

03.02.14 – БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

03.02.14 – BIOLOGICAL RESOURCES

УДК 581.52

DOI 10.18413/2658-3453-2020-2-2-147-163

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ОБИЛИЯ ЦВЕТУЩИХ ОСОБЕЙ *CROCUS RETICULATUS* В РАЗИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ МЕЗОРЕЛЬЕФА БАЛОК ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

ABOUT SOME FEATURES OF THE ABILITY OF FLOWERING SPECIALS *CROCUS RETICULATUS* IN VARIOUS ELEMENTS OF THE MESORELIEF OF BEAMS IN THE SOUTHERN OF THE MIDDLE RUSSIAN HILL

В.И. Чернявских^{1,2}, Т.Н. Глубшева¹
V.I. Cherniavskih^{1,2}, T.N. Glubscheva¹

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы 85

² Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
Россия, 143050, Московская область, Одинцовский район, р.п. Большие Вяземы,
ул. Институт, владение 5

¹ Belgorod State National Research University, 85, Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

² All-Russian Research Institute of Phytopathology
Russia, 143050, Moscow region, Odintsovo district, r.p. Big Vyazemy,
st. Institute, ownership 5

Аннотация

В статье представлены результаты трехлетних исследований двух популяций *Crocus reticulatus*, в условиях балок Вейделевского района Белгородской области. Изучали обилие цветущих особей (потенциально репродуктивную численность) *C. reticulatus* в двух модельных популяциях и их распространение в различных элементах мезорельефа балки по градиенту: верхняя часть склона – основание склона – днище балки. Комплексные стационарные мониторинговые исследования выполнены в 2018–2020 гг. на ключевых участках в соответствии с программой и методикой биогеоэкологических исследований методом рандомизированных повторений с выделением организованных факторов: фактор А – «местообитание» и фактор В – «градиент склона». Результаты дисперсионного анализа однофакторного комплекса в отдельные годы показали, что сила влияния фактора «градиент склона» на результативный признак «обилие цветущих особей» на ключевом участке № 1 составляла от 98.4 % в 2020 г. до 99.6 % в 2018 г., на ключевом участке № 2 – от 98.5 % в 2019 г., до 99.5 % в 2020 г. В среднем за 3 года исследований на ключевом участке № 1 отмечено обилие 336.2 экз./ 100 м² при $C_v=179.6\%$ по градиенту склона. На ключевом участке №2 отмечено обилие 237.4 экз./ 100 м² при $C_v=101.1\%$ по градиенту склона. Максимальное количество цветущих особей отмечено в узкой экотонной части перехода склона в дно балки (трансекты I): на участке № 1 – 1 890 экз./ 100 м², а на участке № 2 – 856.7 экз./ 100 м². Анализ доли влияния организованных факторов методом дисперсионного анализа двухфакторных комплексов в среднем за 2018–2019 гг показал, что наибольшую силу влияния на результативный признак «обилие цветущих особей» оказывал фактор В – «градиент склона» – $h^2x=79.5\%$. Фактор «местообитание популяции» и взаимодействие факторов оказывали значительно меньшее влияние на численность особей – соответственно 1.2 и 17.0 %. Сделан вывод, что изучение потенциально репродуктивной численности *C. reticulatus* в природных условиях, может способствовать процессу созданию узколокальных искусственных

популяций, обладающих рядом специфических признаков, в том числе полезных с хозяйственной точки зрения для введения в культуру и селекции.

Abstract

The article presents the results of a three-year study of two populations of *Crocus reticulatus*, in the conditions of the beams of the Veidelevsky district of the Belgorod region. We studied the abundance of flowering individuals (potentially reproductive abundance) of *C. reticulatus* in two model populations and their distribution in different elements of the beam mesorelief along the gradient: the upper part of the slope – the base of the slope – the bottom of the beam. Comprehensive stationary monitoring studies were carried out in 2018-2020. in key areas in accordance with the program and methodology of biogeocenotic studies by the method of randomized repetition with the allocation of organized factors: Factor A – «habitat» and Factor B – «gradient of the slope». The results of the variance analysis of the one-factor complex in some years showed that the influence of the «gradient of the slope» factor on the productive trait «the abundance of flowering individuals» in key plot N 1 ranged from 98.4 % in 2020 to 99.6 % in 2018, in the key plot N 2 - from 98.5 % in 2019 to 99.5 % in 2020. On average, over 3 years of research in key area No. 1, an abundance of 336.2 ind./100 m² was observed at Cv = 179.6 % in the gradient of the slope. An abundance of 237.4 ind./100 m² at Cv = 101.1 % along the gradient of the slope was noted at key area N 2. The maximum number of flowering individuals was noted in the narrow ecotone part of the transition of the slope to the bottom of the beam (transects I): in plot N 1 – 1,890 ind./100 m², and in plot No 2 – 856.7 ind./100 m². An analysis of the share of the influence of organized factors by the method of variance analysis of two-factor complexes on average for 2018-2019 showed that the factor B, “gradient of the slope”, h²x = 79.5 %, exerted the greatest influence on the resultant trait “abundance of flowering individuals”. The factor “habitat of the population” and the interaction of factors had a significantly smaller effect on the number of individuals – 1.2 and 17.0 %, respectively. It is concluded that the study of the potentially reproductive abundance of *C. reticulatus* in natural conditions can contribute to the process of creating narrow-local artificial populations with a number of specific features, including those useful from an economic point of view for introduction into culture and breeding.

Ключевые слова: местообитания популяций, экотон, ключевые участки, потенциально репродуктивная численность, белоцветковые особи, дисперсионный анализ, *Crocus reticulatus*

Keywords: habitats of populations, ecotone, key areas, potentially reproductive abundance, white-flowered individuals, analysis of variance, *Crocus reticulatus*

Введение

Род *Crocus* L. насчитывает около 160 видов. Родиной считается западная Европа и северо-западная Африка, с центром видовой разнообразия на Балканском полуострове и в Турции [Randelović et al., 2012; Karamplianis et al., 2013].

Виды рода полиморфны, имеют высокое морфологическое разнообразие, без четких филогенетических закономерностей, характеризуются высокой внутри- и межвидовой изменчивостью кариотипов (2n = 8–23) [Kerndorff, Pasche, 2011; Alsayied et al. 2015; Harpke et al., 2013, 2015].

Крокус сетчатый, или шафран сетчатый (*Crocus reticulatus* Steven ex Adams) – европейско-кавказский эфемероидный вид, распространенный в Предкавказье, на юго-востоке Европы, Балканском полуострове. В соответствии с системой APG III относится к порядку Iridales (Ирисоцветные), семейству Iridaceae (Ирисовые), роду *Crocus* (шафран) [An update of the Angiosperm ..., 2009].

Основываясь на результатах молекулярно-генетических исследований пластидного аппарата, хлоропластной ДНК, ядерной рибосомальной ДНК, исследователи выделяют, как минимум, две четко разделенных географически определенных видовых группы в ряду *Reticulati*. Первая включает таксономические группы из Турции, а вторая – видовую группу, распространенную в Италии, а также к северу от Черного моря, включая Кавказ и юго-запад России [Schneider et al., 2013; Erol et al., 2014; Harpke et al., 2014].

В отдельных регионах России и на Украине *C. reticulatus* относится к редким и охраняемым видам. Изучают особенности его распространения, находят новые

местообитания, в первую очередь, на территории Воронежской, Белгородской, Орловской, Саратовской, Ростовской областей, в Ставропольском крае, в республиках Ингушетия и Дагестан [Червона книга України, 2008; Красная книга Ростовской..., 2014; Григорьевская и др., 2014; Белоус, Кухарук, 2016; Кузнецов, 2018; Красная книга Белгородской..., 2019].

Считается, что *C. reticulatus* является опушечно-степным видом. Его локальные популяции – полночленные, устойчивые в пространстве и во времени, обнаружены на опушках байрачных дубрав в Белгородской и Воронежской областях, пойменных ольховых лесов, лесных массивов Полесья Украины [Шиндер, 2009].

Отмечено распространение вида на степных территориях и остепненных выположенных склонах различных экспозиций (северо-восточной, северной, северо-западной, западной, юго-западной, южной, восточной, юго-восточной) Европейской России, а так же в горных и предгорных районах Кавказа и Предкавказской равнины [Григорьевская и др., 2014; Белоус, Кухарук, 2016; Дакиева и др., 2017; Федяева и др., 2017].

Хорошее состояние популяций *C. reticulatus* отмечено в местах с разной гидроморфностью, как в хорошо увлажненных, на берегах ручьев, в луговинах днищ балок, на территориях с периодическим подтоплением, так и в степных экотопах с низкой оводненностью. Популяции с высоким обилием (от 92 до 200 особей / 1 м²) обнаружены в Воронежской области на обочинах дорог [Гусев, Ермакова, 2008; Шиндер, 2009; Григорьевская и др., 2014; Белоус, Кухарук, 2016; Дакиева и др., 2017].

C. reticulatus относится к мирмекохорным видам. Исследователи рассматривают мирмекохорию (распространение семян муравьями) как важное свойство, способствующее как выживанию вида, так и процессам видообразования за счет усиления географической изоляции в условиях ограниченных расстояний расселения [Lengyel et al., 2009]. Также полагают, что распространению семян могут способствовать поверхностные воды [Григорьевская и др., 2014]. Отмечается, что *C. reticulatus* может размножаться вегетативно [Дакиева и др., 2017; Федяева и др., 2017].

Рядом исследователей изучается органогенез, морфо-анатомическое строение особей *C. reticulatus*. В зависимости от условий экотопа изменяется высота растений (6–20 см), длина листовой пластинки (6–14 см), длина луковицы (0,5–5 см), длина околоцветника (2–3 см), количество цветков. На одном цветоносе бывает от одного до трех цветков [Ljubisavljević et al., 2016; Григорьевская и др., 2014; Дакиева и др., 2017].

На Ставрополье *C. reticulatus* используют в качестве компонента травосмесей при создании агростепей – перспективного метода реинтродукции редких и исчезающих растений в составе агростепных полевых защитных полос как аналогов степных ассоциаций [Дзыбов, 2018; Дзыбов и др., 2019].

Благодаря высокой декоративности, а также экологической устойчивости *C. reticulatus* начинают рассматривать как вид, перспективный для использования в озеленении и декоративном цветоводстве [Саксонов, 2005]. Успешный опыт интродукции *C. reticulatus* имеется в Национальном ботаническом саду им. Н.Н. Гришко НАН Украины [Гриценко, 2017].

Территорию Белгородской и Воронежской областей рассматривают как периферийный изолированный рефугиум на северной и северо-западной границе ареала вида, значительно удаленный от центра. Изучают причины разрыва ареала, его генезис и динамику во времени и в пространстве [Григорьевская и др., 2014; Кузнецов, 2018; Шилова и др., 2019].

Ранее проведенными исследованиями установлено, что популяции различных видов растений, находящиеся на границах ареалов, могут представлять ценность как источник биологических ресурсов для введения в культуру и создания селекционных сортов [Чернявских и др., 2012; Думачева, Чернявских, 2014].

В связи с этим интерес могут представлять изучение географии, состава, продуктивности популяций *C. reticulatus* в условиях естественных сообществ овражно-балочных комплексов как составной части ландшафтов юга Среднерусской возвышенности. На основе полученных данных могут разрабатываться эффективные приемы использования, охраны и воспроизводства этого редкого вида, а также методы введения в культуру.

В связи с этим, основной целью исследований являлось изучение обилия цветущих особей (потенциально репродуктивную численность) *C. reticulatus* в двух модельных популяциях и их распространение в различных элементах мезорельефа балки по градиенту: верхняя часть склона – основание склона – днище балки.

Для достижения цели в задачи исследований входило: 1) сравнить общее обилие цветущих особей, обилие особей с двумя и более цветками на одном цветонесе и белоцветковых особей по градиенту склона в различных местообитаниях; 2) оценить влияние факторов градиента склона, местообитания популяции и условий года на потенциально репродуктивную численность.

Объекты и методы исследования

Объект исследований – две локальные популяции *C. reticulatus*. Популяции были выбраны в двух различных местообитаниях балки Смыков яр, размещенные на склонах северо-западной экспозиции. Балочный комплекс Смыков Яр входит в комплекс урочища «Управительственное», расположенного к юго-западу от х. Боготопин Вейделевского района Белгородской области. Координаты популяции № 1: 50°03'58" с. ш., 38°26'20" в. д., популяции № 2: 50°03'45.1" с. ш., 38°25'49.2" в. д.

Для территории характерны периодические засухи (каждые 3–4 года). Гидротермический коэффициент составляет 0.8–0.9, что указывает на преобладание испарения над величиной выпадающих осадков [Degtyar, Chernyavskih, 2004].

Комплексные стационарные мониторинговые исследования проводились на ключевых участках в 2018–2020 гг. в соответствии с программой и методикой биогеоценотических исследований [Программа и методика..., 1966].

Общий вид ключевых участков и профили местности по линии градиента высот между точками, построенные на основе данных теодолитной съемки и общий вид участка, показаны на рисунках 1 и 2.

Ключевые участки (общая площадь каждого участка 1 га) заложили в форме квадрата, со стороной 100 м, разбитого на ленточные трансекты шириной 10 м вдоль экологического градиента изменений абиотических факторов среды: верхняя часть склона балки – дно балки, поперек горизонталей (на рисунках 1 и 2 они обозначены прописными буквами латинского алфавита от А до J), и такие же трансекты заложили поперек экологического градиента, параллельно горизонталям (от 1 до 10). В результате был образован полигон, сформированный из ста стандартных квадратных геоботанических площадок площадью 100 м² каждая, размещенных в различных микрорельефных условиях мезорельефа склонов балок.

Для точного учета влияния комплекса микроландшафтных особенностей на обилие цветущих особей модельных популяций *C. reticulatus* участки расположили в двух основных ландшафтных фациях: склоне северной экспозиции, днище степной балки, а также переходной зоны между ними (талвег временного водотока).

Исследования проведены методом рендомизированных повторений. Отбор изучаемых площадок на каждом ярусе осуществляли в соответствии с таблицей случайных чисел. Повторность шестикратная.

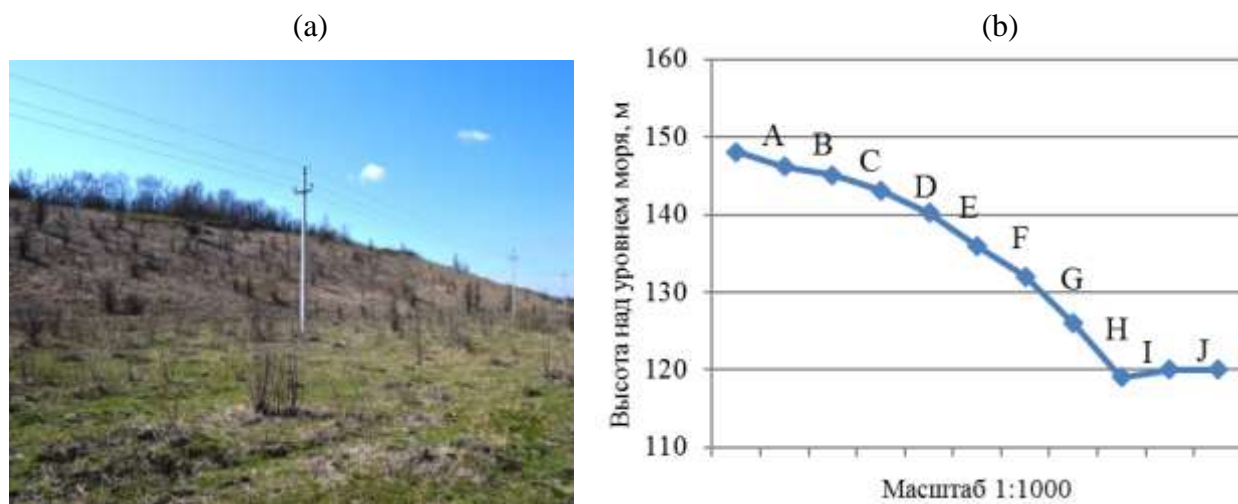


Рис. 1. Общий вид (а) и профиль местности (б) ключевого участка №1
 Примечание: А-Ж – Места размещения горизонтальных трансект на склоне и днище балки
 Fig. 1. General view (a) and terrain profile (b) of key site N 1
 Note: A-J – Placements of horizontal transects on the slope and bottom of the beam

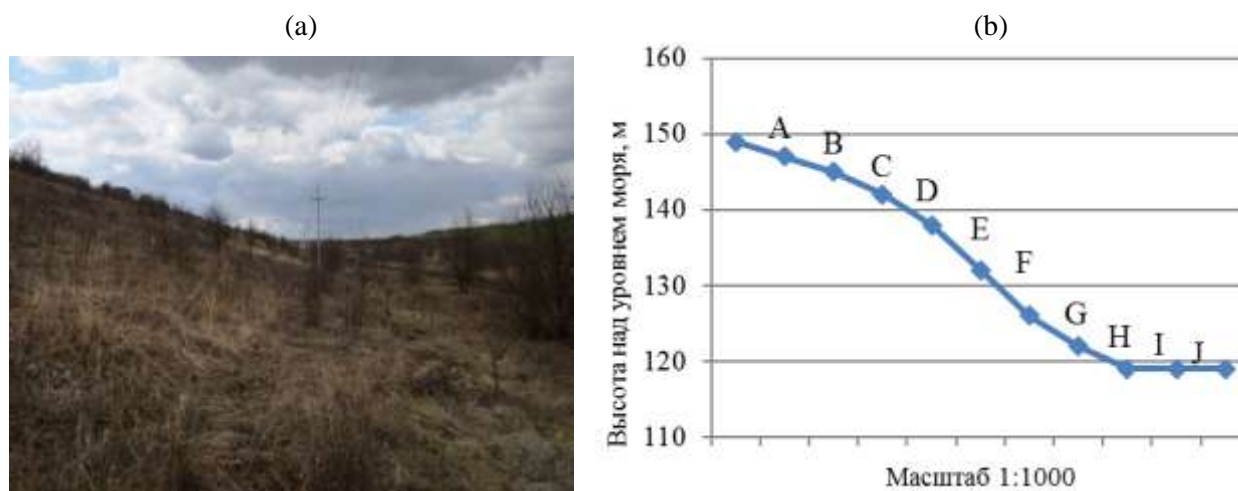


Рис. 2. Общий вид (а) и профиль местности (б) ключевого участка №2
 Примечание: А-Ж – Места размещения горизонтальных трансект на склоне и днище балки
 Fig. 2 General view (a) and terrain profile (b) of key site N 2
 Note: A-J – Placements of horizontal transects on the slope and bottom of the beam

Подсчет численности цветущих особей внутри каждой учетной площадки проводили выборочным методом, закладывая микротрансекты длиной 10 м и шириной 1 м (10 м²). Повторность пятикратная. Среднюю величину, полученную на основании данных по пяти микротрансектам, умноженную на десять, принимали за количество особей на каждой учетной площадке (экз./ 100 м²). Одновременно с этим оценивали количество особей, имеющих белую окраску цветков с фиолетовыми прожилками, количество особей с двумя и более цветками на одном цветоносе.

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа. Оценивали численность особей на основании данных, полученных на площадках 100 м² по каждому градиенту склона с последующим расчетом наименьшей существенной разницы (НСР₀₅).

Для оценки доли влияния различных факторов: «местообитание популяции» (фактор А), «градиент склона» (фактор В), фактор времени (годы исследований) на

результативный признак «обилие цветущих особей» в среднем за 2018–2020 гг. использовали дисперсионный анализ двухфакторного комплекса по схеме 2×10 [Доспехов, 2012].

Результаты исследований и их обсуждение

Балочный комплекс Смыков Яр расположен в юго-восточной части Белгородской области. На его территории, начиная с 2002 г., ведутся эколого-ботанические исследования и мониторинг за состоянием популяций редких и исчезающих видов растений сотрудниками ботанического сада и кафедры биологии НИУ «БелГУ». Не являясь ООПТ, это урочище обладает большим видовым разнообразием. Флористический список разнотравно-дерновинно-злакового степного сообщества балочного комплекса включает более 190 видов, относящихся к 127 родам из 35 семейств. Доля редких видов, занесенных в Красную книгу России и Белгородской области, составляет 6,3 %. Особое место на северных и северо-западных склонах балок занимают пионово-разнотравные сообщества с проективным покрытием *Paeonia tenuifolia* в момент цветения этого вида около 80 % [Дегтярь, Чернявских, 2005].

Примечательно, что с этими сообществами сопряжено распространение изучаемого нами вида, который способен во время цветения формировать аспекты ранней весной (рис. 3).



Рис. 3. Аспект *C. reticulatus* в урочище Смыков Яр (Вейделевский район, Белгородская область)
Fig. 3. Aspect of *C. reticulatus* in the tract Smykov Yar (Veidelevsky district, Belgorod region)

Ранее исследователями уже отмечался тот факт, что во флористическом окружении *C. reticulatus* очень часто высока встречаемость редких и мониторинговых видов [Шиндер, 2009; Кузнецов и др., 2013].

Показано, что на состояние популяций *C. reticulatus* отрицательно влияют крупнотравье, закустаривание, сжигание травы. В качестве мероприятий по сохранению популяций рекомендуется устанавливать режим заповедования, а если это сложно – чередовать пастбищное использование участков и кошение травостоя (до 2-х раз за сезон) [Григорьевская и др., 2014].

Обе популяции *C. reticulatus*, изученные нами, в значительной степени могут подвергаться антропогенному воздействию: выпасу скота, весенним палам. Периодически местообитания популяций подвергаются нарушению землероющими животными (слепышами) и мышами. Хотя это влияние не всегда можно оценивать, как отрицательное (рис. 4).

Ранее проведенными исследованиями установлено, что *C. reticulatus* является видом с широкой экологической амплитудой. Встречается в экотопах с различными условиям увлажнения, освещенности. Может адаптироваться к различным температурным режимам и почвенным разностям [Григорьевская и др., 2014; Белоус, Кухарук, 2016; Дакиева и др., 2017].

Исследователи отмечают, что локальные популяции *C. reticulatus* состоят из серии ценопопуляций, которые пространственно приурочены к различным экологическим коридорам: склонам балок, к опушечным экотонам и др. Полагают, что именно такое пространственное размещение способствует миграции диаспор *C. reticulatus* [Федяева и др., 2017].

Для склонового типа местности, даже в пределах склона одинаковой экспозиции характерны сложные почвенно-растительные взаимодействия, связанные с контрастностью микроклимата микро- и мезорельефа. Создаются условия либо оптимальные для развития растений, либо неблагоприятные, причем на небольшой площади. В связи с этим, важное значение может иметь изучение характера распространения особей популяций по элементам мезорельефа.



Рис. 4. Многоцветковый экземпляр *C. reticulatus* на пастбище с умеренным выпасом крупного рогатого скота

Fig. 4. Multi-flowered specimen of *C. reticulatus* in a pasture with moderate cattle grazing

На рисунке 5 приведены результаты наших исследований количества цветущих особей двух популяций на различных участках склона по градиенту от его вершины к днищу балки.

Установлено, что обилие *C. reticulatus* достоверно зависело от градиента склона. Не установлено отличий по численности цветущих особей внутри отдельных горизонтальных трансект.

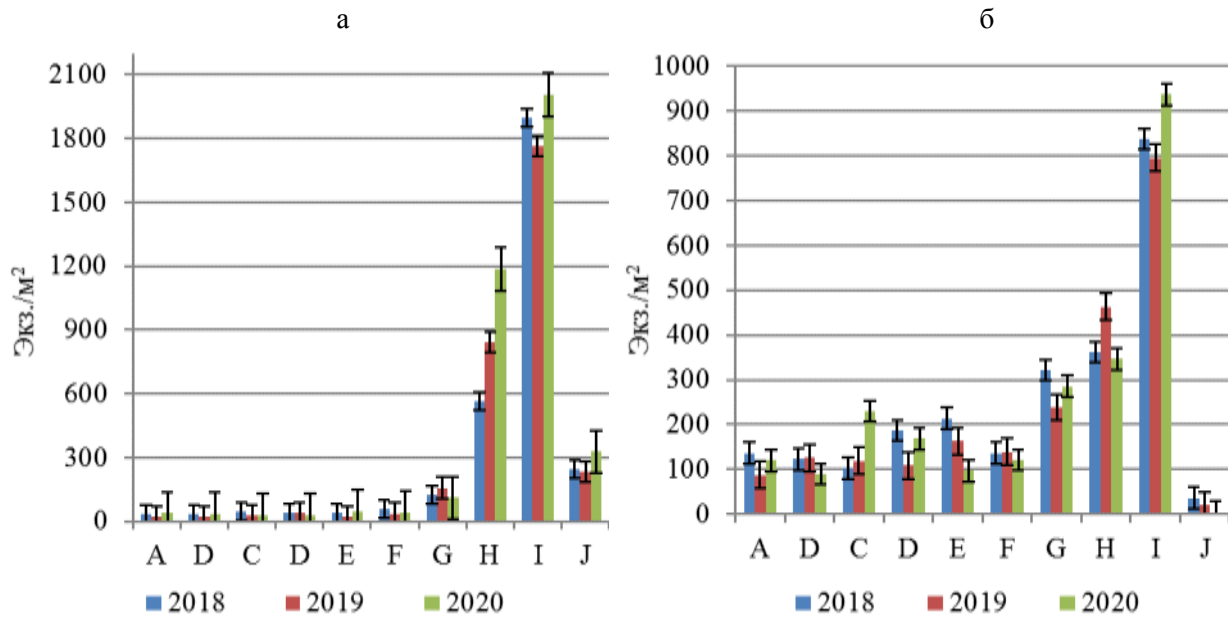


Рис. 5. Численность цветущих особей *C. reticulatus* на ключевых участках № 1 (а) и № 2 (б) в 2018-2020 гг.

Fig. 5. The number of flowering individuals of *C. reticulatus* in key plots N 1 (a) and N 2 (b) in 2018-2020

Результаты дисперсионного анализа однофакторных комплексов в отдельные годы показали, что сила влияния фактора «градиент склона» на результирующий признак «обилие цветущих особей» на ключевом участке № 1 составляла от 98.4 % в 2020 г. до 99.6 % в 2018 г., на ключевом участке № 2 – от 98.5 % в 2019 г. до 99.5 % в 2020 г.

На ключевом участке № 1 средняя численность цветущих особей на верхней и среднесклоновой части (трансекты от А до F) составляла от 30.3 до 44,8 экз./ 100 м² при Cv по годам 18.7–31.4 %.

Далее, по мере перехода трансекты в днище балки (F – H), отмечено увеличение обилия цветущих особей в среднем от 129.8 до 863.2 экз./ 100 м² с коэффициентом вариации по годам 18.7–35.9 %. Максимальное обилие цветущих особей наблюдалось на тальвеге балки (трансекта I) – до 1 890 экз./ 100 м² при Cv=6.4 %.

На трансекте J (приподнятая часть днища балки) отмечено снижение обилия особей, несмотря на близость участков друг к другу, до 267.4 экз./ 100 м² при Cv=19.2 %.

В среднем, на всем ключевом участке № 1 обилие цветущих особей изменялось от 307.6 экз./ 100 м² в 2018 г. до 384.5 экз./ 100 м² в 2020 г.

В среднем за 3 года исследований на ключевом участке № 1 отмечено обилие 336.2 экз./ 100 м² при Cv=179.6 % по градиенту склона.

Аналогичная тенденция увеличения численности цветущих особей *C. reticulatus* от верхнесклоновой части до тальвега, отмечена и на ключевом участке № 2. Установлено, что в среднесклоновой части этого участка обилие цветущих особей было в 3–4 раза выше по сравнению с участком № 1 и составляло в среднем 112.8–281.9 экз./ 100 м². А на тальвеге экземплярная насыщенность была ниже в 2–2,5 раза, при среднем обилии 856.7 экз./ 100 м². В сухой части днища балки отмечено снижение обилия цветущих особей с 36.0 экз./ 100 м² в 2018 г. до 5.0 экз./ 100 м² в 2020 г.

В среднем за 3 года исследований на ключевом участке № 2 отмечено обилие 237.4 экз./ 100 м² при Cv=101.1 % по градиенту склона.

Оценка влияния изучаемых факторов на результирующий признак «обилие цветущих особей» в среднем за 2018–2020 гг. методом двухфакторного дисперсионного анализа показала, что организованные факторы оказывали наиболее существенное влияние ($h^2x=97.7\%$) (табл. 1). Сила влияния повторений (условия года), составляла 0.2 %, а доля случайных ошибок – 2.1 %.

Таблица 1
Table 1

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа числа цветущих особей
C. reticulatus, в среднем за 2018-2020 гг.
The results of a two-way analysis of variance of the number of flowering individuals of
C. reticulatus, on average for 2018-2020

| Источник вариации | D | n-1 | s ² | F _ф | F _{st 0.05} | h ² _x |
|--|------------|-----|----------------|----------------|----------------------|-----------------------------|
| Результаты анализа в однофакторной интерпретации | | | | | | |
| Общее | 11822794.0 | 59 | | | | 100.0 |
| Повторений | 19777.1 | 2 | | | | 0.2 |
| Вариантов | 11549088.0 | 19 | 607846.8 | 91.0 | 1.9 | 97.7 |
| Случайное | 253929.2 | 38 | 6682.3 | | | 2.,1 |
| НСР _{0.05} = 113.1 | | | | | | |
| Результаты двухфакторного дисперсионного анализа | | | | | | |
| Фактор А | 146589.8 | 1 | 146589.8 | 21.9 | 4.1 | 1.2 |
| Фактор В | 9389494.0 | 9 | 1043277.1 | 156.1 | 2.1 | 79.5 |
| Взаимодействие АВ | 2013004.3 | 9 | 223667.1 | 33.5 | 2.1 | 17.0 |

Примечание. Фактор А – «местообитание популяции»; фактор В – «градиент склона»; D – сумма квадратов отклонений (девианта); n-1 – число степеней свободы; s² – дисперсия; h²_x – сила влияния на резульативный признак.

Note. Factor A – «Habitat of the population»; factor B – «Gradient of the slope»; D is the sum of the squared deviations (deviant); n-1 is the number of degrees of freedom; s² is the dispersion; h²_x – force of influence on the effective attribute.

Анализ доли влияния организованных факторов показал, что наибольшую силу влияния на резульативный признак оказывал фактор В – «градиент склона» – h²_x=79.5 %. Фактор А «местообитание популяции» и взаимодействие факторов оказывали значительно меньшее влияние на численность особей – соответственно 1.2 и 17.0 %.

Исследованиями, проведенными в различных регионах, установлено, что в популяциях *C. reticulatus* имеется дифференциация по цвету околоцветника. Наиболее распространена обычная сине-фиолетовая окраска. Однако встречаются как белые с фиолетовым рисунком, с голубоватыми заостренными лопастями, альбиносы – особи без рисунка, полностью белые экземпляры [Григорьевская и др., 2014].

В изучаемых нами популяциях встречались особи *C. reticulatus* как с сине-фиолетовой окраской цветков, так и белоцветковые экземпляры с фиолетовым рисунком (рис. 6).



Рис. 6. Особи *C. reticulatus* с сине-фиолетовой окраской цветков (а)
и белоцветковые экземпляры с фиолетовым рисунком (б)
Fig. 6. Individuals *C. reticulatus* with blue-violet color of flowers (a)
and white-flowered specimens with a purple pattern (b)

Абсолютно альбиносных форм не наблюдали. Имелись особи *C. reticulatus* с переходной окраской с различным оттенком сине-фиолетовой окраски околоцветника.

Количество белоцветковых особей *C. reticulatus* на ключевых участках приведено на рисунке 7.

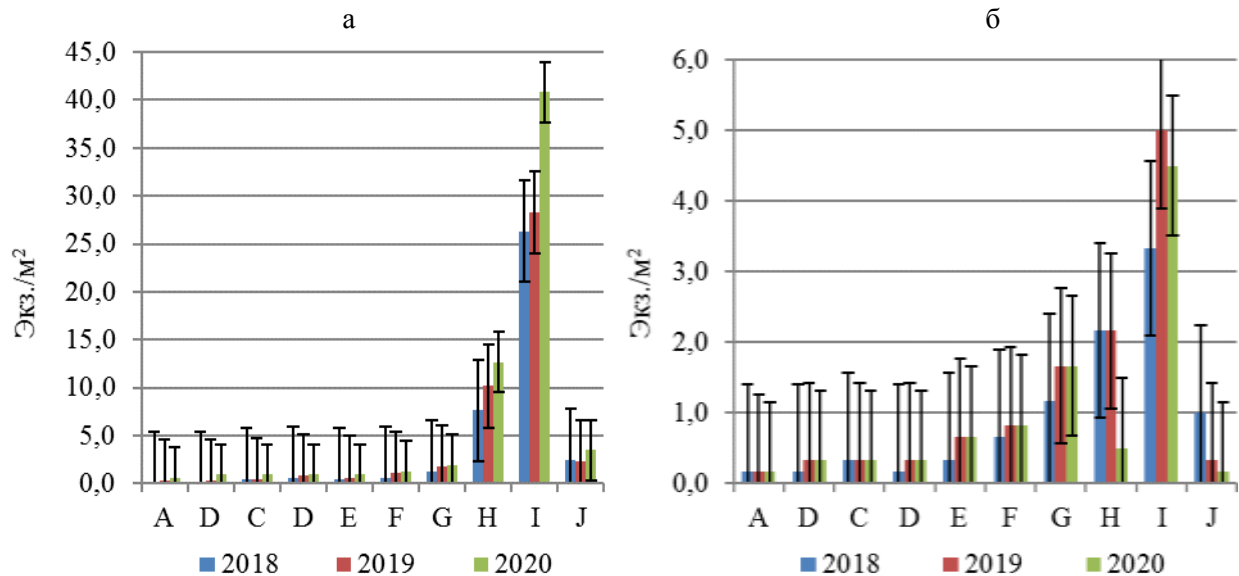


Рис. 7. Численность белоцветковых особей с фиолетовым рисунком *C. reticulatus* на ключевых участках № 1 (а) и № 2 (б) в 2018-2020 гг.

Fig. 7. The number of white-flowered individuals with a purple pattern of *C. reticulatus* in key plots N 1 (a) and N 2 (b) in 2018–2020

Общее количество белоцветковых особей изменялось в пределах от 0.2 до 2.0 экз./ 100 м² в среднесклонной части на ключевом участке № 1, и от 26 до 40 экз./ 100 м² на тальвеге. В целом, за три года на участке № 1 доля белоцветковых особей в общей численности популяции колебалась по градиентам склона от 1.0 до 2.0 % и составляла в среднем по участку 1.7 % с Cv по градиенту склона 30.7 %. Отмечена тенденция увеличения доли белоцветковых особей в популяции на участке № 1 от 1.1 % в 2018 г. до 2.3 % в 2020 г.

Общее количество белоцветковых особей *C. reticulatus* на участке № 2 изменялось в пределах от 0.2 до 0.8 экз./ 100 м² в среднесклонной части, и от 3.3 до 5.0 экз./ 100 м² на тальвеге.

В целом за три года на участке № 2 доля белоцветковых особей в популяции колебалась по градиентам склона от 0.2 % до 3.4 % и составляла в среднем по участку 0.6 % особей от общей популяции с Cv по градиенту склона 122.1 %.

Размещение белоцветковых особей *C. reticulatus* было более спорадическим и носило достаточно случайный характер. На участке № 1 сила влияния фактора «градиент склона» на результирующий признак «количество белоцветковых особей» колебалась от 76.7 % до 96.0 % и имела тенденцию к увеличению по годам – от 2018 г. к 2020 г. Случайное варьирование снижалось от 20.1 % в 2018 г. до 3.8 % в 2020 г.

На участке № 2 доля влияния фактора градиента склона на результирующий признак «количество белоцветковых особей» колебалась от 51.7 % в 2018 г. до 73.5 % в 2020 г. Случайное варьирование снижалось от 45.9 в 2018 г. до 25.8 в 2020 г.

Таким образом, размещение белоцветковых особей *C. reticulatus* на участке № 2 носило более случайный характер, по сравнению с участком № 1. Однако изучаемый фактор «градиент склона» на обоих участках оказывал достоверное влияние на результирующий признак во все годы исследований – $F_{\phi} > F_{st\ 0.05}$.

Оценка влияния различных изучаемых факторов на резульативный признак «число белоцветковых особей» *C. reticulatus* в среднем за 2018–2020 гг. методом двухфакторного дисперсионного анализа показала, что организованные факторы оказывали достоверно существенное влияние $h^2_x=95.3\%$, $F_\phi > F_{st\ 0.05}$ (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа числа белоцветковых особей *C. reticulatus*, в среднем за 2018–2020 гг.

The results of a two-way analysis of variance of the number of white-flowered individuals of *C. reticulatus*, on average for 2018–2020.

| Источник вариации | D | n-1 | s ² | F _φ | F _{st 0.05} | h ² _x |
|--|--------|-----|----------------|----------------|----------------------|-----------------------------|
| Результаты анализа в однофакторной интерпретации | | | | | | |
| Общее | 3050.6 | 59 | | | | 100.0 |
| Повторений | 15.5 | 2 | | | | 0.5 |
| Вариантов | 2908.4 | 19 | 153.1 | 45.9 | 1.9 | 95.3 |
| Случайное | 126.6 | 38 | 3.3 | | | 4.2 |
| НСР _{0.05} = 2,9 | | | | | | |
| Результаты двухфакторного дисперсионного анализа | | | | | | |
| Фактор А | 244.7 | 1 | 244.7 | 73.4 | 4.1 | 8.0 |
| Фактор В | 1650.9 | 9 | 183.4 | 55.0 | 2.1 | 54.1 |
| Взаимодействие АВ | 1012.9 | 9 | 112.5 | 33.8 | 2.1 | 33.2 |

Примечание. Фактор А – «местообитание популяции»; фактор В – «градиент склона»; D – сумма квадратов отклонений (девианта); n-1 – число степеней свободы; s² – дисперсия; h²_x – сила влияния на резульативный признак.

Note. Factor A – «Habitat of the population»; factor B – «Gradient of the slope»; D is the sum of the squared deviations (deviant); n-1 is the number of degrees of freedom; s² is the dispersion; h²_x – force of influence on the effective attribute.

Фактор градиента склона оказывал наиболее существенное влияние по сравнению с фактором местообитания на распространение белоцветковых форм *C. reticulatus*. Однако отмечено значительная доля влияния взаимодействия факторов. Фактор условий года не оказывал большого влияния – $h^2_x=0.5\%$.

Важным показателем при изучении популяций *C. reticulatus*, который зависит от условий экотопа, является количество цветков на одном цветоносе [Григорьевская и др., 2014; Дакиева и др., 2017].

Исследования показали, что наибольшее число многоцветковых особей приурочено к нижнесклоновой части (рис. 8). Их численность в зоне тальвега составляла на ключевом участке № 2 (трансекта I) от 768.2 экз./ 100 м² в 2018 г. до 1008.8 экз./ 100 м² в 2020 г. В верхнесклоновой и среднесклоновой части их количество колебалось от 1.0 до 6.3 экз./ 100 м².

В среднем по ключевому участку № 1 отмечена тенденция увеличения количества многоцветковых форм по градиенту верхнесклоновой части до тальвега в среднем за 3 года от 1.7 на трансекте А до 826.5 экз./ 100 м² на трансекте I. В процентном отношении эта динамика составляла от 6.2 % в верхнесклоновой части до 43.5 % на тальвеге.

Особняком стоит трансекта J на повышенной части днища балки. Здесь количество особей аналогично верхнесклоновой части и составляет 6.8 % или 18.2 экз./ 100 м².

На ключевом участке № 2 отмечена аналогичная тенденция. Выявлено, что по сравнению с участком № 1 доля многоцветковых особей ниже, и составляла в среднем за 3 года 26.8 экз./ 100 м², незначительно колеблясь по годам (Cv=10.8 %).

Как и в случае с белоцветковыми формами, результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта выявили достоверное влияние организованных факторов на резульативный признак «число особей с двумя и более цветкам на одном цветоносе» (табл. 3).

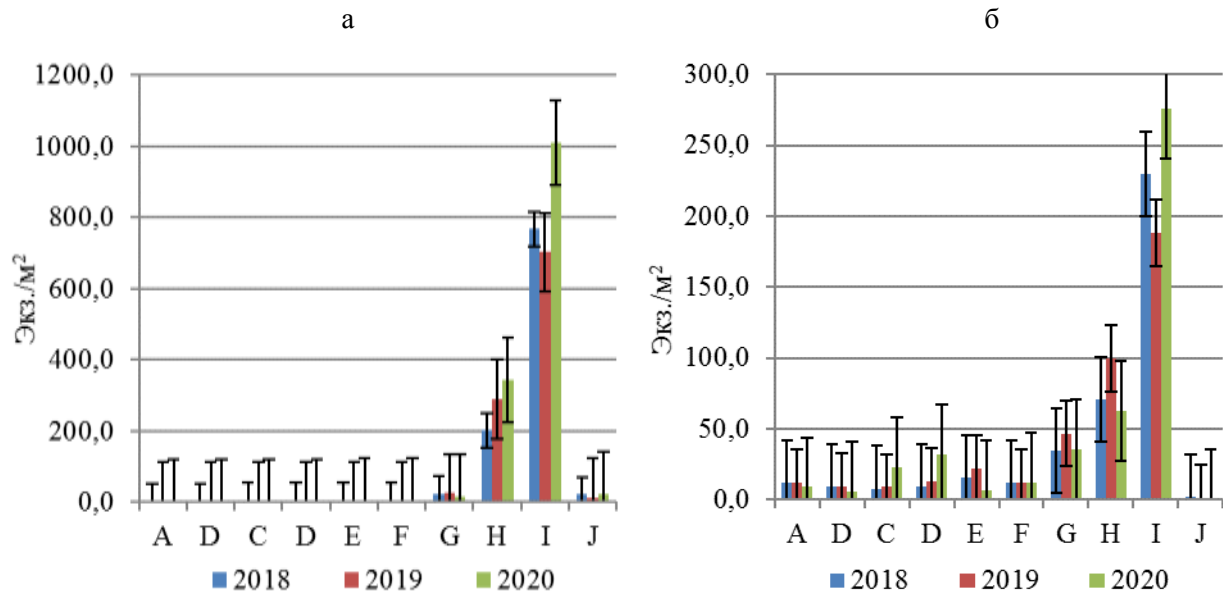


Рис. 8. Численность особей *C. reticulatus* с двумя и более цветкам на одном цветоносе на ключевых участках № 1 (а) и № 2 (б)

Fig. 8. The number of individuals of *C. reticulatus* with two or more flowers on the same peduncle in key areas N 1 (a) and N 2 (b)

Таблица 3

Table 3

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа численности особей *C. reticulatus* с двумя и более цветкам на одном цветоносе, в среднем за 2018-2020 гг.

The results of a two-way analysis of the abundance of *C. reticulatus* individuals with two or more flowers on the same peduncle, on average for 2018-2020.

| Источник вариации | D | n-1 | s^2 | F_ϕ | $F_{st0.05}$ | h^2_x |
|--|-----------|-----|----------|----------|--------------|---------|
| Результаты анализа в однофакторной интерпретации | | | | | | |
| Общее | 2158149.5 | 59 | | | | 100.0 |
| Повторений | 5766.4 | 2 | | | | 0.3 |
| Вариантов | 2090612.3 | 19 | 110032.2 | 67.7 | 1.9 | 96.9 |
| Случайное | 61770.8 | 38 | 1625.5 | | | 2.9 |
| НСР _{0.05} = 65,6 | | | | | | |
| Результаты двухфакторного дисперсионного анализа | | | | | | |
| Фактор А | 80825.7 | 1 | 80825.7 | 49.7 | 4.1 | 3.7 |
| Фактор В | 1497302.0 | 9 | 166366.9 | 102.3 | 2.1 | 69.4 |
| Взаимодействие АВ | 512484.6 | 9 | 56942.7 | 35.0 | 2.1 | 23.7 |

Примечание. Фактор А – «местообитание популяции»; фактор В – «градиент склона»; D – сумма квадратов отклонений (девианта); n-1 – число степеней свободы; s^2 – дисперсия; h^2_x – сила влияния на результативный признак.

Note. Factor A – «Habitat of the population»; factor B – «Gradient of the slope»; D is the sum of the squared deviations (deviant); n-1 is the number of degrees of freedom; s^2 is the dispersion; h^2_x – force of influence on the effective attribute.

Доля изучаемых факторов статистически значима, однако доля влияния фактора «градиент склона» максимальна – 69.4 %. Независимо от условий года, влияние которых составляет 0.3 % в общей изменчивости результативного признака, условия градиента склона оказываются решающими для численности особей *C. reticulatus* с двумя и более цветкам на одном цветоносе.

Заключение

Проведенные исследования показали, что изучаемые организованные факторы: «местообитание популяции» и «градиент склона», оказывают существенное, математически доказанное влияние на резульативный признак «обилие цветущих особей» *C. reticulatus* в условиях балочных комплексов. Не установлено математически доказанного влияния фактора «условия года».

Наибольшая численность генеративных особей *C. reticulatus* установлена в нижней части склонов степных балок на узкой экотонной полосе перехода склона в днище балки. В этой же части мезорельефа формируются лучшие условия для роста численности особей с двумя и более цветкам на одном цветоносе. Здесь создаются более благоприятные условия для роста и развития вида, в которых он способен формировать потенциально большее репродуктивное усилие.

Размещение и численность белоцветковых особей *C. reticulatus* с фиолетовым рисунком на изученных ключевых участках носит случайный характер, но фактор «градиент склона» оказывает наиболее сильное влияние. Случайность размещения таких особей, по-видимому, определяется, в первую очередь, «эффектом основателя» и явлением мирмекохории (распространение семян муравьями), что может способствовать процессу географической изоляции и созданию узколокальных популяций, обладающих рядом специфических признаков, в том числе полезных с хозяйственной точки зрения для введения в культуру и селекции.

Заложение стационарных площадок и проведение многолетних стационарных исследований методом рендомизированных повторений с выделением контролируемых (организованных) факторов, является эффективным инструментом анализа динамики и численности популяций *C. reticulatus* в тесном взаимодействии с условиями среды.

Список литературы

1. Белоус В.Н., Кухарук М.Ю. 2016. Растительные сообщества обнажений коренной породы северо-западных пределов Ставропольской возвышенности. *Наука. Инновации. Технологии*, 4: 109–126.
2. Григорьевская А.Я., Гусев А.В., Сергеев Д.Ю., Владимиров Д.Р., Ермакова Е.И., Зуева Н.Д. 2014. Новые сведения о распространении и экологии *Crocus reticulatus* (Iridaceae) в средней полосе европейской России. *Ботанический журнал*, 99 (8): 931–938.
3. Гриценко В.В. 2017. Фіторізноманіття ботаніко-географічної ділянки «Степи України» у Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України. *Лісове і садово-паркове господарство*, 12: 3–14.
4. Гусев А.В., Ермакова Е.И. 2008. Охраняемые растения планируемого природного парка «Ровеньской». Участок «Сарма». В кн.: Особо охраняемые природные территории: состояние, проблемы и перспективы развития. Материалы VII международной науч.-практ. конференции школьников (п. Борисовка, 24 апреля 2008 г.). Белгород: Изд-во «Везелица»: 156–159.
5. Дакиева М.К., Хашиева Л.С., Бекботова Х.С. 2017. Эколого-биологические особенности вида *Crocus reticulatus* (Iridaceae) в условиях республики Ингушетия. *Ботанический вестник Северного Кавказа*, 1: 5–10.
6. Дегтярь О.В., Чернявских В.И. 2005. Растительность балки «Управительственная» и проблемы ее охраны. *Научные ведомости БелГУ. Сер. Химия и биология*, 2 (22), 1: 139–141.
7. Дзыбов Д.С. 2018. Растительность Ставропольского края. Ставрополь, Издательство «АГРУС», 492 с.
8. Дзыбов Д.С., Лапенко Н.Г., Дружинин В.А., Дудченко Л.В., Орлов О.Е., Шлыкова Т.Д. 2019. Активное воспроизводство и рациональное использование ресурсов естественной травяной растительности в Ставропольском крае. Практические рекомендации. Ставрополь: Цех оперативной полиграфии «Северо-Кавказский ФНАЦ», 28 с.
9. Доспехов Б.А. 2012. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию, 352 с.

10. Думачева Е.В., Чернявских В.И. 2014. Биологический потенциал бобовых трав в естественных сообществах эрозионных агроландшафтов Центрального Черноземья. *Кормопроизводство*, 4: 8–11.
11. Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. 2014. Издание 2-е. Т. 2 Науч. ред. В.В. Федяева. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 344 с.
12. Красная книга Белгородской области. По общ. ред. Ю.А. Присного. Белгород: Издательский дом «БелГУ», 2019. 668 с.
13. Кузнецов Б.И., Негроров О.П., Моисеева Е.В., Воронин А.А. Редкие и мониторинговые виды во флористическом окружении шафрана сетчатого (*Crocus reticulatus* Steven ex Adams) на юго-западе Россошанского района Воронежской области. В кн.: Структурно-функциональные изменения в популяциях и сообществах на территориях с разным уровнем антропогенной нагрузки. Материалы XII Международной научно-практической экологической конференции (Белгород, 09-12 октября 2012 г.). Белгород: НИУ «БелГУ»: 110–111.
14. Кузнецов Б.И., Негроров В.В., Моисеева Е.В. 2013. Флористическое окружение шафрана сетчатого (*Crocus reticulatus* Steven ex Adams) на юго-западе Воронежской области. В кн.: Современная ботаника в России. Труды XIII Съезда Русского ботанического общества и конференции «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна», в 3-х томах (Тольятти, 16-22 сентября 2013 г.): 98–99.
15. Кузнецов Б.И. 2018. Шафран сетчатый. В кн.: Красная книга Воронежской области. Воронеж: 257.
16. Программа и методика биогеоценологических исследований. 1966. Под ред. В.Н. Сукачева, Н.В. Дылиса. М.: Наука, 334 с.
17. Саксонов С.В. 2005. Ресурсы флоры Самарской Луки. Самара, 416 с.
18. Федяева В.В., Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н., Ермолаева О.Ю. 2017. Мониторинг популяций редких видов растений на территории памятника природы «Разнотравно-типчакково-ковыльная степь» (Ростовская область). *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 125: 258–273.
19. Червона книга України. Рослинний світ. 1996. За заг. ред. Ю.Р. Шеляга-Сосонка. К.: Вид. УЕ, 608 с.
20. Чернявских В.И., Титовский А.Г., Шарко Р.А., Шинкаренко О.В., Думачева Е.В. 2012. Опыт селекции и семеноводства люцерны и других трав в ЗАО «Краснояржская зерновая компания». *Достижения науки и техники АПК*. 12: 14–17.
21. Шилова И.В., Петрова Н.А., Лаврентьев М.В., Богослов А.В. 2019. К распространению *Crocus reticulatus* на территории Воронежской области. *Бюл. Бот. Сада Саратов. гос. ун-та*, 17 (2–3): 179–181.
22. Шиндер О.І. 2009. Поширення та стан популяцій *Crocus reticulatus* (Iridaceae) і *Tulipa quercetorum* (Liliaceae) на території Східного Поділля. *Укр. ботан. журн.*, 66 (4): 489–497.
23. Alsayied N.F., Fernandez J.A., Schwarzacher T., Heslop-Harrison J.S. 2015. Diversity and relationships of *Crocus sativus* and its relatives analysed by inter-retroelement amplified polymorphism (IRAP). *Ann Bot. Sep*; 116 (3): 359–68. doi: 10.1093/aob/mcv103.
24. Birgitta Bremer, Kare Bremer, Mark W. Chase, Michael F. Fay, James L. Reveal [et al.]. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161 (2): 105–121. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
25. Degtyar O.V., Chernyavskikh V.I. 2004. About Steppe Communities State of the South-East of Belgorod Region. *Herald of Nizhniy Novgorod University Named After Lobachevsky. Biology*, 2: 254.
26. Dumacheva E.V., Cherniavskih V.I., Tokhtar V.K., Tokhtar L.A., Pogrebnyak T.A., Horolskaya E.N., Gorbacheva A.A., Vorobyova O.V., Glubsheva T.N., Markova E.I., Filatov S.V. 2017. Biological Resources of the Hyssopus L. on the South of European Russia and Prospects of its Introduction. *International Journal of Green Pharmacy*, 11 (3): 476–480.
27. Dumacheva E.V., Cherniavskih V.I., Gorbacheva A.A., Vorobyova O.V., Borodaeva Z.A., Elena Bepalova N., Ermakova L.R. 2018. Biological Resources of the Fabaceae Family in the Cretaceous South of Russia as a Source of Starting Material for Drought-Resistance Selection. *International Journal of Green Pharmacy*, 12 (2): 354–358.
28. Erol O., Kaya H.B., Şik L., Tuna M. Can L., Tanyolaç M.B. 2014. The genus *Crocus*, series *Crocus* (Iridaceae) in Turkey and 2 East Aegean islands: a genetic approach. *Turk. J. Biol.*, 38: 48–62.

29. Harpke D., Meng S., Kerndorff H., Rutten T., Blattner F.R. 2013. Phylogeny of *Crocus* (Iridaceae) based on one chloroplast and two nuclear loci: ancient hybridization and chromosome number evolution. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 66: 617–627.
30. Harpke D., Blattner F.R., Peruzzi L., Kerndorff H., Karamplianis T., Constantinidis T., Randelović V., Randelović N., Jušković M., Pasche E. 2014. Phylogeny, Geographic Distribution, and New Taxonomic Circumscription of the *Crocus reticulatus* Species Group (Iridaceae). *Turkish Journal of Botany*, 38 (6): 1182–1198. <https://doi.org/10.3906/bot-1405-606>
31. Harpke D., Carta A., Tomovic G., Randelovic V., Randelovic N., Blattner F.R., Peruzzi L. 2015. Phylogeny, karyotype evolution and taxonomy of *Crocus* series Verni (Iridaceae). *Plant Systematics and Evolution*. January, 301(1): 309–325 DOI: 10.1007/s00606-014-1074-0Evol.
32. Karamplianis T., Tsiftsis S., Constantinidis T. 2013. The genus *Crocus* (Iridaceae) in Greece: some noteworthy floristic records and karyotypes. *Phytol Balcan.* 19: 53–56.
33. Kerndorff H., Pasche E. 2011. Two new taxa of *Crocus* (Liliiflorae, Iridaceae) from Turkey. *Stapfia*, 95: 2–5.
34. Kerndorff H., Pasche E., Blattner F.R., Harpke D. 2013. *Crocus biflorus* Miller (Liliiflorae, Iridaceae) in Anatolia – Part IV. *Stapfia*, 99: 159–186.
35. Lengyel S., Gove A.D., Latimer A.M., Majer J.D., Dunn R.R. 2009. Ants Sow the Seeds of Global Diversification in Flowering Plants. *PLoS ONE*, 4 (5): e5480. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005480>.
36. Ljubisavljević I., Raca I., Juskovic M., Randjelovic V. 2016. Comparative morpho-anatomical analysis of species *Crocus reticulatus* Steven ex Adam (Iridaceae) from Serbia. In: 5th Congress of Ecologists of the Republic of Macedonia with International Participation, At Ohrid, Macedonia: 100.
37. Randelović N, Randelović V, Hristovski N. 2012. *Crocus jablanicensis* (Iridaceae), a new species from the Republic of Macedonia, Balkan Peninsula. *Ann Bot Fenn.*, 49: 99–102.
38. Schneider I., Kerndorff H., Pasche E. 2013. Chromosome numbers of Turkish *Crocus* (Liliiflorae, Iridaceae) and their geographical distribution. *Feddes Repert.*, 123: 73–79.

References

1. Belous V.N., Kukharuk M.YU. 2016. Rastitel'nyye soobshchestva obnazheniy korennoy porody severo-zapadnykh predelov Stavropol'skoy vozvyshechnosti [Plant communities of bedrock outcrops of the northwestern limits of the Stavropol Upland]. *Nauka. Innovatsii. Tekhnologii*, 4: 109–126.
2. Grigorevskaya A. Ya., Gusev A.V., Sergeev D. Yu., Vladimirov D.R., Ermakova E.I., Zueva N.D. 2014. New data on distribution and ecology of *Crocus reticulatus* (Iridaceae) in the Central European Russia. *Botanicheskii zhurnal*, 99 (8): 931–938. (in Russian)
3. Hrytsenko V.V. 2017. Fitoriznomanittya botaniko-heohrafichnoyi dilyanky «Stepy Ukrainy» u Natsional'nomu botanichnomu sadu im. M. M. Hryshka NAN Ukrainy [Phytodiversity of the botanical and geographical area "Steppes of Ukraine" in the National Botanical Garden]. *Lisove i sadovo-parkove hospodarstvo*, 12: 3–14.
4. Gusev A.V., Yermakova Ye.I. 2008. Okhranyayemyye rasteniya planiruyemogo prirodnogo parka «Roven'skoy». Uchastok «Sarma» [Protected plants of the planned natural park «Rovenskoj». Plot «Sarma»]. V kn.: Osobo okhranyayemyye prirodnyye territorii: sostoyaniye, problemy i perspektivy razvitiya [Specially Protected Natural Areas: Status, Problems and Development Prospects]. Materials of the VII International scientific-practical conference of schoolchildren (Borisovka, April 24, 2008). Belgorod: Publishing House «Weselitsa»: 156–159.
5. Dakiyeva M.K., Khashiyeva L.S., Bekbotova K.H.S. 2017. Ekologo-biologicheskiye osobennosti vida *Crocus reticulatus* (Iridaceae) v usloviyakh respubliki Ingushetiya [Ecological and biological features of the species *Crocus reticulatus* (Iridaceae) in the Republic of Ingushetia]. *Botanicheskii vestnik Severnogo Kavkaza*, 1: 5–10.
6. Degtyar' O.V., Chernyavskikh V.I. 2005. Rastitel'nost' balki «Upravitel'stvennaya» i problemy yeye okhrany [Vegetation of the «Upravitel'stvennaya» beam and problems of its protection]. *Nauchnyye vedomosti BelGU. Ser. Khimiya i biologiya*, 2 (22), 1: 139–141.
7. Dzybov D.S. 2018. Rastitel'nost' Stavropol'skogo kraya [Vegetation of the Stavropol Territory.]. Stavropol', Izdatel'stvo «AGRUS», 492 s.
8. Dzybov D.S., Lapenko N.G., Druzhinin V.A., Dudchenko L.V., Orlov O.Ye., Shlykova T.D. 2019. Aktivnoye vosproizvodstvo i ratsional'noye ispol'zovaniye resursov yestestvennoy travyanoy rastitel'nosti v Stavropol'skom kraye [Active reproduction and rational use of natural grass vegetation

resources in the Stavropol Territory]. Prakticheskiye rekomendatsii. Stavropol': Tsekh operativnoy poligrafii «Severo-Kavkazskiy FNATS», 28 s.

9. Dospikhov B.A. 2012. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. M.: Kniga po Trebovaniyu, 352 s.

10. Dumacheva E.V., Cherniavskih V.I. 2014. Biologicheskiy potentsial bobovykh trav v yestestvennykh soobshchestvakh erozionnykh agrolandshaftov Tsentral'nogo Chernozem'ya [The biological potential of legumes in natural communities of erosive agrolandscapes of the Central Black Earth Region]. *Kormoproizvodstvo*, 4: 8–11.

11. Krasnaya kniga Rostovskoy oblasti. Rasteniya i griby [Red Book of the Rostov region. Plants and mushrooms]. 2014. Izdaniye 2-ye. T. 2 Nauch. red. V.V. Fedyayeva. Rostov-na-Donu: Minprirody Rostovskoy oblasti, 344 s.

12. Krasnaya kniga Belgorodskoy oblasti [Red Book of Belgorod Region]. Po obshch. red. YU.A. Prsnogo. Belgorod: Izdatel'skiy dom «BelGU», 2019. 668 s.

13. Kuznetsov B.I., Negrobov O.P., Moiseyeva Ye.V., Voronin A.A. Redkiye i monitoringovyie vidy vo floristicheskom okruzhenii shafrana setchatogo (*Crocus reticulatus* Steven ex Adams) na yugo-zapade Rossoshanskogo rayona Voronezhskoy oblasti [Rare and monitoring species in the floristic environment of net saffron (*Crocus reticulatus* Steven ex Adams) in the south-west of the Rossoshansky district of the Voronezh region.]. V kn.: Strukturno-funktsional'nyye izmeneniya v populyatsiyakh i soobshchestvakh na territoriyakh s raznym urovnem antropogennoy nagruzki [Structural and functional changes in populations and communities in territories with different levels of anthropogenic load]. Materialy XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy ekologicheskoy konferentsii [Materials of the XII International Scientific and Practical Environmental Conference] (Belgorod, 09-12 oktyabrya 2012 g.). Belgorod: NIU «BelGU»: 110–111.

14. Kuznetsov B.I., Negrobov V.V., Moiseyeva Ye.V. 2013. Floristicheskoye okruzheniye shafrana setchatogo (*Crocus reticulatus* Steven ex Adams) na yugo-zapade Voronezhskoy oblasti [Floral surroundings of net saffron (*Crocus reticulatus* Steven ex Adams) in the south-west of the Voronezh region]. V kn.: Sovremennaya botanika v Rossii [Modern Botany in Russia]. Proceedings of the XIII Congress of the Russian Botanical Society and the conference «Scientific basis for the protection and rational use of vegetation cover of the Volga basin», in 3 volumes (Tolyatti, September 16-22, 2013): 98–99.

15. Kuznetsov B.I. 2018. Shafran setchatyy [Saffron mesh]. V kn.: Krasnaya kniga Voronezhskoy oblasti [Red Book of the Voronezh Region]. Voronezh: 257.

16. Programma i metodika biogeotsenologicheskikh issledovaniy [Program and methodology of biogeocenological studies]. 1966. Pod. red. V.N. Sukacheva, N.V. Dylisa. M.: Nauka, 334 s.

17. Saksonov S.V. 2005. Resursy flory Samarskoy Luki [Flora Resources of Samara Lake]. Samara, 416 s.

18. Fedyayeva V.V., Shmarayeva A.N., Shishlova ZH.N., Yermolayeva O.YU. 2017. Monitoring populyatsiy redkikh vidov rasteniy na territorii pamyatnika prirody «Raznotravno-tipchakovo-kovyl'naya step'» (Rostovskaya oblast') [Monitoring of populations of rare plant species on the territory of the nature monument "Forbidden-fescue-feather grass steppe" (Rostov Region)]. *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 125: 258-273.

19. Chervona knyha Ukrayiny. Roslynnyy svit [Red Book of Ukraine. Flora.]. 1996. Za zah. red. YU.R. Shelyaha-Sosonka. K.: Vyd. UE, 608 s.

20. Cherniavskih V.I., Titovskiy A.G., Sharko R.A., Shinkarenko O.V., Dumacheva E.V. 2012. Opyt selektsii i semenovodstva lyutserny i drugikh trav v ZAO «Krasnoyaruzhskaya zernovaya kompaniya» [The experience of selection and seed production of alfalfa and other herbs in ZAO «Krasnoyaruzhskaya Grain Company»]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 12: 14–17.

21. Shilova I.V., Petrova N.A., Lavrent'yev M.V., Bogoslov A.V. 2019. K rasprostraneniyu *Crocus reticulatus* na territorii Voronezhskoy oblasti [To the distribution of *Crocus reticulatus* in the territory of the Voronezh region.]. *Byul. Bot. Sada Sarat. gos. un-ta*, 17 (2–3): 179–181.

22. Shynder O.I. 2009. Poshyrennya ta stan populyatsiy *Crocus reticulatus* (Iridaceae) i *Tulipa quercetorum* (Liliaceae) na terytoriyi Skhidnoho Podillya [Distribution and status of populations of *Crocus reticulatus* (Iridaceae) and *Tulipa quercetorum* (Liliaceae) in the territory of Eastern Podillya.]. *Ukr. botan. zhurn.*, 66 (4): 489–497.

23. Alsayied N.F., Ferna'ndez J.A., Schwarzacher T., Heslop-Harrison J.S. 2015. Diversity and relationships of *Crocus sativus* and its relatives analysed by inter-retroelement amplified polymorphism (IRAP). *Ann Bot. Sep*;116 (3): 359-68. doi: 10.1093/aob/mcv103.

24. Birgitta Bremer, Kare Bremer, Mark W. Chase, Michael F. Fay, James L. Reveal [et al.]. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161 (2): 105–121. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
25. Degtyar O.V., Chernyavskikh V.I. 2004. About Steppe Communities State of the South-East of Belgorod Region. *Herald of Nizhniy Novgorod University Named After Lobachevsky. Biology*, 2: 254.
26. Dumacheva E.V., Cherniavskih V.I., Tokhtar V.K., Tokhtar L.A., Pogrebnyak T.A., Horolskaya E.N., Gorbacheva A.A., Vorobyova O.V., Glubsheva T.N., Markova E.I., Filatov S.V. 2017. Biological Resources of the Hyssopus L. on the South of European Russia and Prospects of its Introduction. *International Journal of Green Pharmacy*, 11 (3): 476–480.
27. Dumacheva E.V., Cherniavskih V.I., Gorbacheva A.A., Vorobyova O.V., Borodaeva Z.A., Elena Bespalova N., Ermakova L.R. 2018. Biological Resources of the Fabaceae Family in the Cretaceous South of Russia as a Source of Starting Material for Drought-Resistance Selection. *International Journal of Green Pharmacy*, 12 (2): 354–358.
28. Erol O., Kaya H.B., Şık L., Tuna M. Can L., Tanyolaç M.B. 2014. The genus *Crocus*, series *Crocus* (Iridaceae) in Turkey and 2 East Aegean islands: a genetic approach. *Turk. J. Biol.*, 38: 48–62.
29. Harpke D., Meng S., Kerndorff H., Rutten T., Blattner F.R. 2013. Phylogeny of *Crocus* (Iridaceae) based on one chloroplast and two nuclear loci: ancient hybridization and chromosome number evolution. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 66: 617–627.
30. Harpke D., Blattner F.R., Peruzzi L., Kerndorff H., Karamplianis T., Constantinidis T., Randelović V., Randelović N., Jušković M., Pasche E. 2014. Phylogeny, Geographic Distribution, and New Taxonomic Circumscription of the *Crocus reticulatus* Species Group (Iridaceae). *Turkish Journal of Botany*, 38 (6): 1182–1198. <https://doi.org/10.3906/bot-1405-606>
31. Harpke D., Carta A., Tomovic G., Randelovic V., Randelovic N., Blattner F.R., Peruzzi L. 2015. Phylogeny, karyotype evolution and taxonomy of *Crocus* series *Verni* (Iridaceae). *Plant Systematics and Evolution. January*, 301(1): 309–325 DOI: 10.1007/s00606-014-1074-0Evol.
32. Karamplianis T., Tsiftsis S., Constantinidis T. 2013. The genus *Crocus* (Iridaceae) in Greece: some noteworthy floristic records and karyotypes. *Phytol Balcan.* 19: 53–56.
33. Kerndorff H., Pasche E. 2011. Two new taxa of *Crocus* (Liliiflorae, Iridaceae) from Turkey. *Stapfia*, 95: 2–5.
34. Kerndorff H., Pasche E., Blattner F.R., Harpke D. 2013. *Crocus biflorus* Miller (Liliiflorae, Iridaceae) in Anatolia – Part IV. *Stapfia*, 99: 159–186.
35. Lengyel S., Gove A.D., Latimer A.M., Majer J.D., Dunn R.R. 2009. Ants Sow the Seeds of Global Diversification in Flowering Plants. *PLoS ONE*, 4 (5): e5480. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005480>.
36. Ljubisavljević I., Raca I., Juskovic M., Randjelovic V. 2016. Comparative morpho-anatomical analysis of species *Crocus reticulatus* Steven ex Adam (Iridaceae) from Serbia. In: 5th Congress of Ecologists of the Republic of Macedonia with International Participation, At Ohrid, Macedonia: 100.
37. Randelović N, Randelović V, Hristovski N. 2012. *Crocus jablanicensis* (Iridaceae), a new species from the Republic of Macedonia, Balkan Peninsula. *Ann Bot Fenn.*, 49: 99–102.
38. Schneider I., Kerndorff H., Pasche E. 2013. Chromosome numbers of Turkish *Crocus* (Liliiflorae, Iridaceae) and their geographical distribution. *Feddes Repert.*, 123: 73–79.

Поступила в редакцию 20.03.2020

**Ссылка для цитирования статьи
For citation**

Чернявских В.И., Глубшева Т.Н. О некоторых особенностях обилия цветущих особей *Crocus reticulatus* в различных элементах мезорельефа балок юга Среднерусской возвышенности. Полевой журнал биолога. 2 (2): 147–163. DOI: 10.18413/2658-3453-2020-2-2-147-163

Cherniavskih V.I., Glubsheva T.N. About Some Features of the Ability of Flowering Specials *Crocus reticulatus* in Various Elements of the Mesorelief of Beams in the Southern of the Middle Russian Hill. Field Biologist Journal. 2 (2): 147–163. DOI: 10.18413/2658-3453-2020-2-2-147-163