

Некоторые особенности биологии редкого эндемичного вида *Arafoe aromatica* Pimenov & Lavrova на территории Ритцинского реликтового национального парка (Республика Абхазия)

© 2024. Л. М. Абрамова¹, д. б. н., профессор, г. н. с.,
И. В. Тания^{2,3}, к. б. н., с. н. с., доцент, А. Н. Мустафина¹, к. б. н., с. н. с.,

¹Южно-Уральский ботанический сад-институт
Уфимского федерального исследовательского центра РАН,
450080, Россия, г. Уфа, ул. Менделеева, д. 195, корп. 3,

²Абхазский государственный университет,
384904, Республика Абхазия, г. Сухум, ул. Университетская, д. 1,

³Ритцинский реликтовый национальный парк,
384850, Республика Абхазия, г. Гудаута, ул. Лакрба, д. 1,
e-mail: alfverta@mail.ru

Впервые изучены особенности биологии редкого эндемичного вида Кавказа *Arafoe aromatica* в Ритцинском реликтовом национальном парке (Республика Абхазия). Определили возрастную, виталитетную структуру ценопопуляций и изменчивость морфометрических параметров. Исследование проведено стандартными методами популяционной биологии. Изменчивость морфометрических параметров изучали на 25 средневозрастных растениях в каждой ценопопуляции. Плотность ценопопуляций низкая (1–2,6 экз./м²). По классификации «дельта-омега» одна ценопопуляция является переходной, одна – зрелой. Большая часть морфологических признаков характеризуется нормальной степенью варьирования (14,7–37,0%). Виталитетный анализ показал, что одна ценопопуляция процветающая, другая – депрессивная. Состояние изученных ценопопуляций *A. aromatica* удовлетворительное. Антропогенные нарушения приводят к снижению численности и семенной продуктивности, ухудшению условий прорастания семян и процессов возобновления. Для сохранения редкого вида необходимо ограничить антропогенную нагрузку в местах произрастания, запретить сбор растений населением, осуществлять мониторинг и контроль за состоянием ценопопуляций.

Ключевые слова: Республика Абхазия, редкий вид, эндемик, *Arafoe aromatica*, ценопопуляция, возрастная структура, изменчивость, виталитет.

Some features of the rare endemic *Arafoe aromatica* Pimenov & Lavrova biology in Ritsa Strict Nature Reserve (Republic of Abkhazia)

© 2024. L. M. Abramova¹ ORCID: 0000-0002-3196-2080¹
I. V. Taniya^{2,3} ORCID: 0000-0001-6049-7619², A. N. Mustafina¹ ORCID: 0000-0001-9163-177X³

¹South-Ural Botanical Garden–Institute of Ufa Federal research
Center of Russian Academy of Sciences (BGI USC RAS),
195/3, Mendeleev St., Ufa, Russia, 450080,

²Abkhazian State University,
1, Universitetskaya St., Suhum, Abkhazia Republic, 384904,

³Ritsinsky Relic National Park,
1, Laktuba St., Gudauta, Republic of Abkhazia, 384850,
e-mail: alfverta@mail.ru

For the first time, the features of rare endemic species of Caucasus *Arafoe aromatica* biology in the Ritsa Strict Nature Reserve (Republic of Abkhazia) were studied. The age, vitality structure of coenopopulations (CP) and the variability of morphometric parameters were determined. The study was carried out using standard methods of population biology. The variability of morphometric parameters was studied on 25 middle-aged plants in each CP. The CP density is low (1–2.6 ind./m²). According to the delta-omega classification, one CP is transitional, and one is mature. Most of the morphological features are characterized by a normal degree of variation (14.7–37.0%). Vitality analysis showed that one CP is prosperous, the other is depressed. The state of the studied *A. aromatica* coenopopulations is satisfactory.

Anthropogenic disturbances lead to a decrease in the number and seed productivity, worsening conditions for seed germination and renewal processes. To preserve the rare species, it is necessary to limit the anthropogenic load in the places of growth, prohibit the collection of plants by the population, monitor and control the CP state.

Keywords: Republic of Abkhazia, rare species, endemic, *Arafoe aromatica*, coenopopulation, age structure, variability, vitality.

Растительный мир – важнейшая составляющая биоразнообразия в целом, и его охране уделяется большое внимание. Исчезновение любой популяции редких и исчезающих видов растений, а тем более всего биологического вида – невосполнимая утрата для биоразнообразия и безвозвратно потерянные «шансы» для человечества. Для перспективного существования редких видов растений необходимы знания об их распространении, экологии, современном состоянии популяций, и практические мероприятия, направленные на изучение и сохранение биоразнообразия растений, в частности, мониторинг популяций редких видов, который предполагает организацию сложной системы наблюдений на организменном, популяционно-видовом, ценоотическом уровнях организации живого [1].

Горные территории – особенные экосистемы, характеризующиеся высоким биологическим разнообразием и сосредоточением редких и эндемичных видов растений [2]. Они в наибольшей степени подвержены угрозе потери флористического разнообразия при антропогенных и климатических изменениях. Из всех компонентов горных экосистем наиболее уязвимы эндемичные виды, поскольку малые размеры ареала, низкая численность популяций и узкие экологические ниши делают их особенно чувствительными к изменениям окружающей среды и антропогенной нагрузке [3–7].

Мы проводим изучение особенностей биологии и экологии редких видов растений горных территорий, включая эндемичные виды: на Урале [8–10] и на Кавказе – на территории Ричинского реликтового национального парка (РРНП) (Республика Абхазия, Западный Кавказ) [3, 11, 12]. Территория парка подвержена рекреационной и пастбищной нагрузке, поскольку высокогорные субальпийские луга используются в качестве летних пастбищ для скота с глубокой древности [11, 12] и являются основой скотоводства Гудаутского района Абхазии. Это предопределяет сильное антропогенное влияние на травяные сообщества [12]. К числу редких и малоизученных видов растений Ричинского реликтового национального парка относится *Arafoe aromatica*

Pimenov & Lavrova (арафое ароматная) из семейства Ариасеае. В некоторых литературных источниках вид указан как *Ligusticum arafoe* Albov (лигустикум арафе) [13]. Это стенотопный реликтовый эндемик Северной Колхиды с сокращающейся численностью и биотопами. Включён в Красную книгу Российской Федерации (РФ) [14] (категория 3 – редкий вид) и Красные книги Краснодарского края и Республики Адыгея (категория 2 – уязвимые). Охраняется на территории Кавказского заповедника [14], в Сочинском национальном парке [15]. Сведения о виде в литературных источниках отрывочны и малочисленны.

На Кавказе известно около 20 местонахождений вида, с общей численностью около 40–60 тыс. экз. Ареал вида охватывает Краснодарский край, Республику Адыгея; встречается в составе субальпийских лугов на вершинах Аутль, Амуко, Фишт, Чугуш, хребтах Псехако, Аишхо, Аибга. В Сочинском национальном парке встречается небольшими группами, численность популяций варьирует от 30 до 300 особей [15]. Значительная часть ареала вида находится в Республике Абхазия.

Цель исследования – изучить особенности возрастной структуры, морфометрических параметров и виталитетной структуры ценопопуляций (ЦП) редкого вида *A. aromatica* в Ричинском реликтовом национальном парке в условиях антропогенной нагрузки.

Объекты и методы исследования

Arafoe aromatica – многолетнее травянистое поликарпическое растение, густо опушённое длинными волосками, высотой до 1 м. Стебли прямые, гранистые, опушённые. Прикорневые листья на длинных черешках, цельные с округло-сердцевидной пластинкой, по краям неровно-зубчатой, наверху тройчатосложные из косо-яйцевидных листочков. Нижние стеблевые листья сложные, из трёх листочков, сходные с прикорневыми листьями. Верхние листья более мелкие, на коротких черешках, расширенных во влагалище. Все листья сверху голые, зелёные, снизу серовато опушённые. Зонтики с 20–40 лучами, обёртка из 5–11 неравных, линейных листочков. Лепестки белые,

наверху выемчатые, на спинке опушённые. Размножение преимущественно семенное. Встречается в субальпийских высокоотравных лугах, пихтовых лесах и берёзовых криволесях у верхней границы леса [16].

Изучение биологии и структуры популяций редкого вида *A. aromatica* на территории РРНП проводилось в 2016–2017 гг., в пределах Ауадхарского лесничества. До проведения наших исследований на территории РРНП вид был описан А.А. Колаковским [13] в верхнелесном и альпийском поясах (1700–2100 м над ур. м.). Приурочен к опушкам, щебнистым склонам, высокоотравным лугам. Произрастает в основном на выпасаемых участках, вдоль туристических троп. Онтогенез данного вида и возрастная структура популяций, а также биологические особенности вида ранее не изучались.

Нами было обследовано 2 местообитания с различной степенью антропогенной нагрузки: 1) урочище Каменистая поляна (средняя часть юго-западного склона (уклон 30–40°), 500 м от перевала Пыв, на высоте 2012 м над ур. м. (N 43°28.905' E 040° 42.209'), антропогенная нагрузка слабая; 2) урочище Аджарра (южный склон подножья г. Аджарра, на высоте 1864 м над ур. м. (N 43°32.604' E 040° 38.711'), антропогенная нагрузка средняя.

Для изучения плотности и демографической структуры в каждой из ЦП закладывалось 25 учётных площадок размером 1 м². Определялись основные популяционные характеристики: общая и эффективная плотность особей, возрастная структура [17]. На основании полученных данных построены онтогенетические спектры ЦП.

Для характеристики онтогенетической структуры ЦП использовали общепринятые демографические показатели. Тип ЦП определяли по классификациям, представленным в работе [17], и классификации «дельта–омега» [18], основанной на совместном использовании индексов возрастности (Δ) и эффективности (ω).

Особенности морфометрических параметров выявляли по методу [19] на 25 средневозрастных генеративных особях. Наблюдения и измерения проводились в фазу цветения, при этом учитывались 20 параметров. В соцветии учитывали: простой зонтик (центральный – 1-го, боковые – 2-го порядка), число зонтичков в простом зонтике, число цветков в 1 зонтичке и их диаметры, что стандартно при изучении репродуктивных показателей видов семейства зонтичных.

Исследование виталитетной структуры популяций проводилось по методике [1]. Для оценки виталитета популяций по каждому виду из ряда параметров с применением корреляционного и факторного анализа был выделен детерминирующий комплекс признаков растений в среднем генеративном состоянии: высота вегетативно-генеративного побега и число цветков в зонтичке зонтика второго порядка. Для обработки полученных данных составлены виталитетные спектры, также определён индекс качества и виталитетный тип ценопопуляции.

Статистическая обработка данных выполнена с применением программ MS Excel 2010 с использованием стандартных показателей. Шкала степени варьирования коэффициента вариации приведена по методике [20].

Результаты и обсуждение

Общая и эффективная плотность отличаются незначительно: общая – 2,6 экз./м² в ЦП 1 и 2,5 экз./м² в ЦП 2, эффективная – 1,7 экз./м² в ЦП 1 и 2,5 экз./м² в ЦП 2 (табл. 1). Прегенеративная фракция выше в ЦП 1 (35,9%), здесь же наибольшее количество постгенеративных особей (14,1%), на генеративную фракцию приходится 50,0%. В ЦП 2 максимальна генеративная фракция – 69,4%, особи постгенеративной фракции полностью отсутствуют, на прегенеративную фракцию приходится 30,6%.

Согласно классификации [16], изученные ЦП *A. aromatica* являются нормальными неполночленными с максимумом на среднегенеративных особях (рис. 1). Отсутствие в спектре проростков и сенильных особей является наиболее типичным. Проростки первыми реагируют на неблагоприятные условия произрастания, также их бывает трудно обнаружить в густом травостое. Выпадение сенильных особей, видимо, связано с сокращением онтогенеза за счёт отмирания растений в старовозрастном генеративном состоянии.

В обеих обследованных ценопопуляциях, которые произрастают в условиях периодических нарушений (выпас скота, рекреация), наблюдается центрированный онтогенетический спектр. Пик приходится на средневозрастные генеративные особи (в ЦП 1 – 35,9%, в ЦП 2 – 48,4%). Доля ювенильных и виргинильных особей выше в ЦП 1 – 3,1 и 25,6% соответственно (в ЦП 2 аналогичные показатели 1,6 и 21,0%), предположительно, потому

Таблица 1 / Table 1

Показатели плотности, онтогенетический состав, тип и демографические показатели состояния ЦП *Arafoe aromatica* / Density indices, ontogenetic composition, and demographic indices of the CP state of *Arafoe aromatica*

Номер ЦП No. of CP	Эффективная плотность, экз./м ² Effective density, ind./m ²	Плотность, экз./м ² Density, ind./m ²	Онтогенетическое состояние, % Ontogenetic state, %			Демографические показатели Demographic indicators				
			j+im+v	g ₁ +g ₂ +g ₃	ss	Δ	ω	Тип ЦП Type of CPs	I _B I _{Rec}	I _{CT} I _{Age}
1	1,7	2,6	35,9	50,0	14,1	0,41	0,65	переходная transitional	0,72	0,22
2	1,9	2,5	30,6	69,4	0	0,36	0,75	зрелая mature	0,44	0,06

Примечание: номер ЦП соответствует описанию в разделе «Объекты и методы исследования». Онтогенетические состояния: j – ювенильное, im – имматурное, v – виргинильное, g₁ – молодое генеративное, g₂ – средневозрастное генеративное, g₃ – старовозрастное генеративное, ss – субсенильное. I_B – индекс восстановления, I_{CT} – индекс старения.
 Note: the CP number corresponds to the description in the section “Objects and methods of research”. Ontogenetic states: j – juvenile, im – immature, v – virginile, g₁ – young generative, g₂ – middle-age generative, g₃ – old-age generative, ss – sub-senile. I_{Rec} – recovery index, I_{Age} – aging index.

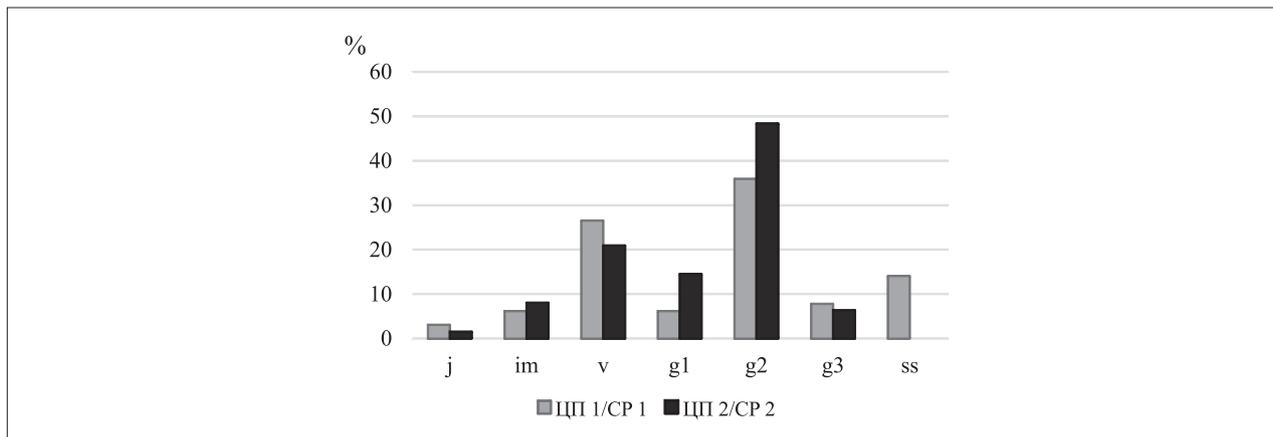


Рис. 1. Онтогенетические спектры ценопопуляций *A. aromatica*. По оси x – онтогенетическое состояние: j – ювенильное, im – имматурное, v – виргинильное, g₁ – молодое генеративное, g₂ – средневозрастное генеративное, g₃ – старовозрастное генеративное, ss – субсенильное; по оси y – доля особей данного онтогенетического состояния, %
 Fig. 1. Ontogenetic spectrum of *A. aromatica* coenopopulations (CP). X-axis – ontogenetic state: j – juvenile, im – immature, v – virginal, g₁ – young generative, g₂ – middle-aged generative, g₃ – old-age generative, ss – sub-senile; y-axis – the proportion of individuals of this ontogenetic state, %

что данная ЦП произрастает чуть в стороне от основного потока туристов, и особи прегенеративного состояния в меньшей степени подвергаются антропогенному воздействию. С этим же, видимо, связано и наличие особей субсенильного состояния (14,1%) в этой ЦП. В ЦП 2 больше имматурных особей – 8,1% (в ЦП 1 – 6,3%), видимо, в год исследования (2017 г.), был более благоприятный период для этой фазы развития. Также здесь больше молодых и средневозрастных генеративных особей (14,5 и 48,4% соответственно), что говорит об устойчивости популяции к неблагоприятным условиям местообитания (поток туристов в месте произрастания).

По классификации «дельта-омега», ЦП 1 характеризуется как переходная (Δ = 0,41, ω =

0,65), где соотношение молодой и средневозрастной генеративной фракции примерно равно. Ценопопуляция 2 выявлена как зрелая (Δ = 0,36, ω = 0,75), здесь доля среднегенеративных особей преобладает над молодой фракцией. Различие в прегенеративной и постгенеративной фракции у ЦП находит отражение в индексах восстановления и старения. В ЦП 1 оба индекса (I_B – 0,72, I_C – 0,22) превышают аналогичные в ЦП 2 (I_B – 0,44, I_C – 0,06), что говорит о достаточно высокой способности поддерживать свою структуру хорошим возобновлением молодыми и присутствием старых особей.

Изучение морфометрических параметров в ЦП *A. aromatica* показало, что максимальные значения по большинству показателей имеет

Таблица 2 / Table 2

Внутрипопуляционная изменчивость морфометрических параметров *A. aromatica*
 Intrapopulation variability of morphometric parameters *A. aromatica*

Средние значения морфометрических параметров Average values of morphometric parameters	ЦП 1 CP 1	C _v , %	ЦП 2 CP 2	C _v , %	t _{факт}
Число вегетативно-генеративных побегов на одно растение, шт. Number of vegetative-generative shoots per plant, pcs.	1,4±0,1	45,2	1,6±0,2	54,1	0,641
Высота генеративного побега, см Generative shoot height, cm	79,0±2,4	15,0	74,8±3,0	20,0	1,144
Диаметр стебля, см / Stem diameter, cm	0,6±0,0	19,7	0,5±0,0	25,2	0,294
Число черешковых листьев, шт. Number of petiole leaves, pcs.	1,4±0,1	35,7	1,8±0,1	24,8	2,571*
Длина черешкового листа, см Leaf petiole length, cm	9,8±0,4	22,8	11,9±0,7	30,9	2,456*
Ширина черешкового листа, см Leaf petiole width, cm	13,7±0,6	23,5	15,1±0,7	22,9	1,465
Число сидячих листьев, шт. Number of sessile leaves, pcs.	3,5±0,1	20,3	3,7±0,2	23,2	0,699
Длина черешка, см / Petiole length, cm	12,6±1,1	45,6	12,6±0,9	34,6	0,072
Длина черешкового листочка, см Leaflet petiole length, cm	6,4±0,2	18,8	7,7±0,4	26,7	2,627*
Ширина черешкового листочка, см Leaflet petiole width, cm	5,5±0,3	23,1	6,5±0,3	22,9	2,270*
Число зонтиков первого порядка, шт. Number of first-order umbrellas, pcs.	1,1±0,1	37,0	1,0±0,0	0,0	1,002
Диаметр зонтиков первого порядка, см Diameter of first-order umbrellas, cm	4,7±0,1	14,7	4,6±0,3	29,1	0,544
Число зонтиков второго порядка, шт. Number of second-order umbrellas, pcs.	1,8±0,2	62,1	2,2±0,2	49,4	1,034
Диаметр зонтиков второго порядка, см Diameter of second-order umbrellas, cm	2,5±0,3	56,7	2,4±0,3	53,4	0,207
Число зонтичков в зонтике первого порядка, шт. Number of umbrellas in a first-order umbrella, pcs.	23,1±1,4	29,5	17,2±1,1	32,3	2,828*
Диаметр зонтичков в зонтике первого порядка, см Diameter of umbrellas in a first-order umbrella, cm	1,2±0,1	21,9	1,2±0,1	20,8	0,171
Число зонтичков в зонтике второго порядка, шт. Number of umbrellas in a second-order umbrella, pcs.	19,1±2,1	56,4	18,5±1,7	45,3	0,188
Диаметр зонтичков в зонтике второго порядка, см Diameter of umbrellas in a second-order umbrella, cm	0,5±0,1	56,1	0,5±0,1	52,4	0,053
Число цветков в зонтичке зонтика первого порядка, шт. / Number of flowers in the umbrella of the first-order umbrella, pcs.	26,3±1,0	19,4	20,0±0,9	24,2	2,989*
Число цветков в зонтичке зонтика второго порядка, шт. / Number of flowers in the umbrella of a second-order umbrella, pcs.	15,7±1,7	54,9	12,1±1,1	47,0	1,683

Примечание: C_v – коэффициент вариации, %. * – показатель достоверен при 5%-ном уровне значимости.
 Note: C_v – coefficient of variation, %. * – indicator is reliable at 5% significance level.

ЦП 1, расположенная на слабонарушенном склоне по дороге к перевалу, где достаточное увлажнение почвы и умеренное антропогенное воздействие формируют оптимальные условия произрастания. Наибольшие значения выявлены по высоте вегетативно-генеративного побега и диаметру его стебля (79,0 и 0,6 см),

числу и диаметру зонтиков первого порядка (1,1 шт. и 4,7 см), диаметру зонтиков второго порядка (2,5 см), числу зонтичков в зонтике первого и второго порядков (23,1 и 19,1 шт.) и числу цветков в зонтичках зонтиков первого и второго порядков (26,3 и 15,7 шт.). Все перечисленные признаки относятся к генератив-

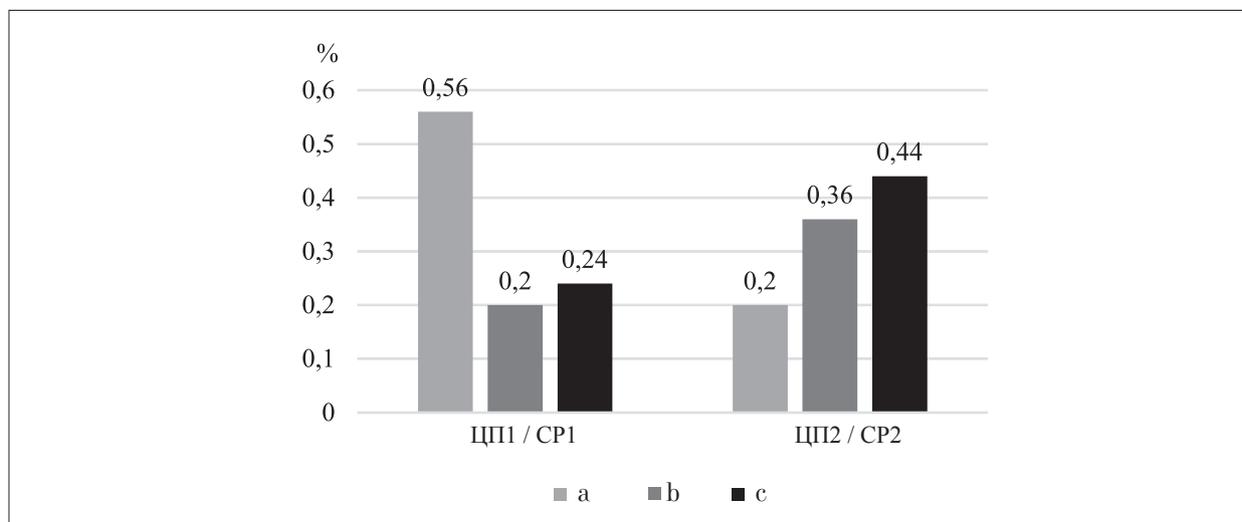


Рис. 2. Спектры виталитетного состава ценопопуляций *A. aromatica*. По оси *x* – ценопопуляция, по оси *y* – относительная частота размерных классов: а – особи высшего, b – особи промежуточного, с – особи низшего класса виталитета. Цифрами указана доля распределения особей по классам, %

Fig. 2. Spectra of the vitality composition of *A. aromatica* cenopopulations. X-axis – cenopopulation, y-axis – the relative frequency of the size classes: a – individuals of the highest, b – individuals of the intermediate, c – individuals of the lowest class of vitality. The numbers indicate the share of the distribution of individuals by class, %

ной сфере, видимо, лучше функционирующей в условиях слабонарушенных местообитаний.

Оценка коэффициента вариации выявила нормальную степень варьирования для большинства морфометрических признаков (14,7–37,0%). Небольшую изменчивость имеет число зонтиков первого порядка в ЦП 2 (0,0%). Значительное варьирование в обоих ЦП отмечено для таких признаков, как: число вегетативно-генеративных побегов (45,2 и 54,1%), число и диаметр зонтиков второго порядка (49,4 и 62,1%), число и диаметр зонтичков в зонтике второго порядка (45,3 и 56,4%) и число цветков в зонтичке зонтика второго порядка (54,9 и 47,0%). Высокой изменчивостью признаков обладают растения со значительной дифференциацией по морфоструктуре. Возможно, это проявление фенотипической пластичности и способность растения адаптироваться к условиям обитания.

Сравнение показателей морфометрических параметров по критерию Стьюдента между растениями в исследуемых ценопопуляциях выявило статистически значимые различия по мерным признакам: длина черешкового листа, длина и ширина черешкового листочка, а также по счётным признакам: число черешкового листа, число зонтичков в зонтике первого порядка и число цветков в зонтичках зонтиков первого порядка ($t_{\text{факт}} < 2,064$, показатель достоверен на 5% уровне значимости).

По результатам определения виталитетной структуры ЦП *A. aromatica* (рис. 2) выявля-

но, что жизненное состояние ЦП изменяется в зависимости от антропогенной нагрузки. В ЦП 1 преобладали особи высшего класса, и она оценена как процветающая. Критерий Q здесь максимален – 0,38. Возможно, на высокий уровень жизнестойкости отдельных особей благотворно влияют слабые нарушения экотопы. В ЦП 2 доминирующей была доля особей низшего класса (с), и она отнесена к депрессивным (Q – 0,28). Видимо, на фоне общего эколого-ценотического стресса, обусловленного антропогенной нагрузкой, значительно снижается рост и развитие особей.

Заключение

Проведённые исследования позволили впервые определить онтогенетическую и виталитетную структуру и состояние ценопопуляций редкого эндемика *A. aromatica*. Изучив две ценопопуляции вида на территории Рижского реликтового национального парка, можно сказать, что в целом состояние этих популяций удовлетворительное, несмотря на невысокую антропогенную нагрузку, но плотность в ЦП довольно низкая (2,5–2,6 экз./м²). По классификации «дельта-омега» ЦП 1, расположенная по дороге к перевалу Пыв, которая в меньшей степени нарушена выпасом и рекреацией, является переходной, а более нарушенная ЦП 2, произрастающая у подножья г. Аджарра по дороге к Аджарским водопадам – зрелой. Результаты изучения

морфометрических параметров показали, что по большинству показателей лидирует ЦП 1, которая расположена в стороне от основного потока туристов, следовательно, в меньшей мере подвергается воздействию антропогенной нагрузки. Анализ рассчитанных коэффициентов вариации выявил нормальную степень изменчивости (14,7–37,0%). Определение виталитетной структуры показало, что наибольшая жизнеспособность характерна для ЦП 1 и она отнесена к категории процветающих, наименьшая – для ЦП 2, соответственно, она определена как депрессивная.

Антропогенные нарушения (в основном, выпас скота, вытаптывание туристами, а также сбор местным населением как ароматического растения) влияют на снижение численности популяций редкого вида из-за уплотнения почвы и обламывания побегов, что приводит к снижению семенной продуктивности, ухудшению условий прорастания семян, а также элиминации проростков и ювенильных растений. Тем не менее, *A. aromatica* в целом довольно устойчив к невысоким воздействиям, но практически исчезает в местах с сильным нарушением (сбои). Для сохранения вида необходимо ограничить антропогенную нагрузку в местах произрастания, запретить сбор растительного сырья населением, осуществлять мониторинг и контроль за состоянием популяций редкого вида *A. aromatica*.

Работа выполнена по теме ЮУБСИ УФИЦ РАН «Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования» в рамках государственного задания УФИЦ РАН № 122033100041-9.

Литература

1. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методы изучения. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.
2. Горчаковский П.Л., Золотарева Н.В. Фиторазнообразие реликтовых степных анклавов на Урале: опыт сравнительной оценки // Экология. 2006. № 6. С. 415–424.
3. Пшегусов Р.Х., Чадаева В.А., Тания И.В., Абрамова Л.М., Мустафина А.Н. Стратегия жизни и долгосрочная климатогенная динамика эндемичного кавказского вида *Fritillaria latifolia* Willd. // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2019. Т. 161. № 4. С. 571–589. doi: 10.26907/2542-064X.2019.4.571-589
4. Mazangi A., Ejtehad H., Mirshamsi O., Ghassemzadeh F., Hosseinianyousefkhani S.S. Effects of climate change

on the distribution of endemic *Ferula xylorhachis* Rech. f. (Apiaceae: Scandiceae) in Iran: Predictions from ecological niche models // Russian Journal of Ecology. 2016. V. 47. No. 4. P. 349–354. doi: 10.1134/S1067413616040123

5. Khanum R. Rarity of endemic medicinal plants and role of herbaria for their conservation against environmental challenges // Medicinal Plants and Environmental Challenges. Cham, Springer Publ., 2017. P. 49–68. doi: 10.1007/978-3-319-68717-9_3

6. Maděra P., Habrová H., Šenfeldr M., Kholová I., Lvončík S., Ehrenbergerová L., Roth M., Nadezhdina N., Němec P., Rosenthal J., Pavliš J. Growth dynamics of endemic *Dracaena cinnabari* Balf. f. of Socotra Island suggests essential elements for a conservation strategy // Biologia. 2018. V. 4. P. 1–11. doi: 10.2478/s11756-018-0152-0

7. Кириллова И.А., Дёгтева С.В., Дубровский Ю.А., Новаковский А.Б. Экология и структура ценопопуляций *Goodyera repens* (L.) R. Br. (Orchidaceae) на Северном Урале // Теоретическая и прикладная экология. 2019. V. 74. P. 339–349. doi: 10.25750/1995-4301-2018-3-069-077

8. Абрамова Л.М., Мустафина А.Н., Каримова О.А., Шигапов З.Х. Структура и состояние популяций трёх редких видов рода *Hedysarum* (Fabaceae) на Южном Урале // Ботанический журнал. 2019. Т. 104. № 5. С. 729–740. doi: 10.1134/S00068136190400211

9. Каримова О.А., Абрамова Л.М., Мустафина А.Н., Голованов Я.М. Состояние ценопопуляций *Anthemis trotskiana* (Asteraceae) в Оренбургской области // Ботанический журнал. 2018. Т. 103. № 6. С. 740–754. doi: 10.1134/S0006813618060042

10. Юсупова О.В., Абрамова Л.М., Юсупов И.Р. Динамика популяций *Anemonastrum biarmense* (Ranunculaceae) в Южно-Уральском заповеднике (Республика Башкортостан) // Ботанический журнал. 2020. Т. 105. № 9. С. 861–877. doi: 10.31857/S0006813620090100

11. Тания И.В., Абрамова Л.М., Мустафина А.Н. О состоянии ценопопуляций эндемичных видов растений рода *Fritillaria* (*Fritillaria latifolia* Willd., *Fritillaria lagodechiana* Charkev.) в Рицинском реликтовом национальном парке // Труды Рицинского реликтового национального парка. 2017. Вып. 1. С. 59–69.

12. Tanija I.V., Abramova L.M., Mustafina A.N. On the state of populations of some rare species of the Ritsa Relict National Park // Takhtajania. 2018. V. 4. P. 61–67.

13. Колаковский А.А. Флора Абхазии. Тбилиси: Мецниереба, 1986. 68 с.

14. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Под ред. Н.В. Бардунова, В.С. Новикова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

15. Тимухин И.Н., Туниев Б.С. Атлас редких видов растений Сочинского национального парка и Сочинского Причерноморья // Научные труды Сочинского национального парка. № 11. Сочи: Оптима, 2018. 244 с.

16. Пименов М.Г., Лаврова Т.В. Ревизия видов *Ligusticum* (Apiaceae) флоры СССР и описание нового

рода *Arafoe* // Ботанический журнал. 1989. Т. 74. № 16. С. 96–103.

17. Воронцова Л.И., Гатцук Л.Е., Егорова В.Н., Ермакова И.М., Жукова Л.А., Заугольнова Л.Б., Курченко Е.И., Матвеев А.Р., Михайлов Т.Д., Просвирина Е.А., Смирнова О.В., Торопова Н.А., Фаликов Л.Д., Шорина Н.И., Уранов А.А. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / Отв. ред. А.А. Уранов, Т.И. Серебрякова. М.: Наука, 1976. 217 с.

18. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.

19. Голубев В.Н. Основы биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи. Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1962. 511 с.

20. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 296 с.

References

1. Zlobin Yu.A., Sklyar V.G., Klimenko A.A. Populations of rare plant species: theoretical bases and methods of study. Sumy: Universitetskaya kniga, 2013. 439 p. (in Russian).

2. Gorchakovskij P.L., Zolotareva N.V. Phytodiversity of relict steppe enclaves in the Urals: Experience of comparative assessment // Ecology. 2006. No. 6. P. 415–424 (in Russian).

3. Pshegusov R.H., Chadaeva V.A., Tanija I.V., Abramova L.M., Mustafina A.N. Life strategies and long-term climate-driven dynamics of the endemic Caucasian plant *Fritillaria latifolia* Willd. // Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennyye Nauki. 2019. V. 161. No. 4. P. 571–589 (in Russian). doi: 10.26907/2542-064X.2019.4.571-589

4. Mazangi A., Ejtahadi H., Mirshamsi O., Ghassemzadeh F., Hosseiniyousefkhani S.S. Effects of climate change on the distribution of endemic *Ferula xylorhachis* Rech. f. (Apiaceae: Scandiceae) in Iran: Predictions from ecological niche models // Russian Journal of Ecology. 2016. V. 47. No. 4. P. 349–354. doi: 10.1134/S1067413616040123

5. Khanum R. Rarity of endemic medicinal plants and role of herbaria for their conservation against environmental challenges // Medicinal Plants and Environmental Challenges. Cham, Springer Publ., 2017. P. 49–68. doi: 10.1007/978-3-319-68717-9_3

6. Maděra P., Habrová H., Šenfeldr M., Kholová I., Lvončík S., Ehrenbergerová L., Roth M., Nadezhdina N., Němec P., Rosenthal J., Pavliš J. Growth dynamics of endemic *Dracaena cinnabari* Balf. f. of Socotra Island suggests essential elements for a conservation strategy // Biologia. 2019. V. 74. P. 339–349. doi: 10.2478/s11756-018-0152-0

7. Kirillova I.A., Dyogteva S.V., Dubrovsky Yu.A., Novakovskiy A.B. Ecology and structure of *Goodyera repens* (L.) R. Br. (Orchidaceae) cenopopulations in the Northern Urals // Theoretical and Applied Ecology. 2018. No. 3. P. 69–77 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2018-3-069-077

8. Abramova L.M., Mustafina A.N., Karimova O.A., Shigapov Z.H. Structure and state of populations of three rare species of the genus *Hedysarum* (Fabaceae) in the South Urals // Botanical Journal. 2019. V. 104. No. 5. P. 729–740 (in Russian). doi: 10.1134/S00068136190400211

9. Karimova O.A., Abramova L.M., Mustafina A.N., Golovanov J.M. State of cenopopulations of *Anthemis trotzkiana* (Asteraceae) in the Orenburg region // Botanical Journal. 2018. V. 103. No. 6. P. 740–754 (in Russian). doi: 10.1134/S0006813618060042

10. Jusupova O.V., Abramova L.M., Jusupov I.R. Population dynamics of *Anemonastrum biarmense* (Ranunculaceae) in the South Ural Reserve (Republic of Bashkortostan) // Botanical Journal. 2020. V. 105. No. 9. P. 861–877 (in Russian). doi: 10.31857/S0006813620090100

11. Tanija I.V., Abramova L.M., Mustafina A.N. On the state of cenopopulations of endemic plant species from the genus *Fritillaria* (*Fritillaria latifolia* Willd., *Fritillaria lagodechiana* Charkev.) in the Ritsa relict national park // Proceedings of the Ritsinsky relict national park. 2017. V. 1. P. 59–69 (in Russian).

12. Tanija I.V., Abramova L.M., Mustafina A.N. On the state of populations of some rare species of the Ritsa Relict National Park // Takhtajania. 2018. V. 4. P. 61–67.

13. Kolakovskij A.A. Flora of Abkhazia. Tbilisi: Mecniereba, 1986. 68 p. (in Russian).

14. Red Data Book of the Russian Federation (plants and mushrooms) / Eds. N.V. Bardunov, V.S. Novikov. Moskva: Tovarishestvo nauchnyh izdanij KMK, 2008. 855 p. (in Russian).

15. Timuhin I.N., Tuniev B.S. Atlas of Rare Plant Species of the Sochi National Park and the Sochi Black Sea Region // Scientific Works of the Sochi National Park. No. 11. Sochi: Optima, 2018. 244 p. (in Russian).

16. Pimenov M.G., Lavrova T.V. Revision of the species *Ligusticum* (Apiacea) of the flora of the USSR and description of the new genus *Arafoe* // Botanical Journal. 1989. V. 74. No. 16. P. 96–103 (in Russian).

17. Vorontsova L.I., Gattsuk L.E., Egorova V.N., Eрмакова I.M., Zhukova L.A., Zaugolnova L.B., Kurchenko E.I., Matveev A.R., Mikhaylov T.D., Prosvirina E.A., Sмирнова O.V., Toropova N.A., Falikov L.D., Shorina N.I., Uranov A.A. Plant cenopopulations (basic concepts and structure) / Eds. A.A. Uranov, T.I. Serebryakova. Moskva: Nauka, 1976. 217 p. (in Russian).

18. Zhivotovskij L.A. Ontogenetic state, effective density and classification of populations // Ecology. 2001. No. 1. P. 3–7 (in Russian).

19. Golubev V.N. Basic of biomorphology of herbaceous plants of central forest steppe. No. 7. Works of the Central Black Earth Reserve named after V.V. Alekhin. Voronezh: Izdatelstvo Voronezhskogo universiteta, 1962. 511 p. (in Russian).

20. Zaytsev G.N. Mathematics in experimental biology. Moskva: Nauka, 1990. 296 p. (in Russian).