем, если число генеративных побегов в 2012 году по всем изучаемым ценопопуляциям было весьма неодинаково, то в 2021 году этот признак несколько сузил рамки варьирования. Низкий коэффициент вариации не зарегистрирован ни для одного учтенного морфометрического признака. Единственное в этом плане исключение составляют признаки «число цветков в соцветии» и «число семян на головку», где зафиксирован более или менее средний и повышенный уровень коэффициента вариации (табл. 2). Все учтенные признаки морфометрии, учитывая невысокую ошибку опыта, можно считать достаточно полно представляющими генеральные совокупности по отдельным выборкам.

Проводя мониторинг изменений морфометрических признаков, взятых для учета, мы убедились в том, что все признаки изменили свое среднее значение в исследуемых ценопопуляциях. Почти все признаки морфометрии особей *S. gumbetica* в Цудахарской и Гунибской ценопопуляциях уменьшили свое численное значение. Все или почти все (соответственно) признаки морфометрии средневозрастных генеративных особей в Хариколлинской и Чиркейской ценопопуляциях

увеличили свое численное значение. Тантаринская же ценопопуляция обнаружила в одних случаях уменьшение среднего значения признаков морфометрии, в других случаях – его увеличение (табл. 1). Известно, что экотопы произрастания *S. gumbetica* – это традиционные места обитания нагорных ксерофитов, южные, скалистые, каменистые, крутые склоны на высотах от 500 до почти 2000 м. Понятно, что здесь достаточно сильно меняются условия жизни, в то же время существуют разные способы реагирования (адаптивные действия) особей к переменному эколого-ценотическому окружению. Они выражаются либо в увеличении-уменьшении размеров, слагающих ценопопуляцию особей, либо в сгущении-разрежении проективного покрытия ими субстрата, либо в увеличении-снижении продукционных характеристик. В этом плане варьирование показателей морфометрии не представляется неясным.

Известно, что особи в популяции неодинаковы как в отношении возраста (возрастного состояния), так и по отношению к жизнестойкости (здоровью). Такая гетерогенность, вызванная комплексом экологических факторов [15], служит источником микроэволюционных изменений, то есть именно популяции являются эволюционной единицей существования вида [16], а в итоге – основой появления генетического полиморфизма. В нашем исследовании жизнестойкость особей определялась с опорой на признаки, которые показывают их рост и продуктивность. Оценка

виталитета особей в популяции с использованием таких информативных признаков позволила нам сделать определенные выводы о трендах развития и возможности существования популяции. Наиболее важными в плане продукции и роста считаются

признаки фитомассы особи, фитомассы листьев, высоты побегов. Мы при оценке виталитета учли шесть, с нашей точки зрения, довольно информативных морфометрических признаков, о которых уже говорили в предыдущем разделе.

Таблица 2. Флюктуации коэффициентов вариации признаков по локалитетам и по годам (верхняя ячейка – 2012, нижняя ячейка – 2021 г.)

Table 2. Fluctuations in the coefficients of variation of features by localities and by year (upper cell – 2012, lower cell – 2021)

Коэффициент вариации признаков Coefficients of variation of features	Тантари Tantari	Гуниб Gunib	Хариколо Harikolo	Цудахар Tsudahar	Чиркей Chirkey
Высота генеративного побега Height of the generative shoot	33,9 30,0	27,1 35,0	31,4 17,0	34,6 29,0	25,8 22,0
Число генеративных побегов Number of generative shoots	46,0 49,0	55,1 62,0	74,4 44,0	74,0 47,0	64,0 60,0
Число розеточных листьев вегетативного побега Number of rosette leaves of a vegetative shoot	33 36,0	39,3 27,0	29,5 39,0	57,0 35,0	27,6 35,0
Длина среднего листа генеративного побега Length of middle leaf of generative shoot	25,0 19,0	25,4 33,0	37,8 20,0	35,3 27,0	20,5 22,0
Число цветков в соцветии Number of flowers in inflorescence	21,3 17,0	22,9 30,0	15,7 18,0	23,8 30,0	17,5 19,0
Число семян на головку Number of seeds per head	24,5	24,3	24,4	23,3	17,8

Итоги оценки виталитетного состава исследуемых пяти ценопопуляций показаны в таблице 3. Данные этой таблицы свидетельствуют о неблагоприятном в целом состоянии жизненных процессов особей в большей части изученных ценопопуляций. Исследования, проведенные в одном из локалитетов (Тантаринском) в полевых сезонах 2012–2021 гг., продемонстрировали низкую степень виталитета особей в ценопопуляции [17]. Размещение особей по размерным классам (табл. 3) показало в большинстве случаев не стандартное «колоколообразное» с большинством в среднеразмерном классе (Тантаринская ценопопуляция), а распределение, когда больше экземпляров либо в классе мелких, либо в классе крупных растений (Гунибская, Хариколлинская, Цудахарская, Чиркейская ценопопуляции). В большинстве случаев оказалось, что особей в мелкоразмерном классе больше, чем в средне- и крупноразмерных (табл. 3). То есть фиксируется некоторая миниатюризация особей *S. gumbetica* в ценопопуляциях, что является в условиях экстремальных каменистых южных склонов гор ответной реакцией на ухудшение условий жизни. В целом из пяти изучаемых ценопопуляций в 2012 году Цудахарская и Тантаринская продемонстрировали процветающий характер. В 2021 году обследования процветающей оказалась Хариколлинская ценопопуляция.

Для уточнения степени качества жизнеспособности особей *S. gumbetica* были рассчитаны индексы процветания/депрессивности изученных ценопопуляций. Мониторинг качества жизненных процессов в исследуемых ценопопуляциях выявил колебание этих признаков как по годам, так и по локалитетам. В этом отношении по Тантаринской и Цудахарской ценопопуляциям в 2012 году выявлена небольшая степень их процветания, а для Гунибской и Чиркейской –

небольшая степень депрессивности (табл. 3). В Хариколлинской ценопопуляции выявлена в этом же году обнаружена большая степень депрессивности качества ценопопуляции. Ситуация в 2021 году изменилась. Хариколлинская ценопопуляция обнаружилась процветающей характер, в то время как ранее процветающие Тантаринская и Цудахарская ценопопуляции снизили жизнеспособность особей, причем в первой это произошло более значительно (табл. 3). Совершенно не изменился показатель качества изучаемой ценопопуляции за срок мониторинга в Чиркейском локалитете.

При определении жизненного состояния изучаемых ценопопуляций с помощью индекса виталитета были выявлены неодинаковые, хотя и близкие по значениям эколого-ценотические воздействия на особи *S. gumbetica* в разных локалитетах Горного Дагестана. Исследования также обнаружили колебания этого признака не только по ценопопуляциям, но и по годам мониторинга, аналогичные флюктуации уже отмечались исследователями для других объектов и ценопопуляций [18]. Большой разброс значений индекса виталитета обнаружился в 2012 году, при этом наименьшее значение индекса установлено для Хариколлинской ценопопуляции *S. gumbetica*, что подтверждается и низким качеством жизненных процессов особей в ней, определенным по Злобину (табл. 3). Наибольшее значение индекса виталитета выявлено для Цудахарской и Тантаринской ценопопуляций, что одновременно подтверждает наилучшие условия роста особей в этих локалитетах; это подтверждается также преобладанием группы крупных и средних по размеру особей согласно методике их ранжирования по Злобину. В целом, расположение индекса виталитета популяции по убывающей позволило зафиксировать

ряд ценопопуляций: Цудахар (1150 м) → Тантари (500 м) → Гуниб (1700 м) → Чиркей (400 м) → Хариколо (1540 м); в этом направлении ухудшаются условия реализации ростовых возможностей для изучаемого вида.

При изучении индекса виталитета в 2021 году, оказалось, что наилучшее состояние с лучшими условиями для осуществления роста и развития соответствует Цудахарской, Чиркейской и Харикололинской ценопопуляциям изучаемого растения, что подтверждают также вычисления виталитета особей по Злобину (табл. 3). В 2021 году условия для реализации процессов роста были менее благоприятными для Тантаринской и Гунибской ценопопуляций. Размещение ценопопуляций по уменьшению индекса виталитета (ухудшению условий для роста растений) демонстри-

рует ряд: Цудахар, Чиркей и Хариколо → Тантари → Гуниб. Весьма примечательно, что оба списка возглавляет Цудахарская ценопопуляция. Однако, при определении виталитета особей по Злобину в этом локалитете в 2012 году популяция относится в разряд процветающих, а в 2021 году – депрессивных, хоть и с крайне малой степенью депрессивности. Интересно также, что в отношении Чиркейской ценопопуляции, где виталитет особей по Злобину не изменился за десять лет учета, подсчитанный индекс виталитета популяции в 2012 году, тем не менее, был заметно ниже, чем в 2021. Либо это свидетельствует о большей чувствительности последней методики в сравнении с первой, либо о необходимости применять для изучения виталитета несколько разных подходов.

Таблица 3. Результаты оценки виталитета пяти ценопопуляций *S. gumbetica* по годам (Q_1, I_{Q1}, IVC_1 – 2012 г., Q_2, I_{Q2}, IVC_2 – 2021 г.)

Table 3. The results of assessing the vitality of five *S. gumbetica* cenopopulations by year (Q_1, I_{Q1}, IVC_1 – 2012, Q_2, I_{Q2}, IVC_2 – 2021)

Ценопопуляция / виталитет Coenopopulation / Vitality	Тантари Tantari	Гуниб Gunib	Хариколо Harikolo	Цудахар Tsudahar	Чиркей Chirkey
$Q_1=(a+b):2>, <, =c$	$(2,8+4,1):2 >3,1$	$(3,4+3,2):2 <3,4$	$(3,2+2,9):2 <4,0$	$(3,9+2,9):2 >3,2$	$(3,3+3,3):2 <3,4$
¹ Тип ценопопуляции ¹ Type of coenopopulation	процветающий prosperous	депрессивный depressive	депрессивный depressive	процветающий prosperous	депрессивный depressive
$Q_2=(a+b):2>, <, =c$	$(2,9+3,6):2 <3,9$	$(3,0+3,1):2 <3,9$	$(3,6+3,5):2 >2,9$	$(3,5+3,1):2 <3,4$	$(3,1+3,5):2 <3,4$
² Тип ценопопуляции ² Type of coenopopulation	депрессивный depressive	депрессивный depressive	процветающий prosperous	депрессивный depressive	депрессивный depressive
$I_{Q1}=(a+b):2c$	1,11	0,97	0,76	1,06	0,97
$I_{Q2}=(a+b):2c$	0,83	0,78	1,22	0,97	0,97
$IVC_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{X_i}$	1,08	1,05	0,77	1,23	0,88
$IVC_2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{X_i}$	0,97	0,94	1,03	1,03	1,03

В целом индекс размерной пластичности, вычисленный как отношение максимального индекса виталитета к минимальному, обнаружил его колебания от 1,39 (2012 год) до 1,63 (2021 год), что соответствует приводимым пределам для многолетних трав. Подводя итог изучению индекса виталитета для пяти приведенных ценопопуляций, можно констатировать, что для Цудахарской, Тантаринской и Гунибской ценопопуляций наиболее благоприятными для осуществления процессов роста и развития были условия 2012 года, а для Харикололинской и Чиркейской – 2021 года.

Изучая виталитетное состояние особей *S. gumbetica* и ряда других дагестанских эндемичных видов в слагающих их многочисленных ценопопуляциях, мы приходим к заключению, что традиционные подходы, когда считается, что особь имеет высокий показатель виталитета, если у нее крупные размеры или высокие продукционные характеристики, не всегда и не для всех объектов оправданы, что уже не раз высказывалось исследователями. Одновременно с этим, мы в литературе постоянно наталкиваемся на сведения, когда организменные и популяционные показатели в

случае с скудными условиями экотопов (бедными почвами, преобладанием каменистых вкраплений и выходов материнских пород) могут быть до определенного порога достаточно высокими. Размерные показатели особей могут снижаться, о чем имеются сведения по Гунибской ценопопуляции исследуемого нами вида [19]. Таким образом, растения на бедных (вытапываемых) почвах приобретают ярко выраженную стресс-толерантную стратегию [20]. Аналогичные стратегические особенности популяций растений отмечают и исследователи их жизни в экстремальных каменистых или (и) высокогорных субстратах [21]. Отмечено также, что зачастую при наличии сомкнутых сообществ с более-менее оптимальными (часто, мезофильными) условиями среды обитания, гумусированными почвами, некоторые редкие виды «вытесняются» из фитоценозов другими более конкурентно-мощными растениями [22–24], то есть их фитоценотический оптимум все-таки связан с бедными экотопами.

Наблюдая за состоянием ценопопуляций *S. gumbetica* на территории Горного Дагестана, мы убедились, что в таких экстремальных условиях, как южные склоны аридной части Восточного Кавказа, видимо, необходимо для оценки состояния ценопопуляций использовать параллельно с классическими и какие-то другие, принципиально новые подходы. Ведь, несмотря на преобладание мелкоразмерной фракции особей, зачастую, их низкую семенную продукционную способность, ценопопуляции *S. gumbetica* довольно прочно удерживают экотопы (каменистые, скалистые южные экспозиции среднегорий) на протяжении многих лет и довольно широко распространены в горной части республики, расширяя ареал. Ежегодно исследователи фиксируют все новые и новые места произрастания этого вида в горном Дагестане. *S. gumbetica*, как и большинство нагорных ксерофитов Дагестана, занимает такие экстремальные экотопы, которые мало подходят для существования многих других видов, что оказывается сложным, но более выгодным для самого сохранения вида в целом адаптивным поведением. А хорошо заметное снижение жизненных процессов особей, выражающееся в их миниатюризации и других особенностях, на самом деле не свидетельствует об ухудшении состояния исследуемых ценопопуляций, а лишь демонстрирует возможность ее существования (выживания) в зоне экстремума, экологическую пластичность в меняющихся окружающих условиях.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены морфометрические показатели гетерогенности особей *S. gumbetica*, динамичность виталитетного состава и индекса виталитета изучаемых ценопопуляций, прямое соответствие индексов качества ценопопуляций и индексов их виталитета.
2. В изученных ценопопуляциях чаще преобладают мелкоразмерные особи, что свидетельствует о некотором ответном измельчании их на ухудшение условий жизни.
3. Индексы качества изученных ценопопуляций меняются по локалитетам и по годам, однако степень депрессивности или процветания ценопопуляций всегда невысокая.

4. Виталитетный тип изучаемых ценопопуляций за годы мониторинга сменился с процветающего на депрессивный (Цудахарская и Тантаринская) или с депрессивного на процветающий (Хариколлинская), либо остался без изменений (Гунибская и Чиркейская).

5. По градиенту ухудшения условий роста по виталитетному индексу наблюдаются рокировки по годам слежения: Цудахарская → Тантаринская → Гунибская → Чиркейская → Хариколлинская ценопопуляции в 2012 году и Цудахарская, Хариколлинская и Чиркейская → Тантаринская → Гунибская ценопопуляции в 2021 году.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Работа выполнена за счет гранта РФ № 25-24-20150 и 30-2025-004072 (регион) «Оценка состояния уязвимых видов растений на территориях Горного Дагестана, испытывающих антропогенное воздействие».

ACKNOWLEDGMENT

The work was carried out with the support of Russian Science Foundation grant No. 25-24-20150 and 30-2025-004072 (region) "Assessment of the State of Vulnerable Plant Species in the Areas of Mountainous Dagestan Subject to Anthropogenic Impact".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Муртазалиев Р.А. Конспект флоры Дагестана. Том II (*Euphorbiaceae - Dipsacaceae*). Махачкала: Издательский дом «Эпоха», 2009. 248 с.
2. Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Комаров А.С. и др. Ценопопуляции растений. Очерк популяционной биологии. Москва: Наука, 1988. 184 с.
3. Бийболатова З.А., Аджиева А.И. Результаты исследований чиркейской и тантаринской ценопопуляций скабиозы гумбетовской – эндемика дагестанских внутригорий // Материалы международной научной конференции «Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия». Ростов-на-Дону, 27-30 мая 2015. С. 153–155.
4. Магомедов К.Г., Аджиева А.И. Диагностика возрастных состояний *Scabiosa gumbetica* Boiss. // Вестник Дагестанского государственного университета. 2017. N 3. С. 97–103.
5. Злобин Ю.А. Теория и практика оценки виталитетного состава ценопопуляций растений // Ботанический журнал. 1989. Т. 74. N 6. С. 769–781.
6. Ахмедова З.М., Аджиева А.И. Виталитетное состояние особей *Onobrychis Majorovii* Grossh. в заповедной Сарыкумской (Дагестан) ценопопуляции // Ботанический вестник Северного Кавказа. 2020. N 2. С. 27–33. DOI: 10.33580/2409-2444-2020-6-2-27-33
7. Бийболатова З.А., Аджиева А.И. О применении метода многомерного градиента для оценки виталитета популяций палеоэндемиков Дагестана // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии». Грозный, 26-27 апреля, 2013. С. 62–65.
8. Магомедова Н.А., Аджиева А.И. Сравнительный анализ изменчивости морфометрических признаков и виталитета двух ценопопуляций эндемичного вида наголоватки предкавказской *Jurinea ciscaucasica* (Sosn) Iljin. // Аридные экосистемы. 2017. Т.3. N2 (71). С. 57–61.
9. Яровенко Е.В. Некоторые исследования популяции *Corydalis tarkiensis* (Fumariaceae) на Нараттубинском Хребте (Дагестан) // Ботанический Вестник Северного Кавказа. 2016. N 1. С. 82–90.
10. Гасанова А.М., Яровенко Е.В., Шихрагимова А.Э. Пространственное размещение редкого вида *Nonea deccurens* (С.А. Мей.) G. Donfil в предгорьях Дагестана // Ботанический

вестник Северного Кавказа. 2020. N 2. С. 34–45.

DOI: 10.33580/2409-2444-2020-6-2-34-45

11. Аджиева А.И. Результаты изучения популяции узколокального эндемика *Tanacetum akinfievii* в классическом местонахождении // Ботанический вестник Северного Кавказа. 2016. N 1. С. 8–16.
12. Аджиева А.И. Изучение семенной продуктивности *Tragopogon dagestanicus* (Artetmc.) Kuthan на массиве Сарыкум // Материалы VI Всероссийской конференция с международным участием «Горные экосистемы и их компоненты», Нальчик, 11–16 сентября 2017. С. 44–45.
13. Аджиева А.И., Аджиева Н.А. Популяционные исследования юринеи Рупрехта на территории Внутригорного Дагестана // Труды XIV съезда Российского ботанического общества и конференция «Ботаника в современном мире». Т. 1, Махачкала, 18–23 июня, 2018. С. 228–230.
14. Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М., Жирнова Т.В. Стратегии жизни ценопопуляции *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. на территории Башкирского Государственного заповедника // Вестник Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского. Сер. Биология. 2005. Вып. 1(9). С. 85–98.
15. Османов Р.М., Гусейнова З.А., Алибегова А.Н. Вхожность семян и ростовая активность растений *Dianthus awaricus* Khar. в условиях Внутригорного Дагестана // Юг России: экология, развитие. 2022. Т. 17. N 2 (63). С. 42–51. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-2-42-51
16. Хабибов А.Д., Маллалиев М.М. Роль режима использования экосистемы в структуре изменчивости некоторых элементов семенной продуктивности эндемика Дагестана – астрагала щельного // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. N 3(84). С. 59–70.
17. Аджиева А.И., Алиева З.М., Мартеньянова В. К. Естественное и микроклональное воспроизведение палеоэндемика Дагестана *Scabiosa gumbetica* Boiss. // Юг России: экология, развитие. 2022. Т. 17. N 4. С. 30–39. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-4-30-39
18. Акатова Ю.С., Абазова А.И. Виталитет популяций подснежника альпийского (*Galanthus alpinus* Sosn., *Amarillidaceae*) в низкогорьях Северо-западного Кавказа // Экологический вестник Северного Кавказа. 2021. Т. 17. N 1. С. 66–73.
19. Амирова Л.А. Изменчивость признаков *Scabiosa gumbetica* Boiss. в зависимости от режима использования сообществ // Труды Дагестанского отделения Русского ботанического общества. 2015. Вып. 3. С. 10–12.
20. Ридер Р.Дж. Взаимосвязь между относительной численностью видов и признаками растений для бесплодной среды обитания // Экология растений. 1998. Т. 134. С. 43–51. DOI: 10.1023/A:1009700100343
21. Grime J.P. Plant strategies, vegetation process and ecosystem properties. London, Wiley & Sons, 2002, 264 p.
22. Черемушкина В.А., Гусева А.А., Макунина Н.И., Астащенко А. Ю., Денисова Г.Р. Фитоценотическая характеристика, онтогенетическая структура и оценка состояния ценопопуляций *Scutellaria scordiifolia* (Lamiaceae) в Сибири // Растительные ресурсы. 2020. Т. 56. Вып. 2. С. 138–150. DOI: 10.31857/S003399462002003X
23. Полетаева И.И. Состояние популяций некоторых редких лекарственных растений в бассейне реки Кожим (Приполярный Урал) // Вестник ИБ КОМИ НЦ Уро РАН. 2017. N 4. С. 10–15.
24. Рейх К., Почлот П. Морфология и фенология *Scabiosa columbaria* из скошенных и выпасаемых мест обитания. Результаты имитационного эксперимента // Флора. 2011. Т. 206. Вып. 10. С. 887–891.

REFERENCES

1. Murtazaliev R.A. *Konspekt flory Dagestana* [Synopsis of the flora of Dagestan]. Makhachkala, Epokha Publ., 2009, 248 p. (In Russian)
2. Zaugol'nova L.B., Zhukova L.A., Komarov A.S. i dr. *Tsenopopulyatsii rastenii. Ocherk populyatsionnoi biologii* [Cenopopulations of plants. Essay on population biology]. Moscow, Nauka Publ., 1988, 184 p. (In Russian)

3. Biibolotova Z.A., Adzhieva A. I. Rezul'taty issledovaniy chirkeiskoi i tantarinskoi tsenopopulyatsii skabiozy gumbetovskoi – ehndemika dagestanskikh vnutrigorii [Results of research of Chirkei and Tantari coenopopulations of scabiosa gumbetovskaya – endemic of Dagestan foothills]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Rol' botanicheskikh sadov v sokhranении i monitoringe bioraznoobraziya», Rostov-na-Donu, 27-30 maya 2015* [Proceedings of the international scientific conference "The role of botanical gardens in the conservation and monitoring of biodiversity", Rostov-on-Don, 27-30 May 2015]. Rostov-on-Don, 2015, pp. 153–155. (In Russian)
4. Magomedov K.G., Adzhieva A.I. Diagnosis of *Scabiosa gumbetica* Boiss. age-related conditions. *Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Herald of Dagestan State University]. 2017, no. 1, pp. 97–103. (In Russian)
5. Zlobin Yu.A. Theory and practice of assessing the vitality composition of plant coenopopulations. *Botanicheskii zhurnal* [Botanical journal]. 1989, no. 6, pp. 769–781. (In Russian)
6. Akhmedova Z.M., Adzhieva A.I. Vital state of individuals of *Onobrychis Majorovii* Grossh. in the reserved Sarykum (Dagestan) coenopopulation. *Botanical Bulletin of the North Caucasus*, 2020, no. 2, pp. 27–33. (In Russian) DOI: 10.33580/2409-2444-2020-6-2-27-33
7. Biibolotova Z.A., Adzhieva N.A. O primenении metoda mnogomernogo gradienta dlya otsenki vitaliteta populatsii paleoehndemikov Dagestana [On the application of the multidimensional gradient method for assessing the vitality of populations of paleoendemic Dagestan]. *Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktual'nye problemy biologii i ehkologii, Grozny. 26-27 April 2013* [Materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference "Actual problems of biology and ecology", Grozny, 26-27 April 2013]. Grozny, 2013, pp. 62–65. (In Russian)
8. Magomedova N.A., Adzhieva A.I. Comparative analysis of the variability of morphometric traits and vitality of two cenopopulations of the endemic species *Nagolovatkia ciscaucasica* (Sosn.) iljin. *Aridnye ehkosisistemy* [Arid ecosystems]. 2017, vol. 3, no. 2 (71), pp. 57–61. (In Russian)
9. Yarovenko E.V. Some studies of the population of *Corydalis tarkiensis* (Fumariaceae) on the Narattyubinsky Ridge (Dagestan). *Botanicheskii Vestnik Severnogo Kavkaza* [Botanical Bulletin of the North Caucasus]. 2016, no. 1, pp. 82–90. (In Russian)
10. Gasanova A.M., Yarovenko E.V., Shikhragimova A.E. Spatial placement of a rare species *Nonea deccurens* (C.A. Mey.) G. Donfil in the foothills of Dagestan. *Botanical Bulletin of the North Caucasus*, 2020, no. 2, pp. 34–45. (In Russian) DOI: 10.33580/2409-2444-2020-6-2-34-45
11. Adzhieva A.I. Results of the study of the population of the narrow-locality endemic *Tanacetum akinfievii* in the classical location. *Botanicheskii vestnik Severnogo Kavkaza* [Botanical Bulletin of the North Caucasus]. 2016, no. 1, pp. 8–16. (In Russian)
12. Adzhieva A.I. Izuchenie semennoi produktivnosti *Tragopogon dagestanicus* (Artetmc.) Kuthan na massive Sarykum [Study of seed productivity of *Tragopogon dagestanicus* (Artetmc.) Kutchan on the Sarykum massif]. *Materialy VI Vserossiiskoi konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem «Gornye ehkosisistemy i ikh komponenty», Nal'chik, 11-16 sentyabrya 2017* [Proceedings of the VI All-Russian Conference with international participation "Mountain ecosystems and their components", Nalchik, 11-16 September 2017]. Nalchik, 2017, pp. 44–45. (In Russian)
13. Adzhieva A.I., Adzhieva N.A. Populyatsionnye issledovaniya yurinei Ruprekhta na territorii Vnutrigornogo Dagestana [Population studies of Yurineia Ruprecht on the territory of Intra-Mountainous Dagestan]. *Trudy XIV s"ezda Rossiiskogo botanicheskogo obshchestva i konferentsiya «Botanika v sovremennom mire».* Makhachkala, 18-23 iyunya 2018 [Proceedings of the XIV Congress of the Russian Botanical Society and the conference "Botany in the modern world", Makhachkala, 18-23 June 2018]. Makhachkala, 2018, pp. 228–230. (In Russian)
14. Ishbirdin A.R., Ishmuratova M.M., Zhirnova T.V. Strategies of life seedlings of *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. on the territory of the Bashkir State nature reserve. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo* [Bulletin of the Nizhny Novgorod University]. 2005, no. 1(9), pp. 85–98. (In Russian)

15. Osmanov R.M., Huseynova Z.A., Alibegova A.N. Seed germination and growth activity of plants of *Dianthus awaricus* Khar. in the conditions of Intra-Mountainous Dagestan. *South of Russia: ecology, development*, 2022, vol. 17, no. 2 (63), pp. 42–51. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2022-2-42-51
16. Khabibov A.D., Mallaliev M.M. The role of the ecosystem use regime in the structure of variability of some elements of seed productivity endemic to Dagestan – *astragalus schelny*. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems]. 2020, vol. 26, no. 3(84), pp. 59–70. (In Russian)
17. Adjieva A.I., Alieva Z.M., Martemyanova V. K. Natural and microclonal reproduction of paleoendemic Dagestan *Scabiosa gumbetica* Boiss. *South of Russia: ecology, development*, 2022, vol. 17, no. 4, pp. 30–39. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2022-4-30-39
18. Akatova Yu.S., Abasova A.I. The vitality of the alpine snowdrop population (*Galanthus alpinus* Sosn., Amaryllidaceae) in the low mountains of the North-Western Caucasus *Ekologicheskii vestnik Severnogo Kavkaza* [Ecological Bulletin of the North Caucasus]. 2021, vol. 17, no. 1, pp. 66–73. (In Russian)
19. Amirova L.A. Variability of signs of *Scabiosa gumbetica* Boiss. depending on the mode of use of communities. *Trudy Dagestanskogo otdeleniya Russkogo botanicheskogo obshchestva* [Proceedings of the Dagestan branch of the Russian Botanical Society]. 2015, iss. 3, pp. 10–12. (In Russian)
20. Reader R.J. Relationship between species relative abundans and plant traits for an infertile habitat. *Plant Ecology*, 1998, vol. 134, no. 2, pp. 43–51. DOI: 10.1023/A:1009700100343
21. Grime J.P. Plant strategies, vegetation process and ecosystem properties. London, Wiley a Sons, 2002, 264 p.
22. Cheremushkina V.A., Guseva A.A., Makunina N.I., Astashenkov A.Yu., Denisova G.R. Phytocoenotic characteristics, ontogenetic structure and assessment of the state of coenopopulations of *Scutellaria scordiifolia* (Lamiaceae) in Siberia. *Plant resources*, 2020, vol. 56, no. 2, pp. 138–150. (In Russian) DOI: 10.31857/S003399462002003X
23. Poletaeva I.I. The state of populations of some rare medicinal plants in the Kozhim River basin (Circumpolar Urals). *Vestnik IB KOMI NTS Uro RAN* [Bulletin of the Komi Scientific Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences]. 2017, no. 4, pp. 3–12. (In Russian)
24. Reisch C., Roschlod P. Morphology and phenology of *Scabiosa columbaria* from mown and grazed habitats. Resalts of simulation experiment. *Flora* [Flora]. 2011, vol. 206, pp. 887–891. (In Russian)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Авторы совместно работали над сбором полевого материала, его камеральной обработкой, обсуждением результатов и подготовкой рукописи статьи. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

The authors worked together on the collection of field material, its desk processing, discussion of the results and preparation of the manuscript of the article. All authors are equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Зумарият А. Бийболатова / Zumariyat A. Biybolatova <https://orcid.org/0000-0001-9842-2284>

Аида И. Аджиева / Aida I. Adzhieva <https://orcid.org/0000-0002-7621-5898>

Углангерек М. Аскерова / Uglangerek M. Askerova <https://orcid.org/0009-0003-8774-4837>