

БИОЛОГИЯ

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2024. Т. 24, вып. 4. С. 415–429

Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology, 2024, vol. 24, iss. 4, pp. 415–429

<https://ichbe.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1816-9775-2024-24-4-415-429>

EDN: KREPJP

Научная статья

УДК 581.5

Результаты мониторинга реинтродукционных популяций *Calophaca wolgarica* на территории Саратовской области

С. Ф. Ефименко, А. С. Пархоменко, И. В. Шилова,
Л. В. Гребенюк, Ю. И. Кулисёва, А. С. Кашин ✉

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Ефименко Савелий Федорович, магистр кафедры генетики, savchik.efimenko@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-7828-9499>

Пархоменко Алёна Сергеевна, кандидат биологических наук, заведующая отделом биологии и экологии растений УНЦ «Ботанический сад», parkhomenko_as@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9948-7298>

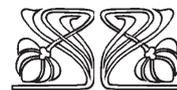
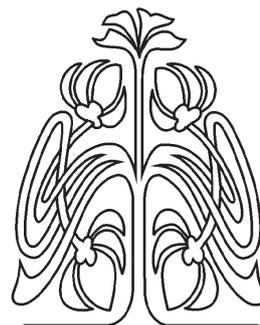
Шилова Ирина Васильевна, кандидат биологических наук, ведущий биолог отдела биологии и экологии растений УНЦ «Ботанический сад», schiva1952@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9828-4229>

Гребенюк Людмила Владимировна, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий биолог отдела биологии и экологии растений УНЦ «Ботанический сад», grebenuk2@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0812-8861>

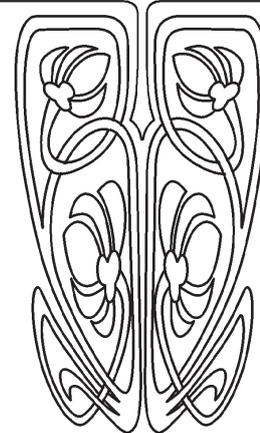
Кулисёва Юлия Игоревна, магистр кафедры генетики, yulya.kuliseva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3715-5837>

Кашин Александр Степанович, доктор биологических наук, профессор кафедры генетики, kashinas2@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2342-2172>

Аннотация. На протяжении 11 лет сотрудники УНЦ «Ботанический сад» СГУ им. Н. Г. Чернышевского осуществляют реинтродукцию редкого охраняемого растения майкарагана волжского *Calophaca wolgarica* (L. fil.) DC. в потенциально подходящие места Саратовской области. На территории региона данный вид считается исчезнувшим. Восстановление вида в Саратовской области позволит расширить его ареал, увеличить биоразнообразие местной флоры и обогатить биогеоценозы. Семенной материал для реинтродукции *C. wolgarica* был собран из естественных ценопопуляций в Волгоградской области. В 2013–2015 гг. семена высевались в Воскресенском (окр. д. Ершовка) и Красноармейском (сс. Каменка, Мордово, Рогаткино, Белогорское) районах Саратовского Правобережья, в Перелюбском (с. Куцеба), Пугачёвском (окр. с. Максютово), Фёдоровском (с. Долина) районах Левобережья. В 2020 г. посев проведён в Пугачёвском (сс. Максютово, Солянка) и Ершовском (с. Новоряженка) районах. В Красноармейском районе (сс. Рогаткино, Каменка) высаживались сеянцы, однако они погибли в год высадки. Семена всходили в Пугачёвском, Фёдоровском, Ершовском и Красноармейском районах. Для анализа результатов реинтродукции *C. wolgarica* на территории Саратовской области в созданных популяциях оценивали динамику численности особей, их онтогенетическую и виталитетную структуру.



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





Анализ виталитетной структуры проводили по особям, онтогенетическое состояние которых было преобладающим по численности за конкретный год наблюдений. Согласно результатам проведенных исследований в период с 2016 по 2024 г. из шести районов, выбранных в качестве площадок для реинтродукции *C. wolgarica*, три – Пугачёвский, Фёдоровский и Ершовский – пригодны для произрастания данного вида, здесь реинтродукция является перспективной. В двух реинтродукционных популяциях из Пугачёвского и Фёдоровского районов часть растений достигла генеративного периода. Потенциально эти популяции способны к самоподдержанию. Самые благоприятные местообитания для *C. wolgarica* располагаются на территории Пугачёвского района.

Ключевые слова: *Calophaca wolgarica* (L. fil.) DC., реинтродукция, Саратовская область

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 24-24-00305, <https://rscf.ru/project/24-24-00305/>.

Для цитирования: Ефименко С. Ф., Пархоменко А. С., Шилова И. В., Гребенюк Л. В., Кулисева Ю. И., Кашин А. С. Результаты мониторинга реинтродукционных популяций *Calophaca wolgarica* на территории Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2024. Т. 24, вып. 4. С. 415–429. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2024-24-4-415-429>, EDN: KREPJP
Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Results of monitoring of reintroduced populations of *Calophaca wolgarica* in the Saratov region

S. F. Efimenko, A. S. Parkhomenko, I. V. Shilova, L. V. Grebenuk, Yu. I. Kuliseva, A. S. Kashin ✉

Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Savelii F. Efimenko, savchik.efimenko@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-7828-9499>

Alena S. Parkhomenko, parkhomenko_as@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9948-7298>

Irina V. Shilova, schiva1952@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9828-4229>

Lyudmila V. Grebenuk, grebenuk2@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0812-8861>

Yulia I. Kuliseva, yulya.kuliseva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3715-5837>

Alexander S. Kashin, kashinas2@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2342-2172>

Abstract. For 11 years, the staff of the Scientific Research Center “Botanical Garden” of SSU named after N.G. Chernyshevsky have been reintroducing a rare protected plant, *Calophaca wolgarica* (L. fil.) DC., into potentially suitable places in the Saratov Region. This species is considered extinct in the region. Restoration of the species in the Saratov Region will expand its range, increase the biodiversity of the local flora and enrich biogeocenoses. Seed material for the reintroduction of *C. wolgarica* was collected from natural cenopopulations in the Volgograd Region. In 2013–2015 the seeds were sown in Voskresensky (near the village of Ershovka) and Krasnoarmeysky (the villages of Kamenka, Mordovo, Rogatkino, Belogorskoye) districts of the Saratov right bank, in Perelyubsky (the village of Kutseba), Pugachevsky (near the village of Maksyutovo), Fyodorovsky (the village of Dolina) districts of the left bank. In 2020, sowing was carried out in Pugachevsky (the villages of Maksyutovo, Solyanka) and Yershovsky (the village of Novorozhenka) districts. Seedlings were planted in Krasnoarmeysky district (the villages of Rogatkino, Kamenka), but they died in the year of planting. The seeds germinated in Pugachevsky, Fyodorovsky, Yershovsky and Krasnoarmeysky districts. To analyze the results of *C. wolgarica* reintroduction in the Saratov region, the dynamics of the number of individuals, their ontogenetic and vitality structure were assessed in the created populations. The vitality structure was analyzed for individuals whose ontogenetic state was predominant in terms of numbers for a specific year of observations. According to the results of the studies conducted in the period from 2016 to 2024, out of six districts selected as sites for the reintroduction of *C. wolgarica*, three – Pugachevskiy, Fyodorovsky and Yershovsky – are suitable for the growth of this species, and reintroduction is promising here. In two reintroduction populations from Pugachevskiy and Fyodorovsky districts, some of the plants have reached the generative period. These populations are potentially capable of self-sustaining. The most favorable habitats for *C. wolgarica* are located in the Pugachevskiy district.

Keywords: *Calophaca wolgarica* (L. fil.) DC., reintroduction, Saratov region

Acknowledgements. This work was supported by the Russian Science Foundation, project No. 24-24-00305, <https://rscf.ru/project/24-24-00305/>.

For citation: Efimenko S. F., Parkhomenko A. S., Shilova I. V., Grebenuk L. V., Kuliseva Yu. I., Kashin A. S. Results of monitoring of reintroduced populations of *Calophaca wolgarica* in the Saratov region. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2024, vol. 24, iss. 4, pp. 415–429 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2024-24-4-415-429>, EDN: KREPJP

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Введение

Майкараган волжский (*Calophaca wolgarica* (L. fil.) DC.) – высокодекоративный и засухоустойчивый кустарник семейства Fabaceae Lindl. Является эндемиком Юго-Восточной Европы и нуждается в охране [1].

Вид включён в Перечень объектов растительного мира, занесённых в Красную книгу Российской Федерации со статусом редкости 2 – сокращающийся в численности и/или распространении; статусом угрозы исчезновения У – уязвимый; приоритетом принимаемых и планируемых мер охраны II – необходима



реализация одного или нескольких специальных мероприятий по его сохранению [2].

Вид распространён на южной части Приволжской возвышенности до Волгограда, а также на правом берегу Дона (восток Ростовской области) и в центральной части Манычско-Сальского водораздела. Указывается для территории Ставропольского края, Республики Калмыкия, Астраханской, Волгоградской, Оренбургской, Ростовской, Самарской областей [3].

Цветет в мае – июне, плодоносит в июле [4]. Является ассектатором ковыльных степных сообществ. Растет на степных участках, на черноземах, глинистых и каменистых почвах. Реже встречается по опушкам горных сосняков или по склонам степных балок [3].

Указывается как исчезнувший вид для Самарской области и соседних районов Саратовской области [5]. За пределами России известны находки в степях северо-западной части Казахстана и Украины [6].

Ряд источников в числе лимитирующих факторов приводит низкую семенную продуктивность вида, в частности небольшое число

полностью вызревающих семян в бобах, а также немногочисленный самосев и медленное развитие [3, 7].

Единственное указание на сборы *C. wolgarica* на территории Саратовской области к югу от верховьев р. Иловля датируется 1869–1870 гг. [8, 9]. Современными сборами произрастание вида в регионе не подтверждается (гербарии SARAT, SARBG). Среди редких и исчезающих растений Красной книги Саратовской области (2021) данный вид не указан. Вид, вероятно, исчез в последнее время ещё в целом ряде областей европейской части России [10–13].

В связи с этим начиная с 2013 г. сотрудники УНЦ «Ботанический сад» СГУ им. Н. Г. Чернышевского проводят работы по реинтродукции майкарагана в потенциально подходящие места Саратовской области [14].

Целью данной работы был мониторинг состояния реинтродукционных популяций *C. wolgarica*, созданных на территории Саратовской области и устойчиво развивающихся до настоящего времени (рис. 1).

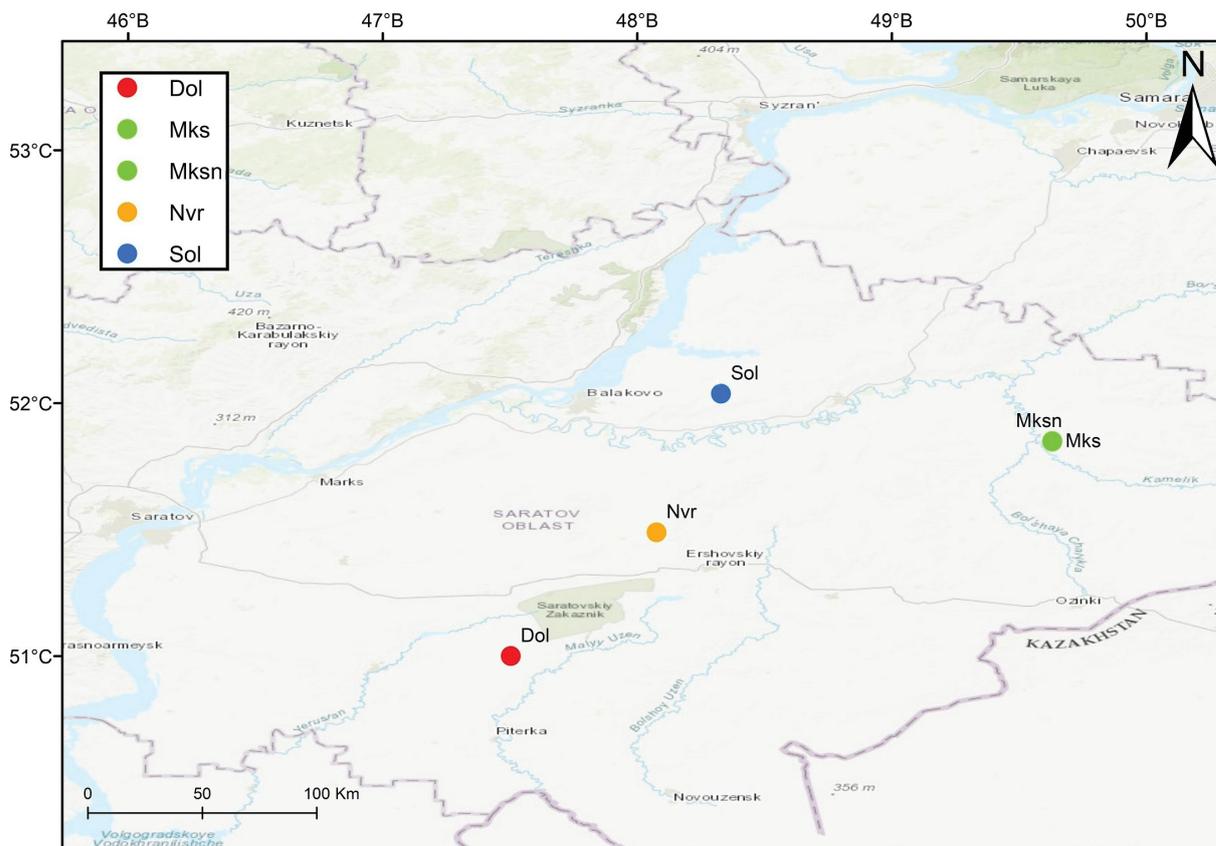


Рис. 1. Местонахождение реинтродукционных популяций *Calophaca wolgarica* на территории Саратовской области (цвет онлайн)

Fig. 1. Location of reintroduced populations of *Calophaca wolgarica* in the Saratov region (color online)



Материалы и методы

Материалом для реинтродукции послужили семена, собранные в естественных популяциях из Палласовского, Городищенского и Октябрьского районов Волгоградской области.

В период 2013–2015 гг. семена майкарагана высевались: в Пугачевском (окр. с. Максютово), Федоровском (окр. с. Долина, урочище «Иваново поле»), Перелюбском (окр. с. Куцеба), Воскресенском (окр. д. Ершовка), Красноармейском (окр. сс. Каменка, Мордово, Рогаткино и Белогорское) районах. Осенью 2020 г. были дополнительно посеяны семена в трёх местах: в Пугачёвском (рядом с уже существующей реинтродукционной популяцией и в окрестностях пос. Солянский) и Ершовском (в окр. с. Новоряженка) районах. Кроме того, предпринимались попытки высадки рассады майкарагана в мае 2014 г. в Красноармейском районе у с. Рогаткино и с. Каменка.

Из посеянных в 2013 и 2014 гг. семян в Воскресенском и Перелюбском районах всходов не появилось. Малочисленные всходы в Пугачёвском и Красноармейском районах выпали в течение первых одного-двух лет, рассада погибла в год посадки. В окр. утёса Степана Разина единичные растения фиксировались на протяжении шести лет. В Пугачёвском, Фёдоровском и Ершовском районах реинтродукционные популяции из посевов 2015 и 2020 гг. существуют до настоящего времени. Мониторинг состояния реинтродукционных популяций проводили в июле с 2016 по 2023 гг. и в июне 2024 г. (табл. 1).

Для анализа численности, возрастного спектра и виталитетного состояния популяции поделили на 2 группы: созданные в 2015 г. и созданные в 2020 г.

Возрастные состояния особей определяли, руководствуясь результатами наблюдений за

посевами майкарагана в условиях интродукционного питомника в Ростове-на-Дону [15], собственными наблюдениями в природных популяциях майкарагана, а также описанием онтогенеза кустарников из семейства бобовых караганы древовидной [16], дрока красильного [17], раkitника русского [18]. Выделяли следующие возрастные состояния особей: всходы (р) – имеют две овальные семядоли и до четырёх простых листьев; ювенильное (j) – имеет только побег первого порядка, стебель не полностью одревесневший, гладкий, семядоли опадают, нижние листья простые, 6-й – 9-й листья тройчатые, 10-й лист – из 5 листочков; имматурное (im) – побег первого порядка приостанавливает рост, в нижней части присутствуют зачатки или уже развитые побеги второго порядка, стебель одревесневший с более или менее густо сидящими сухими остатками прилистников, листья – из 5–11 листочков; виргинильное (v) – в верхнем ярусе имеются побеги третьего порядка с одревеснением, листья – из 9–19 листочков; молодое генеративное (g_1) – на побегах третьего порядка появляются цветки и плоды, плодоношение нестабильное и нерегулярное; зрелое генеративное (g_2) – крона развита максимально, все побеги цветущие и плодоносящие, плодоношение обильное; старое генеративное (g_3) – крона развита максимально, но не все побеги цветущие, есть усыхающие и усохшие побеги, плодоношение снижается от обильного до незначительного к концу состояния; субсенильные особи теряют генеративную функцию, живые части небольшие, растения внешне сходны с растениями имматурного состояния, корневище тёмное, рыхлое, с разрушенным центром; сенильные особи не ветвятся, корневище разрушается (рис. 2). Среди реинтродуцированных растений особей в последних трёх онтогенетических состояниях пока не отмечено.

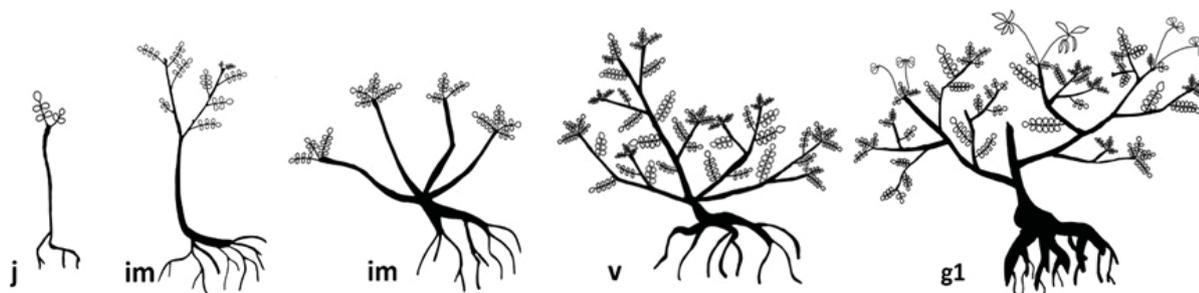


Рис. 2. Онтогенетические состояния *Calophaca wolgarica*: j – ювенильная особь; im – имматурная особь; v – виргинильная особь; g_1 – молодая генеративная особь.

Fig. 2. Ontogenetic states of *Calophaca wolgarica*: j – juvenile; im – immature; v – virginal; g_1 – young generative individuals

**Динамика численности особей в реинтродукционных популяциях *Calophaca wolgarica*
в Саратовской области**

Dynamics of the number of individuals in reintroduced populations of *Calophaca wolgarica* in the Saratov region

Реинтродукционные популяции / Reintroduction populations	Количество высеянных семян, шт. / Number of sown seeds, pc	Годы / Years		Количество особей, шт. / Number of individuals, pc	Доля от высеянных семян, % / Share of sown seeds, %
		Создания / Creations	Мониторинга / Monitoring		
ООПТ «Тюльпанная степь у с. Максютово», Пугачёвский р-н (Mks) / Protected area "Tulip steppe near the village of Maksyutovo", Pugachevsky district (Mks)	250	2015	2016	40	16,00
			2017	115	46,00
			2018	96	38,40
			2019	93	37,20
			2020	71	28,40
			2021	62	24,80
			2022	54	21,60
			2023	31	12,40
Урочище «Иваново поле» у с. Долина, Фёдоровский р-н (Dol) / The "Ivanovo Field" tract near the village. Dolina, Fedorovsky district (Dol)	200	2015	2017	59	29,50
			2018	67	33,50
			2019	56	28,00
			2020	56	28,00
			2021	37	18,50
			2022	25	12,50
			2023	26	13,00
			2024	20	10,00
Окр. утёса Степана Разина у с. Белогорское, Красноармейский р-н (Raz) / The area around Stepan Razin cliff near the village of Belogorskoye, Krasnoarmeysky district Raz)	200	2015	2017	18	9,00
			2018	8	4,00
			2019	7	3,50
			2020	7	3,50
			2021	5	2,50
ООПТ «Тюльпанная степь у с. Максютово», Пугачёвский р-н (Mksn) / Protected area "Tulip steppe near the village of Maksyutovo", Pugachevsky district (Mksn)	300	2020	2021	160	53,33
			2022	161	53,67
			2023	113	37,67
			2024	55	18,33
Окр. п. Солянский, Пугачёвский р-н(Sol) / Near. Solyansky village, Pugachevsky district (Sol)	300	2020	2021	113	37,67
			2022	107	35,67
			2023	97	32,33
			2024	61	20,33
Окр. с. Новоряженка, Ершовский р-н (Nvr) / Near. village Novoryazhenka, Ershovsky district (Nvr)	300	2020	2022	101	33,67
			2023	60	20,00
			2024	24	8,00



У каждого растения измеряли следующие морфометрические параметры: высота (H) и диаметр (D) растения, число основных побегов (N_g), длина основного побега (L_g), длина нижнего междоузлия (h), диаметр стебля в нижнем междоузлии (d), количество листьев на основном побеге (N_L), длина (L_L) и ширина (Wh_L) листа, количество листочков сложного листа (N_l), длина (L_l) и ширина (Wh_l) листочка. За основной побег у проростков и ювенильных особей принимался единственный побег первого порядка, у особей более старших возрастных состояний – побеги, разветвляющиеся у поверхности почвы.

Для анализа виталитетной структуры в качестве учетной единицы принимали особи самой многочисленной возрастной группы, присутствующей во всех популяциях в конкретный сезон мониторинга [19]. В 2021 г. это были ювенильные особи в посевах 2020 г., в остальных случаях – иматурные особи. Для характеристики жизнеспособности популяций использовали индекс виталитета ценопопуляций (IVC), который рассчитывали по формуле [20, 21]:

$$IVC = \frac{\sum_{i=1}^N X_i^1 / X_i^2}{N},$$

где X_i^1 – среднее значение i -го признака в популяции; X_i^2 – среднее значение i -го признака для всех популяций; N – число признаков.

Наибольшие значения IVC отвечают наилучшему состоянию. Отношение IVC_{\max} / IVC_{\min} может являться оценкой размерной пластичности.

Для оценки виталитета особи использовали индекс IVI (индекс виталитета особи), который рассчитывали по формуле [21]:

$$IVI = \frac{\sum_{i=1}^N X_i^1 / X_i^2}{N},$$

где X_i^1 – значение i -го признака особи; X_i^2 – среднее значение i -го признака для всей выборки; N – число признаков.

Ранжированный по индексу виталитета ряд особей разбивали на три класса виталитета – высший (a), средний (b) и низший (c). Установление границ класса b проводили в пределах границ доверительного интервала среднего значения ($x_{cp} \pm \sigma$). Виталитетный тип популяции определяли по индексу качества популяции Q [20]. При этом популяция считается процветающей, если $Q = (a + b)/2 > c$, равновесной – при $Q = c$, популяция депрессивная, если $Q < c$.

Статистическую обработку проводили с использованием программ Microsoft Office Excel и STATISTICA 6.0.

Для каждого года мониторинга построены гистограммы возрастных спектров (рис. 3) и виталитетных состояний (рис. 4).

Результаты и их обсуждение

Динамика численности реинтродукционных популяций. В каждом из пяти потенциальных мест создания реинтродукционных популяций в течение последующих лет мониторинга наблюдалось последовательное снижение числа особей. Однако исходное число взшедших семян и динамика числа особей в популяциях по годам сильно различались (см. табл. 1).

В местообитаниях на Левобережье Волги – в Пугачёвском, Фёдоровском, Ершовском районах – всхожесть семян близка к таковой в условиях интродукционного участка в Ростове-на-Дону, где она в зависимости от года может достигать 25–60% [15].

Наиболее благоприятные условия для произрастания *S. wolgarica* складываются в Пугачёвском районе. В местообитании популяции у с. Максютово (Mks) посеянные в 2015 г. семена всходили недружно, однако в 2017 г. число сеянцев достигало 115 шт. (46.00%). В последующие годы наблюдений количество особей в ней значительно снизилось, составив в 2024 г. 33 растения, или 13.20% от высеванных семян.

В посевах 2020 г. в данном местообитании (Mksn) в 2021 и 2022 гг. отмечено рекордно высокое число особей – 158 и 159 шт., или 52,67 и 53.00% соответственно. В Mksn к третьему году развития (2023 г.) доля особей от числа высеванных семян снизилась до 37.67%. Это практически та же доля, что и в Mks посева 2015 г., составлявшая на третий год (2018 г.) 38.40%. Однако к 2024 г. в Mksn число сеянцев снизилось вдвое – до 55 шт. (18.33%).

Высеянные в 2020 г. семена в окр. п. Солянский (Sol) дали меньше всходов, но в течение четырех лет поддерживали численность на уровне 61–113 особей. На третий год (2023 г.) доля сеянцев от числа высеванных семян была несколько меньшей, чем в популяции в окр. с. Максютово, составив 32.33%. В 2024 г. доля сеянцев снизилась до 20.33%.

В урочище «Иваново поле» в окр. с. Долина (Dol) численность особей в популяции с 2017

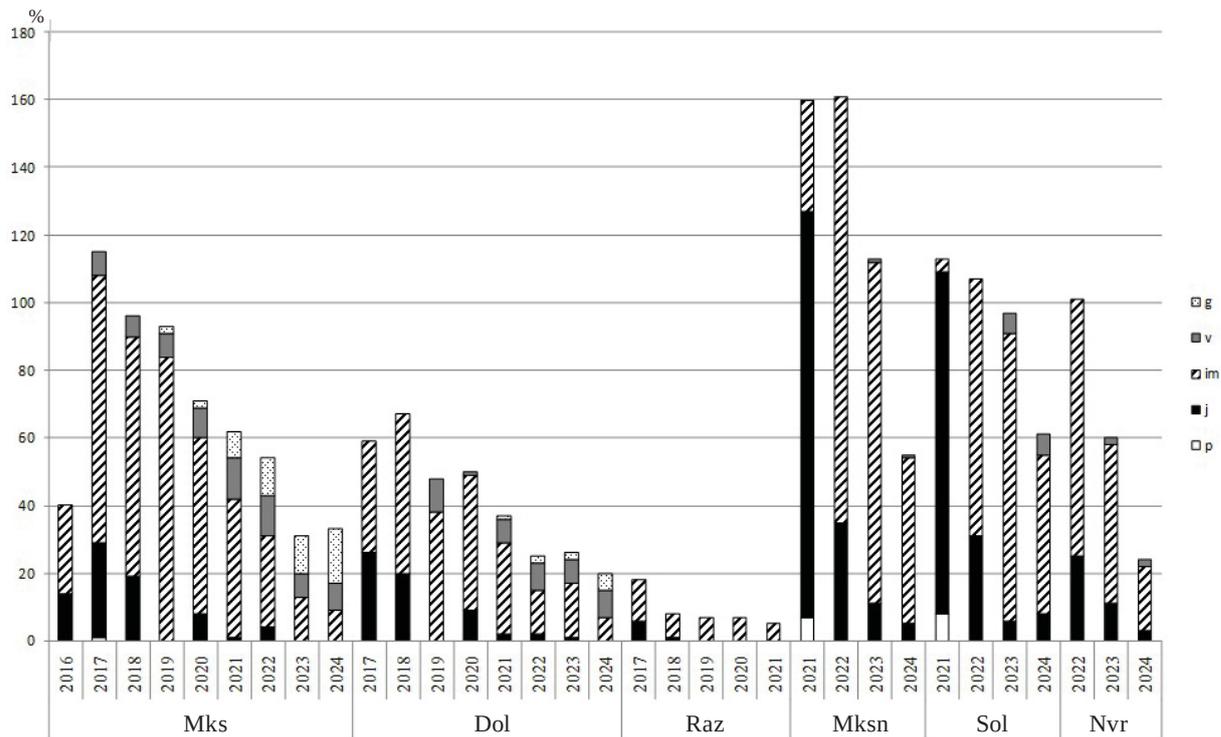


Рис. 3. Динамика возрастной структуры в реинтродукционных популяциях *C. wolgarica*, созданных в 2015 г. и 2020 г. на территории Саратовской области: всходы (р); ювенильное (j); имматурное (im); виргинильное (v); молодое генеративное (g_1). По оси ординат – число особей в популяции (шт.)

Fig. 3. Dynamics of the age structure in the reintroduced populations of *C. wolgarica* created in 2015 and 2020 in the Saratov region: seedlings (p); juvenile (j); immature (im); virginile (v); young generative (g_1). The ordinate axis shows the number of individuals in the population (pc.)

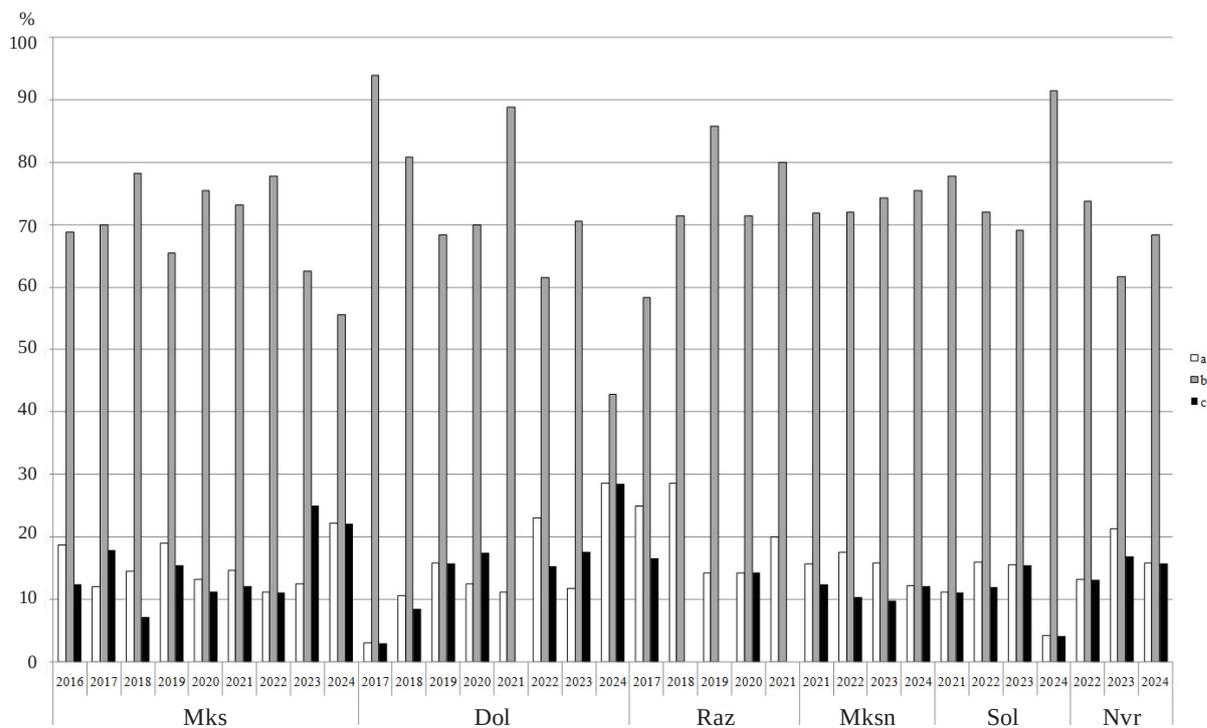


Рис. 4. Динамика виталитетной структуры реинтродукционных популяций *Calophaca wolgarica* на территории Саратовской области

Fig. 4. Dynamics of the vitality structure of reintroduced populations of *Calophaca wolgarica* in the Saratov region



до 2020 г. была устойчивой и составляла 56–67 особей (28.00–33.50% от высеянных семян), затем начала снижаться. Этому способствовало ещё и уничтожение части посевов в 2021 г. при производстве работ по восстановлению рядом расположенной плотины пруда.

На третий год после высева (2018 г.) в Dol доля семян от числа высеянных семян была немного меньшей (33.50%), чем в аналогичный период в посевах у с. Максютново (Mks и Mksn). К 2023 г. в местообитаниях Mks и Dol доля сохранившихся особей от числа высеянных в 2015 г. семян была примерно одинаковой – 12.4–13.0%. На восьмой год реинтродукции (2024) в Dol насчитывалось 20 особей (10.00%), тогда как в Mks – 33 особи (13.20%) (см. табл. 1).

В Ершовском районе в окр. с. Новорыженка (Nvr) условия менее благоприятны для выживания *C. wolgatica*. Хотя на второй год после посева (2022 г.) здесь насчитывалось почти столько же семян, как и в популяции в окр. п. Солянский (Sol) – 101 и 107 шт., или 33.67 и 35.67% соответственно, в 2023 г. число семян значительно уменьшилось – до 60 шт., или 20.00%. К 2024 г. в популяции сохранилось 24 растения, что составило 8.0% от исходного количества высеянных семян. При этом подавляющее большинство сохранившихся особей произрастают на площадке (в лунке) в верхней части склона, у лесополосы. Выпадение семян на двух других площадках, расположенных у днища балки, вероятно, вызвано затоплением их на более или менее длительный срок тальми водами. Наименее благоприятны для существования семян майкарагана условия в Красноармейском районе. Как отмечалось выше, из высеянных в нескольких местообитаниях данного района семян лишь в окр. с. Белогорское около утёса Степана Разина (Raz) в течение шести лет после посева отмечались единичные семена. С 2017 по 2021 г. их число с 18 шт. снизилось до 5 шт., или с 9.00 до 2.50% соответственно.

Онтогенетическая структура реинтродукционных популяций. По онтогенетическим спектрам изученные популяции в основном относятся к инвазионным, т.е. состоящим из особей прегенеративного периода.

Как видно из табл. 2 и рис. 3, в группе популяций, посев семян в которых осуществлён в 2015 г., проростки к июлю уже перешли в ювенильную стадию развития. Лишь в 2017 г. в Mks отмечен один проросток, вероятно, из запоздало проросшего семени посева 2015 г.

Ювенильные особи в популяциях Mks и Dol отмечались с 2016 и 2017 по 2022 и 2023 гг. соответственно, постепенно уменьшая своё присутствие. В популяции Raz ювенильные особи гораздо быстрее перешли в имматурное состояние и далее не развивались. На протяжении всего периода наблюдений в группе популяций, посев семян в которых осуществлён в 2015 г., наиболее представленной была группа имматурных особей. Ювенильные особи в популяции Mks появились уже в 2017 г., а в популяции Dol – только в 2019 г.

В популяции Mks в 2019 г. появились два первых генеративных растения, каждое с двумя плодоносящими побегами. В сумме на них образовалось 17 развитых бобов. В 2020 г. на этих растениях завязалось свыше 80 бобов. В 2021 г. цвели и плодоносили 8 особей. В 2022 г. среди 55 сохранившихся особей число плодоносящих составило уже 11 шт., образовавших в сумме 80 нормально развитых бобов с выполненными семенами. В 2023 г. из них цвело 6 особей, на которых развилось 37 бобов. Остальные 5 особей из плодоносящих в предыдущем году в 2023 г. не цвели. В 2024 г. было отмечено 16 генеративных, активно цветущих растений. Образование более или менее значительного количества бобов с семенами говорит о потенциальной способности данной реинтродукционной популяции к самовоспроизведению.

Переход растений из одной возрастной стадии в другую в Dol происходит несколько медленнее, чем в популяции Mks. В 2021 г. зацвело одно растение. В 2022 г. зацвело два растения, особи насчитывали по 3 и 5 плодоносящих побегов с 16 бобами в сумме, в 2023 г. цвело одно растение, и завязался лишь один боб, а в 2024 г. активно цвели уже 5 растений. Это также говорит в пользу потенциальной способности данной реинтродукционной популяции к самовоспроизведению.

Аналогично особям из группы популяций, созданных в 2015 г., в группе популяций, созданных в 2020 г., большинство проростков к июлю следующего года перешло в ювенильную стадию развития (см. табл. 2, рис. 4). При этом в популяциях Mksn и Sol только 7 и 8 (4.43 и 7.08%) особей соответственно, остались на стадии проростков. Таким образом, в первый год развития в данных популяциях ювенильные особи занимали до 75.32 и 84.96%, а часть из них перешла в имматурное состояние. Со второго года развития в популяциях Mksn, Sol и Nvr

**Динамика возрастной структуры реинтродукционных популяций *Calophaca wolgarica*
в Саратовской области**

Dynamics of the age structure of reintroduced populations of *Calophaca wolgarica* in the Saratov region

Популяции / Populations	Годы мониторинга / Years of monitoring	Возрастные состояния / Age-related conditions										Всего особей, шт. / Total number of individuals, pc
		p		j		im		v		g		
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	
Mks	2016	0	0,00	14	35,00	26	65,00	0	0,00	0	0,00	40
	2017	1	0,87	28	24,35	79	68,70	7	6,09	0	0,00	115
	2018	0	0,00	19	19,79	71	73,96	6	6,25	0	0,00	96
	2019	0	0,00	0	0,00	84	90,32	7	7,53	2	2,15	93
	2020	0	0,00	8	11,27	52	73,24	9	12,68	2	2,82	71
	2021	0	0,00	1	1,61	41	66,13	12	19,35	8	12,90	62
	2022	0	0,00	4	7,27	27	49,09	12	21,82	11	20,00	55
	2023	0	0,00	0	0,00	13	41,94	7	22,58	11	35,48	31
2024	0	0,00	0	0,00	9	27,27	8	24,24	16	48,48	33	
Dol	2017	0	0,00	26	44,07	33	55,93	0	0,00	0	0,00	59
	2018	0	0,00	20	29,85	47	70,15	0	0,00	0	0,00	67
	2019	0	0,00	0	0,00	38	67,86	10	17,86	0	0,00	56
	2020	0	0,00	9	16,07	40	71,43	1	1,79	0	0,00	56
	2021	0	0,00	2	5,41	27	72,97	7	18,92	1	2,70	37
	2022	0	0,00	2	8,00	13	52,00	8	32,00	2	8,00	25
	2023	0	0,00	1	3,85	16	61,54	7	26,92	2	7,69	26
	2024	0	0,00	0	0,00	7	35,00	8	40,00	5	25,00	20
Raz	2017	0	0,00	6	33,33	12	66,67	0	0,00	0	0,00	18
	2018	0	0,00	1	12,50	7	87,50	0	0,00	0	0,00	8
	2019	0	0,00	0	0,00	7	100,00	0	0,00	0	0,00	7
	2020	0	0,0	0	0,00	7	100,00	0	0,00	0	0,00	7
	2021	0	0,00	0	0,00	5	100,00	0	0,00	0	0,00	5
Mksn	2021	7	4,38	120	75,00	33	20,63	0	0,00	0	0,00	160
	2022	0	0,00	35	21,74	126	78,26	0	0,00	0	0,00	161
	2023	0	0,00	11	9,73	101	89,38	1	0,88	0	0,0%	113
	2024	0	0,00	5	9,09	49	89,09	1	1,82	0	0,00	55
Sol	2021	8	7,08	101	89,38	4	3,54	0	0,00	0	0,00	113
	2022	0	0,00	31	28,97	76	71,03	0	0,00	0	0,00	107
	2023	0	0,00	6	6,19	85	87,63	6	6,19	0	0,00	97
	2024	0	0,00	8	13,11	47	77,05	6	9,84	0	0,00	61
Nvr	2022	0	0,00	25	24,75	76	75,25	0	0,00	0	0,00	101
	2023	0	0,00	11	18,33	47	78,33	2	3,33	0	0,00	60
	2024	0	0,0%	3	12,50	19	79,17	2	8,33	0	0,00	24



проростки не наблюдались, доля ювенильных особей снизилась, имматурные – стали преобладающей группой. На третий год во всех трёх популяциях появились первые виргинильные особи. Их число сохранилось на том же уровне до 2024 г. Снижение численности произошло в результате гибели особей младших возрастных групп – ювенильных и имматурных.

Виталитетная структура реинтродукционных популяций. Популяция Mks на протяжении всех лет мониторинга состояла преимущественно из особей среднего класса виталитета, максимальное относительное количество которых было отмечено в 2017 г. (табл. 3, см. рис. 4). В том же году здесь отмечено самое высокое значение индекса качества популяции (Q) за весь период наблюдений. Соотношение особей высшего и низшего классов по большей части было примерно 1:1, что указывает на устойчивое состояние популяции. Лишь в 2018 и 2023 гг. данное соотношение достигало значений примерно 2:1 и 1:2 соответственно. Однако такая асимметрия доли особей низшего и высшего классов не оказала влияния на жизнеспособность популяции. Индексы Q и IVC составили в 2017 г. 0.52 и 1.04 соответственно, а в 2023 г. – 0.38 и 0.86 соответственно. Кроме того, количества особей среднего класса виталитета за эти годы были одними из самых высоких. В течение всего периода наблюдений популяция Mks оценена как процветающая.

В популяции Dol наблюдалась тенденция к снижению доли особей среднего класса виталитета по годам. Исключениями были 2021 и 2023 гг., в которых доля особей среднего класса возрастала. Доля особей низшего и высшего классов виталитета за все время наблюдений была примерно одинаковой, за исключением 2021 г., в котором не было отмечено особей низшего класса. Это обусловлено их переходом в средний класс виталитета. Индекс жизнеспособности (IVC) в данной популяции варьирует от 0.75 (2019 г.) до 1.09 (2022 г.), что указывает на относительно нестабильные условия существования популяции. В 2024 г. индекс качества популяции (Q) снизился до минимального значения за весь период наблюдений и составил 0.36. Несмотря на это, данная популяция во все годы наблюдений оценивается как процветающая.

Популяция Raz, также как популяции Mks и Dol, состояла преимущественно из особей среднего класса виталитета за все годы наблю-

дений. Доля особей высшего и низшего классов виталитета находится в ярко выраженной асимметрии по трем из пяти лет наблюдений. В 2018 и 2019 г. особи низшего класса не были отмечены в структуре популяции. Изменение соотношения классов виталитетной структуры в популяции обусловлено не переходом особей из одного класса в другой, а их гибелью. С момента начала реинтродукции численность популяции была низкой и за годы мониторинга снизилась более чем в 3 раза. При этом виргинильные особи не наблюдались за весь период мониторинга, что свидетельствует об отрицательных результатах реинтродукции вида в окрестности утеса Степана Разина.

Созданные в 2020 г. популяции (Mksn, Sol, Nvr) во все годы мониторинга состояли преимущественно из особей среднего класса виталитета, доля которых по годам оставалась практически неизменной. Соотношение особей низшего и высшего классов также было стабильным. Показатели жизнеспособности в разные годы варьировали в узком диапазоне – от 0,94 до 0,99 для популяции Mksn, от 1.06 до 1.17 для Sol и от 0.84 до 1.14 для Nvr. Согласно индексу Q популяции Mksn, Sol, Nvr за все годы наблюдений характеризуются как процветающие, что в совокупности с высокими и стабильными показателями жизнеспособности свидетельствует об их хорошем состоянии для дальнейшего существования.

Индекс размерной пластичности (ISP) для *C. wolgarica* во всей совокупности реинтродукционных популяций на территории Саратовской области составил 2.04. Данное значение выше таковых, рассчитанных для некоторых редких травянистых растений. Например, для *Tulipa gesneriana* L. вычисленный ISP был равен 1.9 [22, 23], *Delphinium litwinowii* Sambuk – 1.42 [24], *D. pubiflorum* (DC.) Huth – 1.74 [25], *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. – 1.31 [26]. Однако оно несколько ниже значения ISP для *Colchicum bulbocodium* subsp. *versicolor* (Ker Gawl.) K. Perss., составляющего 4.14 [27], и значительно ниже значений данного индекса для рудеральных травянистых растений: для цикламены дурнишниковидной ISP = 4.95, для лебеды татарской – 6.28 [26]. Это говорит о том, что растения *C. wolgarica* обладают достаточной пластичностью для приспособления к условиям указанной территории, но не настолько, чтобы интенсивно здесь распространяться подобно сорнякам.

Виталитетная структура реинтродукционных популяций *Calophaca wolgarica* в Саратовской области
Vitality structure of reintroduced populations of *Calophaca wolgarica* in the Saratov region

Популяции / Populations	Год мониторинга / Years of monitoring	Доля особей различных виталитетных состояний, % / The proportion of individuals in different vitality states, %			IVC	Q	IVC _{max} / IVC _{min}	Тип популяции / Population type
		a	b	c				
Mks	2016	18,75	68,75	12,50	1,00	0,44	2,04	Процветающая / Prosperous
	2017	12,00	70,00	18,00	1,04	0,44		
	2018	14,49	78,26	7,25	0,90	0,46		
	2019	19,05	65,48	15,48	1,12	0,42		
	2020	13,21	75,47	11,32	1,18	0,44		
	2021	14,63	73,17	12,20	1,07	0,44		
	2022	11,11	77,78	11,11	0,96	0,44		
	2023	12,50	62,50	25,00	0,86	0,38		
	2024	22,22	55,56	22,22	1,09	0,39		
Dol	2017	3,03	93,94	3,03	0,84	0,48		
	2018	10,64	80,85	8,51	1,08	0,46		
	2019	15,79	68,42	15,79	0,75	0,42		
	2020	12,50	70,00	17,50	0,82	0,41		
	2021	11,11	88,89	0,00	0,93	0,50		
	2022	23,08	61,54	15,38	1,09	0,42		
	2023	11,76	70,59	17,65	1,07	0,41		
	2024	28,57	42,86	28,57	0,88	0,36		
Raz	2017	25,00	58,33	16,67	1,35	0,42		
	2018	28,57	71,43	0,00	1,46	0,50		
	2019	14,29	85,71	0,00	0,85	0,50		
	2020	14,29	71,43	14,29	0,71	0,43		
	2021	20,00	80,00	0,00	0,81	0,50		
Mksn	2021	15,63	71,88	12,50	0,98	0,44		
	2022	17,60	72,00	10,40	0,99	0,45		
	2023	15,84	74,26	9,90	0,97	0,45		
	2024	12,24	75,51	12,24	0,94	0,44		
Sol	2021	11,11	77,78	11,11	1,07	0,44		
	2022	16,00	72,00	12,00	1,17	0,44		
	2023	15,48	69,05	15,48	1,06	0,42		
	2024	4,26	91,49	4,26	0,94	0,44		
Nvr	2022	13,16	73,68	13,16	0,84	0,43		
	2023	21,28	61,70	17,02	0,97	0,41		
	2024	15,79	68,42	15,79	1,14	0,42		



Таким образом, по результатам оценки онтогенетической структуры наиболее перспективными являются популяции Mks посева 2015 г. и Mksn посева 2020 г. Высокий коэффициент жизнестойкости (*IVC*), наряду с процветающим типом данных популяций, указывает на подходящие условия для успешной реинтродукции *C. wolgarica*. Высокие показатели отмечены в популяциях Sol и Nvr, местообитание которых на данный момент является перспективным местом проведения реинтродукции *C. wolgarica*. Однако период наблюдений за данными популяциями пока недостаточен для заключений об успешно проведенной реинтродукции.

Удовлетворительными являются результаты мониторинга популяции Dol. Несмотря на процветающий тип популяции, варьирование индекса жизнестойкости в широких пределах не позволяет сделать однозначных выводов о стабильном состоянии данной популяции. Тем не менее, наличие в составе популяции молодых генеративных растений свидетельствует о ее способности, в перспективе, к самовозобновлению, что является доводом в пользу успешной реинтродукции. Однако данное местообитание находится под угрозой уничтожения при ремонте рядом расположенной плотины пруда. Кроме того, весной 2024 г. был очень высок уровень паводковых вод в пруду. Вода подступила вплотную к посадкам майкарагана, что может привести к вымоканию растений майкарагана или их затоплению.

Популяция Raz в окр. утёса Степана Разина не имеет перспектив для дальнейшего развития.

Выводы

1. Наиболее перспективной площадкой для реинтродукции *C. wolgarica* на территории Саратовской области является местообитание вблизи ООПТ «Тюльпанная степь у с. Максютново» в Пугачевском районе. Популяции, произрастающие на данной территории, являются самыми стабильными по виталитетной структуре, а также имеют перспективу к самовозобновлению.

2. На сегодняшний день популяция, произрастающая на территории урочища «Иваново поле» в Фёдоровском районе, обладает хорошими онтогенетическими и возрастными показателями и также имеет перспективу к самовозобновлению. Однако флуктуация в широких пределах индекса жизнестойкости не

позволяет сделать окончательных выводов о ее стабильном состоянии. Популяция в урочище «Иваново поле» в Фёдоровском районе требует дополнительных наблюдений.

3. Окрестности утёса Степана Разина в Красноармейском районе не являются подходящими для успешной реинтродукции *C. wolgarica*. Низкая численность популяции в совокупности с отсутствием способности к самовозобновлению свидетельствуют об отсутствии потенциала данной популяции к дальнейшему развитию.

4. Популяции, созданные в 2020 г. в окр. пос. Солянский в Пугачевском районе и с. Новоряженка в Ершовском районе на июль 2024 г. находятся в удовлетворительном состоянии. Произрастающие на их территории реинтродукционные популяции являются стабильными. Требуется дополнительный мониторинг в связи с малым периодом наблюдений.

5. По результатам проведенных наблюдений Саратовская область является перспективным полигоном для реинтродукции *C. wolgarica*.

Список литературы

1. Тахтаджян А. Л. Редкие и исчезающие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1981. 264 с.
2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации № 320 от 23.05.2023. Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, зарегистрированный Минюстом под № 74362 от 21 июля 2023 г. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307210008> (дата обращения: 11.11.2023).
3. Камелин Р. В., Федяева В. В. Майкараган волжский – *Calophaca wolgarica* (L. fil.) Fisch. ex DC. // Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М. : Т-во науч. изд. КМК, 2008. С. 225 – 226.
4. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2014. 635 с.
5. Васильева Л. И. Род Майкараган – *Calophaca* Fisch. ex DC. // Флора европейской части СССР. Т. 6. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1987. С. 45–47.
6. Поляков А. К., Сулова Е. П., Нецветов М. В., Дацько А. М., Козлено Д. А., Лихацкая Е. Н. Биоэкологические особенности редких видов древесно-кустарниковых растений *ex situ* // Промышленная ботаника. 2010. Вып. 10. С. 71 – 76.
7. Середа М. М., Карасаева Т. А., Луценко Е. В. Микроклональное размножение майкарагана волжского // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология, Науки о Земле. 2015. Т. 25, № 3. С. 35–40.



8. Баум О. О. Отчёт о ботанических исследованиях на правом берегу Волги между Казанью и Сарептой // Протоколы заседаний общества естествоиспытателей при Императорском Казанском университете. 1869–1870 гг. Казань, 1870. С. 65–73.
9. Борисова А. Г. Род *Calophaca* Fisch. – Майкараган // Флора Юго-Востока европейской части СССР. Вып. 5. М. ; Л. : Гос. изд-во с.-х. и колх.-коопер. лит-ры, 1931. 585 с.
10. Масленников А. В. *Calophaca wolgarica* (L. fil.) DC. – Майкараган волжский // Красная книга Ульяновской области / под ред. Е. А. Артемьевой, О. В. Бородина, М. А. Королькова, Н. С. Ракова. Ульяновск : Артишок, 2008. С. 203–204.
11. Сосудистые растения Самарской области : учеб. пособие / под ред. А. А. Устиновой, Н. С. Ильиной. Самара : ООО «ИПК Содружество», 2007. 400 с.
12. Ильина В. Н. Флора Бобовых южных районов Самарской области // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2008. № 5. С. 131–137.
13. Постановление Правительства Оренбургской области от 16 апреля 2014 года № 229-п «О Красной книге Оренбургской области». URL: <https://redbook56.orenlib.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-orenburgskoj-oblasti-ot-16-04-2014--229-p.html> (дата обращения: 10.11.2023).
14. Денисов А. А., Пархоменко А. С., Шилова И. В., Гребенюк Л. В., Кашин А. С. Динамика демографической структуры и изменчивость некоторых морфологических параметров *Calophaca wolgarica* (Fabaceae) при реинтродукции в Саратовскую область // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2021. Т. 21, вып. 3. С. 335–341. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-3-335-341>
15. Козловский Б. Л., Федоринова О. И. Перспективы введения в культуру *Calophaca wolgarica* (L. fil.) Fisch. в Ростове-на-Дону // Труды Томского государственного университета. Сер. Биологическая: Ботанические сады. Проблемы интродукции. 2010. Т. 274. С. 202–204.
16. Тищенко М. П. Онтогенез караганы древовидной (*Caragana arborescens* Lam.) // Онтогенетический атлас лекарственных растений : научное издание / под ред. Л. А. Жуковой. Т. IV. Йошкар-Ола : МарГУ, 2004. С. 37–43.
17. Гаврилова М. Н., Жукова Л. А., Закамская Е. С. Онтогенез дрока красильного (*Genista tinctoria* L.) // Онтогенетический атлас растений: научное издание / под ред. Л. А. Жуковой. Йошкар-Ола : МарГУ, 2007. Т. V. С. 35–40.
18. Гаврилова М. Н., Жукова Л. А., Закамская Е. С. Онтогенез ракичника русского (*Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova) // Онтогенетический атлас растений : научное издание / под ред. Л. А. Жуковой. Йошкар-Ола : МарГУ, 2007. Т. V. С. 47–53.
19. Методы изучения ценопопуляций цветковых растений : учеб.-метод. пособие / сост. А. С. Кашин, Т. А. Крицкая, Н. А. Петрова, И. В. Шилова; СГУ им. Н. Г. Чернышевского. Саратов, 2015. 127 с.
20. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста: монография. Сумы : Универ. книга, 2009. 263 с.
21. Методика изучения популяций редких и ресурсных видов растений на охраняемых природных территориях Республики Башкортостан / под ред. М. М. Ишмуратовой. Уфа : Башк. энцикл., 2020. 276 с.
22. Кашин А. С., Петрова Н. А., Шилова И. В. Состояние ценопопуляций и морфологическая изменчивость *Tulipa gesneriana* L. на севере Нижнего Поволжья // Бот. журн. 2016. Т. 101, № 12. С. 1430–1465. <https://doi.org/10.1134/S0006813616120061>
23. Кашин А. С., Петрова Н. А., Шилова И. В. Особенности экологической стратегии *Tulipa gesneriana* L. (Liliaceae, Liliopsida) // Поволж. экол. журн. 2016. № 2. С. 209–221. <https://doi.org/10.18500/1684-7318-2016-2-209-221>
24. Богослов А. В., Кашин А. С., Шилова И. В., Крицкая Т. А., Пархоменко А. С., Гребенюк Л. В. Виталитетная структура и онтогенетическая стратегия *Delphinium litwinowii* (Ranunculaceae) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2019. Т. 19, вып. 3. С. 295–304. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2019-19-3-295-304>
25. Богослов А. В., Шилова И. В., Пархоменко А. С., Крицкая Т. А., Гребенюк Л. В., Кашин А. С. Состояние популяций видов *Delphinium* L. (Ranunculaceae, Magnoliopsida) в Нижнем Поволжье и прилегающих территориях // Поволж. экол. журн. 2020. № 3. С. 271–289. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2020-3-271-289>.
26. Ишбирдин А. Р., Ишмуратова М. М., Журнова Т. В. Стратегии жизни ценопопуляции *Sephalanthera rubra* (L.) Rich. на территории Башкирского государственного заповедника // Вестн. Нижегород. ун-та им. Н. И. Лобачевского. Серия: Биология. 2005. № 1. С. 85–98.
27. Богослов А. В., Кашин А. С., Пархоменко А. С., Куликова Л. В., Шилова И. В., Князева А. К. Виталитетная структура популяций *Colchicum bulbocodium* subsp. *versicolor* (Colchicaceae, Liliopsida) в условиях Нижнего Поволжья // Поволж. экол. журн. 2021. № 2. С. 127–145. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2021-2-127-145>

References

1. Tahtadzhan A. L. *Redkie i ischezajushhie vidy flory SSSR, nuzhdajushchiesya v okhrane* [Rare and endangered species of flora of the USSR in need of protection]. Leningrad, Nauka, Leningr. otd-nie, 1981. 264 p. (in Russian).
2. *Prikaz Ministerstva prirodnikh resursov i ekologii Rossijskoj Federatsii № 320 ot 23.05.2023. Ob utverzhdenii Perechnja obektov rastitel'nogo mira, zanesennykh v Krasnuju knigu Rossijskoj Federatsii, zaregistrirovannyi Minjustom pod № 74362 ot 21 ijulja 2023 g.* [Order



- of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation No. 320 dated 05/23/2023. On approval of the List of flora species listed in the Red Book of the Russian Federation, registered by the Ministry of Justice under No. 74362 dated July 21, 2023]. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307210008> (accessed November 11, 2023) (in Russian).
3. Kamelin R. V., Fedjaeva V. V. *Calophaca wolgarica* (L. f. l.) Fisch. ex DC. In: *Krasnaja kniga Rossijskoj Federatsii (rastenija i griby)* [Red Book of the Russian Federation (plants and mushrooms)]. Moscow, KMK Scientific Press, 2008, pp. 225–226 (in Russian).
 4. Maevskij P. F. *Flora srednej polosy evropejskoj chasti Rossii* [Flora of the central zone of the European part of Russia. 11th ed.]. Moscow, KMK Scientific Press, 2014. 635 p.
 5. Vasil'eva L. I. Genus Maykaragan – *Calophaca* Fisch. ex DC. *Flora evropejskoj chasti SSSR. T. 6* [Flora of the European part of the USSR. Vol. 6]. Leningrad, Nauka, Leningr. otd-nie, 1987, pp. 45–47 (in Russian).
 6. Poljakov A. K., Suslova E. P., Necvetov M. V., Dac'ko A. M., Kozleno D. A., Lihackaja E. N. Bioecological features of rare species of trees and shrubs *ex situ*. *Promyshlennaja botanika* [Industrial Botany], 2010, vol. 10, pp. 71–76. (in Russian).
 7. Sereda M. M., Karasaeva T. A., Lucenko E. V. Micropropagation of *Calophaca wolgarica*. *Bulletin of Udmurt University. Series Biology, Earth Sciences*, 2015, vol. 25, no. 3, pp. 35–40 (in Russian).
 8. Baum O. O. Report on botanical research on the right bank of the Volga between Kazan and Sarepta. In: *Protokoly zasedanij obshhestva estestvoispytatelej pri Imperatorskom Kazanskom universitete. 1869–1870 gg.* [Minutes of meetings of the Society of Naturalists at the Imperial Kazan University. 1869–1870]. Kazan', 1870, pp. 65–73 (in Russian).
 9. Borisova A. G. Genus *Calophaca* Fisch. In: *Flora Jugovostoka evropejskoj chasti SSSR. Vyp. 5* [Flora of the South-East of the European part of the USSR. Iss. 5]. Moscow, Leningrad, Gos. izd-vo s.-kh. i kolkh.-kooper. lit-ry, 1931. 585 p. (in Russian).
 10. Maslennikov A. V. *Calophaca wolgarica* (L. f. l.) DC. In: *Krasnaja kniga Ul'janovskoj oblasti (rastenija): v 2 t. Pod nauch. red. E. A. Artem'yevoj, O. V. Borodina, M. A. Korol'kova, N. S. Rakova* [E. A. Artem'yeva, O. V. Borodin, M. A. Korol'kov, N. S. Rakov, eds. Red Book of the Ulyanovsk Region (plants): in 2 vols]. Ulyanovsk, Artishok, 2008, pp. 203–204.
 11. *Sosudistye rastenija Samarskoj oblasti: ucheb. posobie. Pod red. A. A. Ustinovoy, N. S. Il'inoy* [Ustinova A. A., Il'ina N. S., eds. Vascular plants of the Samara region]. Samara, OOO "IPK Sodruzhestvo", 2007. 400 p.
 12. Il'ina V. N. Flora of Legumes of the Southern Regions of the Samara Region. *Fitoraznoobrazie Vostochnoy Evropy* [Phytodiversity of Eastern Europe], 2008, no. 5, pp. 131–137.
 13. *Postanovlenie Pravitelstva Orenburgskoj oblasti ot 16 aprelya 2014 goda № 229-p «O Krasnoj knige Orenburgskoj oblasti»* [Resolution of the Government of the Orenburg Region dated April 16, 2014 No. 229-p "On the Red Book of the Orenburg Region"]. Available at: <https://redbook56.orenlib.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-orenburgskoj-oblasti-ot-16-04-2014-229-p.html> (accessed November 10, 2023) (in Russian).
 14. Denisov A. A., Parkhomenko A. S., Shilova I. V., Grebenyuk L. V., Kashin A. S. Dynamics of the demographic structure and variability of some morphological parameters of *Calophaca wolgarica* (Fabaceae) during reintroduction to the Saratov region. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2021, vol. 21, iss. 3, pp. 335–341 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-3-335-341>
 15. Kozlovskiy B. L., Fedorinova O. I. Prospects for introducing *Calophaca wolgarica* (L. fl.) Fisch. into culture in Rostov-on-Don. *Proceedings of Tomsk State University. Series: Biological: Botanical Gardens. Problems of Introduction*, 2010, vol. 274, pp. 202–204 (in Russian).
 16. Tishhenko M. P. Ontogenesis of *Caragana arborescens* Lam. In: *Ontogeneticheskij atlas lekarstvennykh rastenij: Nauchnoe izdanie. Pod red. L. A. Zhukovoy. T. IV* [Zhukova L. A., ed. Ontogenetic Atlas of Plants: Scientific publication]. Joshkar-Ola, Mari State University Publ., 2004, vol. 4, pp. 37–43 (in Russian).
 17. Gavrilova M. N., Zhukova L. A., Zakamskaja E. S. Ontogenesis of *Genista tinctoria* L. In: *Ontogeneticheskij atlas rastenij: Nauchnoe izdanie. Pod red. L. A. Zhukovoy. T. V.* [Zhukova L. A., ed. Ontogenetic Atlas of Plants: Scientific publication]. Joshkar-Ola, Mari State University Publ., 2007, vol. 5, pp. 35–40 (in Russian).
 18. Gavrilova M. N., Zhukova L. A., Zakamskaja E. S. Ontogenesis of *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova. In: *Ontogeneticheskij atlas rastenij: Nauchnoe izdanie. Pod red. L. A. Zhukovoy* [Zhukova L. A., ed. Ontogenetic Atlas of Plants: Scientific publication]. Joshkar-Ola, Mari State University Publ., 2007, vol. 5, pp. 47–53 (in Russian).
 19. Kashin A. S., Krickaja T. A., Petrova N. A., Shilova I. V., sost. *Metody izucheniya tsenopopulyatsiy tsvetkovykh* [Kashin A. S., Krickaja T. A., Petrova N. A., Shilova I. V., comps. Methods for studying cenopopulations of flowering plants]. Saratov, Saratov State University Publ., 2015. 127 p. (in Russian).
 20. Zlobin Ju. A. *Populyatsionnaya ekologiya rasteniy: sovremennoe sostoyanie, tochki rosta* [Population Ecology of Plants: Current State, Growth Points]. Sumy, Universitetskaya kniga, 2009. 263 p. (in Russian).
 21. *Metodika izucheniya populyatsiy redkikh i resursnykh vidov rasteniy na okhranyaemykh prirodnykh territoriyakh Respubliki Bashkortostan. Pod red. M. M. Ishmuratovoy* [Ishmuratova M. M., ed. Methodology for studying populations of rare and resource plant species in protected natural areas of the Republic of Bashkortostan]. Ufa, Bashkirskaya entsiklopediya, 2020. 276 p. (in Russian).
 22. Kashin A. S., Petrova N. A., Shilova I. V. The state of coenopopulations and morphological variability



- ity of *Tulipa gesneriana* L. in the north of the Lower Volga region. *Botanical Journal*, 2016, vol. 101, no. 12, pp. 1430–1465 (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S0006813616120061>
23. Kashin A. S., Petrova N. A., Shilova I. V. Features of the ecological strategy of *Tulipa gesneriana* L. (Liliaceae, Liliopsida). *Volga Region Ecology Journal*, 2016, no. 2, pp. 209–221. <https://doi.org/10.18500/1684-7318-2016-2-209-221>
24. Bogoslov A. V., Kashin A. S., Shilova I. V., Kritskaya T. A., Parhomenko A. S., Grebenyuk L. V. Vitality structure and ontogenetic strategy of *Delphinium litwinowii* (Ranunculaceae). *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2019, vol. 19, iss. 3, pp. 295–304. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2019-19-3-295-304>
25. Bogoslov A. V., Shilova I. V., Parhomenko A. S., Kritskaya T. A., Grebenyuk L. V., Kashin A. S. Population status of *Delphinium* L. species (Ranunculaceae, Magnoliopsida) in the Lower Volga region and adjacent territories. *Volga Region Ecological Journal*, 2020, no. 3, pp. 271–289 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2020-3-271-289>
26. Ishbirdin A. R., Ishmuratova M. M., Zhirnova T. V. Life strategies of the cenopopulation *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. on the territory of the Bashkir State Nature Reserve. *Bulletin Nizhny Novgorod University named after N. I. Lobachevsky. Series: Biology*, 2005, vol. 1, pp. 85–98 (in Russian).
27. Bogoslov A. V., Kashin A. S., Parhomenko A. S., Kulikova L. V., Shilova I. V., Knyazeva A. K. Vitality structure of *Colchicum bulbocodium* subsp. *versicolor* (Colchicaceae, Liliopsida) populations in the Lower Volga region. *Volga Region Ecological Journal*, 2021, no. 2, pp. 127–145 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2021-2-127-145>

Поступила в редакцию: 25.06.2024; одобрена после рецензирования 26.06.2024;
принята к публикации 28.06.2024; опубликована 25.12.2024
The article was submitted 25.06.2024; approved after reviewing 26.06.2024;
accepted for publication 28.06.2024; published 25.12.2024