

УДК 574.3

DOI: 10.24412/2072-8816-2024-18-4-81-96

СОХРАНЕНИЕ *EREMURUS SPECTABILIS* M. VIEB. *IN SITU* И *EX SITU* В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

© 2024 Ю.В. Ибатулина

Донецкий ботанический сад
пр-т Ильича, 110, г. Донецк, 283023, Донецкая Народная Республика, Россия
e-mail: j.ibatulina@yandex.ru

Аннотация. Установлено современное состояние естественных и интродукционных популяций *Eremurus spectabilis* M. Vieb. путем изучения их плотности, возрастного состава, пространственного размещения особей в природных местообитаниях и в составе экспериментальной степи в условиях Донбасса. Приведены значения интегральных показателей, отражающих динамические процессы: индексы генеративности, замещения, возобновления, старения. Ценопопуляции наиболее устойчивы в условиях склоновых местообитаний в разреженных петрофитно-степных и степных фитоценозах. Перспективным путем сохранения *E. spectabilis* является его культивирование.

Ключевые слова: *Eremurus spectabilis* M. Vieb., ценопопуляция, особо охраняемая природная территория, искусственный фитоценоз, плотность, возрастной состав, пространственное размещение

Поступила в редакцию: 31.05.2024. **Принято к публикации:** 10.11.2024.

Для цитирования: Ибатулина Ю.В. 2024. Сохранение *Eremurus spectabilis* M. Vieb. *in situ* и *ex situ* в Донецкой Народной Республике. — Фиторазнообразие Восточной Европы. 18(4): 81–96. DOI: 10.24412/2072-8816-2024-18-4-81-96

ВВЕДЕНИЕ

На территории Донецкой Народной Республики (ДНР) на крутых склонах балок и холмов сохранились ограниченные по площади участки с уникальными степными растительными сообществами, сформировавшиеся на специфических материнских породах (мелах, известняке, мергеле). Выявление, подтверждение местонахождений таких самобытных объектов, насыщенных раритетными, эндемичными, реликтовыми видами растений, оценка их ботанической репрезентативности направлены на решение задач сохранения биоразнообразия (Xu et al., 2016; Abramova et al., 2019), которое дает возможность научно обосновать и скорректировать режим их охраны. При планировании и проведении природоохранных мероприятий необходим мониторинг популяций раритетных представителей местной флоры. Популяционные показатели видов отражают их положение в составе фитоценозов, перспективы развития, степень антропогенной трансформации фитосистем (Barlybayeva, Ishmuratova, 2020). Эффективность сохранения уникальных природных комплексов повышает сочетание методов охраны *in situ* и *ex situ*, результатов изучения динамики интродукционных популяций видов в условиях искусственных фитосистем, являющихся перспективной средой сохранения генофонда раритетной фракции аборигенной флоры. Определение успешности интродукции растений может использоваться для оценки возможности и

целесообразности применения культивирования *ex situ* с целью восстановления численности природных популяций редких видов (Godefroid et al., 2011).

Цель – определить современное состояние природных и интродукционных популяций *Eremurus spectabilis* M. Vieb., для достижения которой решены следующие задачи: составлена характеристика природных растительных сообществ; изучены базовые популяционные параметры (плотность, возрастной состав, тип пространственного размещения особей); определена успешность интродукции вида в условиях Донецкого ботанического сада (ДБС).

МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили в ООПТ «Балка Горькая» (Амвросиевский р-н, ДНР), и на территории ДБС (реинтродукционный участок, новый экспериментальный степной участок (заложен в 2017 г.), экспозиция «Курган» (1969–1971 гг.), входящая в состав комплекса натуральных моделей степной растительности «Искусственные степи». Пробные площадки закладывали в пределах контуров выявленных растительных сообществ с помощью трансект шириной 1 м и длиной 5–10 м, состоящих из прилегающих друг к другу учетных площадок по 1 м². На небольших участках закладывали серию трансект, примыкающих друг к другу длинной стороной. В каждом фитоценозе проводили учет особей определенного онтогенетического состояния на 30 учетных площадках. Счетная единица – особь.

Для изучения эколого-демографических параметров интродукционных и природных популяций *E. spectabilis* использовали общепринятые методы (Uranov, Smirnova, 1969; Zlobin et al., 2013), и ряд интегральных показателей: индексы восстановления (I_B), замещения (I_3), старения (I_C), генеративности (I_T), возрастности (Δ) и эффективности (ω) (Osmanova, Zhivotovsky, 2020). По индексу I_3 выделяли ценопопуляции неустойчивые ($I_3 < 1$), перспективные ($I_3 > 1$), угасающие ($I_3 = 0$) (Zhukova, Polyanskaya, 2013). Для определения характера самоподдержания популяций использовали I_B : $I_B > 2$ – эффективно; $1 < I_B < 2$ – умеренно; $I_B < 1$ – слабо (Osmanova, Zhivotovsky, 2020). Учитывали общее проективное покрытие фитоценозов (ОПП) и частное (ЧПП) в %. Среднюю плотность определяли как число особей (счетных единиц) на 1 м². Тип пространственного размещения особей определяли по отношению дисперсии к средней: $\frac{\sigma^2}{m}$, где σ^2 – дисперсия, m – среднее (Gilyarov, 1990). Показатель почти равен

единице – размещение случайное, больше – контагиозное, меньше – регулярное. Для изучения взаимосвязей между признаками ценопопуляции (доля особей молодой вегетативной фракции), условиями окружающей среды (крутизна склона, экспозиция), ОПП и ЧПП вида применили метод непараметрического анализа: коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r_s). Статистический анализ получен при помощи программ MS Excel 2010 и Statistica с использованием стандартных показателей – доверительный интервал $p = 0,95$ (Zaitsev, 1990). Оценку успешности интродукции проводили по оригинальной 8-балльной шкале (Prykhodko et al., 2022): 1 – особи плохо приживаются, семена плохо всходят, погибают в первый год; 2 – отдельные особи приживаются, переносят зиму, могут зацвести, жизненность низкая, погибают в течение нескольких лет; 3 – неплохо приживаются, цветут, жизненность средняя, плохо переносят зиму и засуху, поражаются болезнями, плодоносят нерегулярно; 4 – нормально плодоносят, рост угнетен, зимо- засухоустойчивы, редко поражаются болезнями и вредителями; 5 – устойчивы, стабильно проходят малый и большой циклы онтогенеза, жизненность высокая; 6 – устойчивы, нерегулярный или единичный самосев и вегетативное потомство, жизненность высокая или средняя; 7 – высокоустойчивы, жизненность высокая, обильный самосев или вегетативное

размножение, иногда по биопродуктивности превышают особи из природы; 8 – натурализуются, спонтанно расселяются за пределы участков. Описания растительных сообществ даны с учетом эколого-фитоценологических характеристик видов (Didukh, 2011). Названия растений приведены в соответствии с последним обзором сосудистых растений флоры Донбасса (Ostapko et al., 2010).

Eremurus spectabilis – дизъюнктивный, восточнопричерноморско-малоазиатско-иранский вид, постплейстоценовый ксеротермический реликт. На территории ДНР находится под угрозой исчезновения (Chervona..., 2010).

E. spectabilis – многолетник до 1,0–1,5 м высотой с коротким дисковидным корневищем. Листья в прикорневой розетке, широколинейные, килеватые, длиной 23–36 см, шириной – 0,4–2,7 см. Цветки светло-желтые, до 2 см в диаметре, собраны в длинную (до 50 см) кисть, околоцветник лейковидного-колокольчиковидный, буровато-желтый. Цветонос – безлистный. Цветение – в мае, плодоношение – в июне. Плод – коробочка. Весенне-раннелетнезеленый вид. (Chervona..., 2010). Размножается преимущественно семенным путем (Kuzmenko et al., 2018). Мезоксерофит, факультативный петрофит, кальцефил. Произрастает в составе разреженных растительных сообществ типичных и каменистых степей на сухих прогреваемых склонах балок на выходах карбонатных пород или на слаборазвитых почвах с карбонатной подпочвой (Shmaraeva et al., 2014a). Дизъюнктивные участки ареала *E. spectabilis* находятся на территории ДНР (Chervona..., 2009; Chervona..., 2010), в Закавказье, Иране, Малой и Передней Азии, Копетдаге; на юге европейской части России, в Предкавказье, на Северном Кавказе (Krasnaya..., 2008).

РЕЗУЛЬТАТЫ

ООПТ «Балка Горькая» занимает левый склон юго-восточной и южной экспозиции сухой балки, впадающей в долину р. Крынка. Распространены среднегумусные, карбонатные почвы, подстилаемые мергелем мелового периода. Преобладают растительные сообщества настоящей, каменистой и луговой степи. В нижней части склонов представлены демутиационно-дигрессивные фитосистемы, формирование которых определил ранее проводимый интенсивный выпас. Наибольшую ценность имеют уникальные для ДНР растительные сообщества с участием *E. spectabilis*.

Петрофитно-степные фитоценозы, включая ковыльники, с преобладанием факультативных и облигатных петрофитных видов и ксерофильных полукустарничков сосредоточены в верхней и средней части склонов балки. Участие степных элементов в этих фитоценозах варьирует от 63 до 70 % от ОПП. Доля настоящих ксерофитов составляет 58–64 %, плотнодерновинных злаков и осок – 43–60 и 40 %, злаков и разнотравья – до 38 и 40 %.

В качестве субдоминанта *Eremurus spectabilis* (ценопопуляция № 1) отмечен в составе фитоценозов с доминированием льна Черняева – *Linum czernjaëvii* Klokov в верхней и средней частях склонов (уклон 40°). Вертикальная структура четко выраженная – трехъярусная. ОПП 70 %, ЧПП льна Черняева – до 25 %, *Eremurus spectabilis* – 20 %. На долю *Festuca valesiaca* Gaudin приходится до 20 % ЧПП, *Bromopsis riparia* (Rehmann) Holub – до 10 %, *Poa compressa* L., *Salvia nutans* L. и *Tanacetum millefolium* (L.) Tzvelev – 5–7 %. Постоянны с ЧПП 1–3 % *Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv., *Chrysocyathus wolgensis* (Steven) Holub, *Potentilla schurii* Fuss ex Zimmeter, *Convolvulus lineatus* L., *Gypsophila oligosperma* A. Krasnova, *Pseudolysimachion barrelieri* (Schott) Holub, *Veronica sclerophylla* Dubovik, *Astragalus onobrychis* L., *Pimpinella titanophila* Woronow, *Euphorbia cretophila* Klokov, *Asperula cretica* Klokov, *Onosma tanaitica* Klokov, *Thymus cretaceus* Klokov et Des.-Shost., *Jurinea brachycephala* Klokov, *Linum tenuifolium* L., *Iris taurica* Lodd. и др. Видовая насыщенность составляет 40–45 видов на 100 м², 15–21 на 1 м².

По флористическому составу и организации подобными являются фитоценозы с подавляющим доминированием *Teucrium polium* L. (ЧПП 25 %) (ценопопуляция *Eremurus spectabilis* № 2, ЧПП вида – 10 %). ОПП составляет 60 %. Уклон склона – 45°.

В верхней части склонов (уклон 45) сформировались тимьянники (ценопопуляция № 3), ОПП составляет 55 %. ЧПП *Thymus cretaceus* – 15–25 %, *Eremurus spectabilis* – 20 %, *Linum czernjaëvii* и *Gypsophila oligosperma* – до 10 %, *Teucrium polium* – до 5–10 %. Постоянны (ЧПП не более 1 %) *Astragalus austriacus* Jacq., *Centaurea carbonata* Клоков, *Asperula cretica*, *Alyssum desertorum* Stapf. Вертикальная структура растительных сообществ 3-х-ярусная. Видовая насыщенность – 45–47 видов на 100 м², 20–25 на 1 м².

В эремурово-валиссскоовсяницевоом сообществе (ОПП 70 %, уклон 40°) *Eremurus spectabilis* произрастает наиболее плотно (№ 5, ЧПП 25 %), четко его выделяя на фоне других фитоценозов, создавая золотисто-желтый аспект в период цветения.

Волосистоковыльники петрофитной степи сосредоточены в средней части склона с уклоном до 35°. Микрорельеф ложбинистый. ОПП достигает 70 %. ЧПП *Stipa capillata* L. составляет 20–40 %, *Festuca valesiaca* – 10–20%, *Bromopsis riparia* – до 10 %, *Eremurus spectabilis* – 15 % (ценопопуляция № 4). Постоянны в качестве примеси (ЧПП не более 3 %) *Caragana frutex* (L.) K. Koch, *Thalictrum minus* L., *Thymus marschallianus* Willd., *Asparagus polyphyllus* Steven, *Galatella villosa* (L.) Rchb. f. и др. Вертикальная структура 3-х-ярусная. Видовая насыщенность: 39–46 видов на 100 м², 10–18 на 1 м².

Граффоковыльник петрофитной степи (ценопопуляция *Eremurus spectabilis* № 6, ЧПП – 10 %) занимает среднюю часть склона (уклон 35°). Доминирующими видами (ЧПП от 5 до 15 %) являются *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata*, *Salvia nutans*, *Pilosella echioides* (Lumn.) F. Schult et Sch. Bip., *Achillea pannonica* Scheele, *A. nobilis* L., виды рода *Thymus* L., *Cephalaria uralensis* (Murray) Roem. ent Schult. и др. Вертикальная структура 3-х-ярусная. Видовая насыщенность: 45–47 видов на 100 м², 22–25 на 1 м². ОПП – 65 %.

Близкими по структуре являются граффо- и лессинговоковыльники типичной степи, которые выявлены на более пологих элементах склонов (30°) (ценопопуляции *Eremurus spectabilis* № 7–8 с ЧПП 7–10 % от ОПП 75 %). Общей чертой является высокое участие степных элементов, из которых преобладают настоящие ксерофиты (от 50 до 72 %). На разнотравье приходится 25–36 %, осоки – 13 %.

Прибрежнокостречовое сообщество типичной степи с участием *Eremurus spectabilis* (ЧПП 10 %, ценопопуляция № 9) занимает среднюю часть склона (уклон до 25°). ОПП составляет 75 %. Характерна 3-ярусная вертикальная структура. На долю *Bromopsis riparia* приходится до 20 % от ОПП. Субдоминанты характеризуются ЧПП от 5 до 10 %: *Poa compressa*, *Festuca valesiaca*, *Linum czernjaëvii*, *Teucrium polium*, *Salvia nutans* др. Постоянными являются виды с ЧПП от 3 до 5 %: *Elytrigia trichophora* (Link) Nevski, *Pseudolysimachion barrelieri*, *Achillea pannonica*, *A. nobilis*, *Medicago romanica* Prodán. В качестве примеси (ЧПП от 1 до 3 %) встречаются *Convolvulus lineatus*, *Goniolimon tataricum* (L.) Boiss., *Limonium platyphyllum* Lincz., *Marrubium praecox* Janka, *Thymus marschallianus* и др. Видовая насыщенность – 45–56 видов на 100 м², 22–27 на 1 м².

Кустарниковая степь представлена, в основном, миндальниками, которые занимают небольшие, лентовидные участки в средней части склона (уклон до 45°). ОПП – 75 %. В фитоценозе с участием *Eremurus spectabilis* (ценопопуляция № 10, ЧПП – 10 %) на долю *Amygdalus nana* L. приходится 25–55 %, *Teucrium polium* (10–20 %), *Pimpinella titanophila* (7–10 %). Постоянными видами с ЧПП не более 5 % являются *Clematis lathyriifolia* Besser ex Rchb., *Vinca herbacea* Waldst. et Kit., *Thymus dimorphus* Клоков et Des.-Shost., *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort., *Linum czernjaëvii* и др.

В нижней части склона (уклон до 5°) черноземный слой хорошо сформирован и не подвержен водной эрозии. Преобладают типчатники луговой степи, в составе которых может встречаться *Eremurus spectabilis* с ЧПП 5 – 7 % (ценопопуляции № 11, 12). На долю *Festuca valesiaca* приходится от 30 до 45 % от ОПП 85–90 %. Роль субдоминантов

(ЧПП от 10 до 20 %) выполняет ряд типичных, степных видов *Marrubium praecox*, *Poa compressa*, *Bromopsis riparia*, *Achillea pannonica*, *Securigera varia* (L.) Lassen, *Medicago romanica* и др. Постоянны с ЧПП до 5 % *Salvia tesquicola* Klokov et Pobed., *Euphorbia stepposa* Zoz ex Prokh., *Eryngium campestre* L., *Potentilla obscura* Willd. и др. Вертикальная структура 3-х-ярусная. Видовая насыщенность: 45–57 видов на 100 м², 17–24 на 1 м².

Ползучепырейное лугово-степное сообщество с участием *Eremurus spectabilis* (ЧПП – 5 %) занимает лентовидный участок в нижней части склона (уклон 10°) (ценопопуляция № 13). ОПП – 100 %. ЧПП *Elytrigia repens* (L.) Nevski составляет 40 % *Festuca valesiaca* – 10–15 %, *Achillea pannonica* – до 10 %, на *Stipa capillata* приходится 3–5 %, *Poa compressa* – 5–7 %, *Salvia nutans* и *Euphorbia stepposa* – до 5 %. Спорадически встречаются *Salvia tesquicola*, *Melica transsilvanica* Schur, *Echinops sphaerocephalus* L. Вертикальная структура – четко выраженная 3-ярусная. Видовая насыщенность составляет 35–45 видов на 100 м², 15–21 на 1 м².

В нижней части склонов (уклон 10°) узкой полосой тянется и лугово-степные ранее выпасаемые шандро-сжатомятликовые растительные сообщества. ОПП достигает 90 %. В фитоценозе с участием *Eremurus spectabilis* с ЧПП 5 % (ценопопуляция № 14) доминируют *Marrubium praecox* (ЧПП 20–30 %), *Poa compressa* (15–25 %), *Achillea pannonica* (15–20 %), *Festuca valesiaca* (до 15 %). Рассеянно встречаются с ЧПП не более 1–3 % *Cynoglossum officinale* L., *Elytrigia repens*, *Echium vulgare* L., *Alcea rugosa* Alef. и др. Видовая насыщенность – 40–47 видов на 100 м², 17–20 на 1 м².

Основные формы воздействия на растительный покров в ООПТ – сеть грунтовых дорог, близкое расположение разновозрастных залежей, хозяйственных построек, полей. Основная угроза для *E. spectabilis* – уничтожение естественной среды обитания в случае стихийной добычи мергеля. Одной из форм сохранения генофонда является искусственная популяция, длительный период сохраняющая или увеличивающая численность без подсева или подсадки растений (Guseinova, 2022).

В ДБС *Eremurus spectabilis* культивируется с 1969 г. (Katalog..., 1988), с 2008 г., выращивается на участке площадью 823 м² с целью получения массового посадочного материала и семян для реинтродукции. Ежегодно отмечается появление обильного самосева, который успешно развивается, что свидетельствует о перспективности размножения и сохранения этого вида *ex situ* (Kozub-Ptitsa, 2010; Prykhodko et al., 2017).

Натурные модели в экспозициях «Экспериментальные степные участки», «Курган» – устойчивые, саморегулирующиеся системы. По биоморфологической, экологической, систематической, фенологической структуре подобны естественным разнотравно-типчачково-ковыльным фитоценозам на обыкновенных лессовых черноземах (Kondratyuk, Chuprina, 1992; Ibatulina, 2023).

В экспозиции «Курган» (популяция *Eremurus spectabilis* № 15), представляющей собой невысокий искусственный холм (уклон 20°), условия произрастания в некоторой степени подобны условиям склоновых местообитаний. *E. spectabilis* (ЧПП – 15 %) внесен в состав волосистоковыльника, в котором хорошо выделяются три подъяруса. ОПП – 80 %. Устойчивую основу формируют ксерофитные эдификаторы: *Festuca valesiaca* (ЧПП 20 %), *Agropyron pectinatum* – до 10 %, *Stipa ucrainica* P.A. Smirn. – 7 %, *S. lessingiana* Trin. et Rupr. – 7 %, *S. grafiana* Steven – 10 %, *S. capillata* – 25 %, *Koeleria cristata* (L.) Pers. – 5–10 %, *Bromopsis riparia* – 10 %. Из разнотравья наиболее представлены (ЧПП 5–10 %) *Achillea stepposa* Klokov et Krytzka, *Artemisia austriaca* Jacq., *Galatella villosa*, *Fragaria campestris* Steven, *Teucrium polium* и др. Видовая насыщенность – 43–65 видов на 100 м².

Основу нового фитоценоза в экспозиции «Экспериментальные степные участки» (уклон 2°, популяция *Eremurus spectabilis* № 16, ЧПП – 7 %) составляют *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata*, *Stipa joannis* Čelak., *S. grafiana*, *S. lessingiana*, *S. tirsia* Steven, *S. zaleskii* Wilensky. В 2023 г. преобладают типичные степные виды растений,

некоторые факультативные петрофиты. Из разнотравья выделяются *Aster bessarabicus* Bernh. ex Rchb., *Centaurea orientalis* L., *Inula germanica* L., *Astragalus onobrychis* L., *Galium ruthenicum* Willd., *Veronica sclerophylla* Dubovik, *Phlomis pungens* Willd., *Salvia tesquicola*, *Pulsatilla bohemica* (Scalický) Tzvelev, *P. patens* (L.) Mill., *Linum czernjajevii*, *L. hirsutum* L., *L. nervosum* Waldst. et Kit., *L. tenuifolium* L., *Crambe tataria* Sebeók. Видовая насыщенность – 47 видов на 100 м². ОПП – 70 %. Процессы формирования фитоценоза еще продолжают, но уже не так активно, направлены на стабилизацию модели. По мере развития интродукционных популяций возможно перераспределение особей в пространстве, изменение их плотности, ЧПП видов и их ценотической роли в целом.

На территории «Балка Горькая» в петрофитно-степных фитоценозах выявлены нормальные, полносоставные ценопопуляции *Eremurus spectabilis* № 1–6 (рисунок) с высокой плотностью (таблица), которые относятся к молодым и переходным.

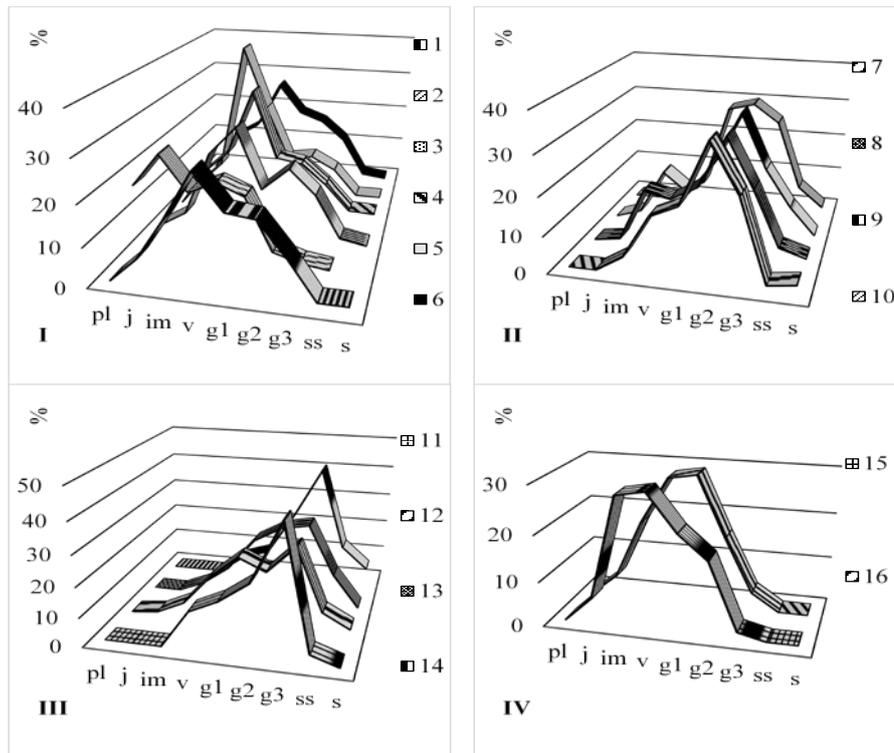


Рис. Возрастные спектры природных и искусственных популяций *Eremurus spectabilis* M. Bieb.: I – петрофитно-степные растительные сообщества (1 – валискоовсяничево-черняевольновое сообщество, 2 – валискоовсяничево-беловойлочнодубровниковое сообщество, 3 – валискоовсяницевый тимьянник, 4 – валискоовсяничево-волосистоковыльник, 5 – эремурово-валискоовсяничево сообщество, 6 – лессингово-граффоковыльник); II – типичные степные и кустарниково-степные растительные сообщества (7 – валискоовсяничево-граффоковыльник, 8 – валискоовсяничево-лессинговоковыльник, 9 – граффоковыльно-прибрежнокостречное сообщество, 10 – низкоминдальник); III – лугово-степные растительные сообщества (11 – узколистномятликово-валискоовсяничево сообщество, 12 – безостнокостречное-валискоовсяничево сообщество, 13 – валискоовсяничево-ползучепырейное сообщество, 14 – шандро-сжатомятликовое сообщество); IV – искусственные степные сообщества (15 – фитоценоз в экспозиции «Курган», 16 –разнотравно-дерновиннозлаковый фитоценоз)

Fig. Age spectra of natural and artificial populations of *Eremurus spectabilis* M. Bieb.: I – petrophytic-steppe plant communities (1 – those with dominating *Festuca valesiaca* Gaudin

and *Linum czernjajevii* Klokov, 2 – with dominating *Festuca valesiaca* Gaudin and *Teucrium polium* L., 3 – with dominating *Festuca valesiaca* Gaudin and *Thymus cretaceus* Klokov et Des.-Shost., 4 – with dominating *Festuca valesiaca* Gaudin and *Stipa capillata* L., 5 – with dominating *Eremurus spectabilis* M. Bieb and *Festuca valesiaca* Gaudin, 6 – with dominating *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. and *Stipa grafiana* Stev.; II – typical steppe and shrub-steppe plant communities (7 – with dominating *Festuca valesiaca* Gaudin and *Stipa grafiana* Stev., 8 – with dominating *Festuca valesiaca* Gaudin and *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. 9 – with dominating with dominating *Bromopsis riparia* (Rehmann) Holub and *Stipa grafiana* Stev., 10 – with dominating *Amygdalus nana* L.; with dominating *Festuca valesiaca* Gaudin and *Bromopsis riparius* (Rehmann) Holub); III – meadow-steppe plant communities (11 – with dominating *Poa angustifolia* L. and *Festuca valesiaca* Gaudin, 12 – with dominating *Bromopsis inermis* Leyss. and *Festuca valesiaca* Gaudin, 13 – with dominating *Festuca valesiaca* Gaudin and *Elytrigia repens* (L.) Nevski, 14 – with dominating *Marrubium vulgare* and *Poa compressa* L.; IV – artificial steppe communities (15 – phytocenosis at the exposition «Kurgan», 16 – multi-grass-turf phytocenosis)

Таблица. Популяционные характеристики природных и искусственных популяций *Eremurus spectabilis* M. Bieb.

Table. Population characteristics of natural and artificial populations of *Eremurus spectabilis* M. Bieb.

№	I_{Γ}/I_g	I_B/I_{Γ}	I_c/I_a	I_3/I_{Γ}	Тип популяции / Type of population		Плотность (особи / м ²) / Density (individuals / m ²)
					ω	Δ	
1	48,2	49,8	12,4	101,2	0,572	0,271	$12,1 \pm 0,9$
					молодая/young		2,4
2	53,0	44,2	22,0	74,0	0,582	0,322	$6,3 \pm 0,7$
					молодая/young		3,7
3	44,7	54,7	14,1	117,2	0,559	0,279	$11,5 \pm 1,2$
					молодая/young		3,9
4	38,5	59,9	13,1	141,0	0,513	0,245	$8,3 \pm 1,1$
					молодая/young		4,3
5	28,6	71,1	8,6	241,9	0,428	0,191	$14,5 \pm 2,1$
					молодая/young		4,2
6	47,2	51,9	13,3	105,2	0,557	0,271	$6,5 \pm 1,7$
					молодая/young		3,4
7	75,6	20,8	27,1	25,7	0,747	0,419	$4,3 \pm 0,9$
					зрелая/mature		3,6
8	66,2	30,9	22,3	42,7	0,685	0,385	$6,1 \pm 0,7$
					переходная/transitive		3,5
9	67,3	25,0	27,2	33,7	0,693	0,419	$7,2 \pm 0,8$
					переходная/transitive		3,4
10	83,4	33,8	8,8	8,9	0,778	0,480	$6,5 \pm 0,9$
					зрелая/mature		2,6
11	83,9	46,2	13,3	14,8	0,778	0,523	$2,4 \pm 0,9$
					зрелая/mature		3,4

Продолжение таблицы

№	I_r/I_g	I_b/I_r	I_c/I_a	I_3/I_r	Тип популяции / Type of population		Плотность (особи / м ²) / Density (individuals / m ²)
					ω	Δ	
12	69,6	23,6	36,8	28,1	0,691	0,441	$3,5 \pm 0,5$
					переходная/transitive		4,6
13	75,0	15,6	38,9	16,1	0,748	0,502	$1,3 \pm 0,7$
					зрелая/mature		1,9
14	74,0	8,1	60,2	7,4	0,717	0,569	$2,1 \pm 0,4$
					стареющая/aging		2,7
15	38,4	61,6	1,5	160,3	0,510	0,195	$7,3 \pm 2,8$
					молодая/ young		1,7
16	49,0	51,0	4,0	104,2	0,527	0,230	$3,5 \pm 1,2$
					молодая/ young		2,5

Примечание. № – номер природных и интродукционных популяций *Eremurus spectabilis* M. Bieb.; I_r – индекс генеративности, I_b – индекс восстановления, I_c – индекс старения, I_3 – индекс замещения, ω – индекс эффективности, Δ – индекс возрастности.

Note. № – number of natural and introduced populations of *Eremurus spectabilis* M. Bieb.; I_g – generativity index, I_r – recovery index, I_a – aging index, I_r – replacement index, ω – efficiency index, Δ – age index.

В растительных сообществах настоящей степи отмечено снижение плотности ценопопуляций *E. spectabilis* № 7–9 (таблица). В их возрастных спектрах максимум приходится на группу зрелых (иногда молодых) генеративных растений (рисунок).

Ценопопуляция № 10 в составе миндальника (петрофитный вариант кустарниковой степи) является молодой, нормальной. Максимум возрастного спектра приходится на группу молодых генеративных растений (рисунок). Также характеризуется меньшей плотностью (таблица).

В лугово-степных сообществах на типчаковой и разнотравно-злаковой стадиях резерватогенной сукцессии ценопопуляции *E. spectabilis* № 11–14 – нормальные, зрелые или стареющие. Характеризуются невысокой плотностью.

Плотность популяций вида, доля особей молодой фракции (j–v) в возрастном составе, тесно связанная с цикличностью семенного возобновления и выживанием подростка, проявляют зависимость от некоторых условий произрастания. Статистический анализ показал слабую прямую взаимосвязь величины доли молодых особей и крутизны склона (уклон) ($r_s = 0,322$; $p < 0,05$). Напротив, ЧПП вида оказывает положительное воздействие – корреляция сильная, прямая ($r_s = 0,719$; $p < 0,05$). Также установлена значимая обратная корреляция между долей молодых растений и ОПП растительных сообществ: $r_s = -0,643$; $p < 0,05$. Выявлена положительная умеренная и сильная взаимосвязь плотности популяций этого вида с величиной уклона ($r_s = 0,586$; $p < 0,05$) и ЧПП ($r_s = 0,986$; $p < 0,05$). ОПП оказывает на этот популяционный показатель противоположный эффект: корреляционная связь – сильная и обратная ($r_s = -0,665$; $p < 0,05$).

В ДБС в монокультуре особи *E. spectabilis* проходят полный цикл онтогенетического и сезонного развития: нормально развиваются, массово цветут и плодоносят, дают обильный самосев. Осуществляется и вегетативное размножение. Успешность интродукции составила 7 баллов из 8, поскольку *E. spectabilis* не проявляет тенденцию

к самостоятельному расселению. У растений отмечено образование короткокорневищных «куртин» из 4–6 генеративных побегов, не проявляющееся в природных местообитаниях, что подтверждается аналогичными исследованиями (Shmaraeva et al., 2014b). В натуральных моделях на обыкновенных черноземах успешность – 6 баллов, так как вид дает ежегодный, но необильный, частично нивелирующийся, самосев. Отсутствует вегетативное размножение, что может быть следствием межвидовой конкуренции.

В составе искусственного волосистоковыльника и в формирующемся фитоценозе интродукционные популяции № 15–16 – нормальные, неполночленные, молодые, максимум в возрастных спектрах приходится на группу виргинильных растений.

Оценка возрастности (Δ) и эффективности (ω), интегральных индексов, позволяющих оценить интенсивность пополнения состава подростом, показала, что популяции *E. spectabilis* являются преимущественно молодыми и зрелыми (таблица).

У большинства природных ценопопуляций вида процессы возобновления преобладают: I_B ценопопуляций № 1–6, 8, 10 превышает I_C (таблица). Высокий I_B (почти равный I_3) отражает способность восстановления отмирающей доли генеративных растений: на одно генеративное растение приходится более одного потомка в большинстве популяций, которым присущ умеренный характер самоподдержания ($1 < I_B < 2$). I_3 указывает на то, что преимущественно в петрофитно-степных экосистемах более одного потомка приходится на одно растение генеративного или постгенеративного периодов (Zhukova, Polyanskaya, 2013). Невысокий I_B (меньше 40 %) у полносоставных популяций – показатель затрудненного, но регулярного возобновления. Они способны к самоподдержанию, но подрост может восстановить лишь определенную долю стареющих особей. Повышение I_C ценопопуляций № 7, 9, 12–14 свидетельствует также о затрудненности самоподдержания, особенно в лугово-степных экосистемах.

Учитывая высокую плотность, разнообразие возрастного состава, значимый процент генеративных особей (I_T), большинство ценопопуляций в разреженных степных и петрофитно-степных фитоценозах относим к устойчивым: основная роль отведена растениям, отвечающим за возобновление, самоподдержание структурной организации популяционных систем. Согласно определению характера самоподдержания на основе I_B и I_3 , ценопопуляции № 1–5 – устойчивые, умеренно пополняющиеся: $I_3 > 1$ и $1 < I_B < 2$. В наиболее оптимальных условиях существует ценопопуляция № 6, которая является перспективной и характеризуется эффективным самоподдержанием.

Высокий I_T ценопопуляций № 11–14 в сочетании с понижением плотности, обеднением возрастного состава свидетельствует о ухудшении условий произрастания для *E. spectabilis* в лугово-степных фитоценозах. Здесь снижается эффективность самоподдержания его ценопопуляций ($I_B < 1$), что актуализирует необходимость разработки специальных мер по их сохранению (Zhukova, Polyanskaya, 2013). В этом случае следует говорить об относительной устойчивости природных популяционных систем, относящихся к неустойчивому типу ($I_3 < 1$), характеризующихся слабым типом самоподдержания ($I_B < 1$). Поддержание высокой генеративности может быть связано с элиминацией проростков в связи с «олуговлением» степных фитоценозов, плотным задернением участков, с нарушением цикличности семенного возобновления.

На интегральных показателях отразилось разнообразие возрастного состава: выпадение прегенеративной фракции (от р до im) вызвало снижение I_B (ценопопуляции № 11, 14). Отсутствие молодой части возрастного спектра, низкая плотность популяций снижают влияние вида на жизненное пространство, эффективность использования его ресурсов несмотря на то, что индекс эффективности демонстрирует высокий уровень нагрузки. В составе популяций преобладают малочисленные угнетенные зрелые, стареющие растения. Степень воздействия на среду отражает и индекс возрастности популяции (Δ) (таблица). Оптимальным является вариант, если значение приближается

к 0,5: преобладают наиболее жизнедеятельные молодые генеративные и зрелые особи – воздействие вида будет наибольшим.

Для всех изученных природных и искусственных популяций присущ контагиозный характер пространственного размещения особей (таблица).

ОБСУЖДЕНИЕ

На территории ООПТ в петрофитно-степных фитоценозах в возрастном составе ценопопуляций *Eremurus spectabilis* № 1–6 отмечена наибольшая доля молодых вегетативных и генеративных особей, что говорит о стабильности возобновления. В этих экосистемах сложились условия, благоприятные для самостоятельного поддержания дефинитивной популяционной структуры без заносов зачатков извне. Ценопопуляции являются саморегулирующимися системами, что свидетельствует об отсутствии необходимости проведения специальных природоохранных мероприятий.

Растительные сообщества настоящей степи находятся на ковыльной и типчаковой стадии резерватогенной сукцессии. С повышением ОПП фитосистем настоящей степи (до 90 %) на плакорных, выровненных элементах рельефа отмечено снижение плотности ценопопуляций *E. spectabilis*. Малое участие имматурных, виргинильных особей, вероятно, в большей степени связано с некоторым ухудшением условий произрастания для вида в следствие увеличения задернения и усиления межвидовой конкуренции, снижающих интенсивность поступления подроста. Но, неполносоставность этих популяций не считаем проявлением дигрессии: отсутствие проростков и ювенильных растений на момент исследования, вероятно, связано с их переходом в имматурное состояние. Преобладание молодых и зрелых генеративных особей может быть обусловлено длительностью определенных онтогенетических периодов, что характерно для многих эфемероидов, включая *E. spectabilis* (Shmaraeva et al., 2014a, b). При нестабильном семенном возобновлении этот механизм стабилизирует ценопопуляции, сохраняя разнообразие возрастного состава. В целом ценопопуляции *E. spectabilis* остаются устойчивыми и не нуждаются в применении специальных природоохранных мероприятий.

Ценопопуляция № 10 в составе миндальника также является саморегулирующейся. Эколого-фитоценотические условия склоновых местообитаний обеспечивают регулярность появления подроста в связи с меньшим задернением ценозов. ОПП ниже, чем в кустарниковых фитосистемах в микродепрессиях рельефа балки, в нижней и выровненных частях склонов (90–100 %) из-за меньшей развитости почвенного слоя, сдерживающей мезофитизацию растительного покрова (Tkachenko, 2004).

Неполноценность ценопопуляций *E. spectabilis* № 11–14 в лугово-степных сообществах обусловлена неблагоприятными условиями для семенного возобновления. Максимум в возрастном спектре, приходящийся на группу зрелых или стареющих генеративных особей (рисунок), – один из показателей снижения их жизнеспособности. Задернованность фитоценозов (ОПП до 95–100 %) препятствует появлению обильного подроста. Произрастают угнетенные растения единично, изредка спорадически образуют малочисленные, разреженные скопления.

На плакорных, выровненных участках балки накопление гумуса и мелкозема преобладает над процессами выветривания и смыва. Почвенный слой более развит, чем на крутых склонах, что способствует распространению вегетативно подвижных лугово-степных и луговых видов, в том числе высокорослых длиннокорневищных злаков. Мезофитизация степного покрова вызывает ухудшение условий произрастания для многих ксерофитных видов, включая *E. spectabilis*, из-за накопления растительного опада, обуславливающего изменение гидротермического режима и освещенности, снижающего успешность прорастания семян, часть которых

может выпревать (Tkachenko, 2004). Из-за нарушения цикличности возобновления снижается эффективность замещения стареющих особей. К тому же молодые особи подвергаются усиливающейся конкуренции, что может вызывать их гибель. Ценопопуляции *E. spectabilis* наименее устойчивы: необходим их мониторинг и растительных сообществ в целом для разработки более эффективных природоохранных мероприятий.

В ДБС в составе волосистоковыльника возрастной состав искусственной популяции № 15 представлен почти всеми возрастными группами: нет постгенеративных особей, появление которых можно ожидать в будущем. Внутрипопуляционное разнообразие – один из показателей возможности популяции к самовосстановлению и самовозобновлению. Левосторонность возрастного спектра обусловлена тем, что популяция как новый фитокомпонент фитоценоза находится в начале своего развития. К тому же прегенеративный период онтогенеза *E. spectabilis* характеризуется большой относительной и абсолютной длительностью (Shmaraeva et al., 2014b). Возрастной спектр имеет второй слабо выраженный максимум на зрелых особях, обусловленный тем, что *E. spectabilis* был внесен в состав натурной модели взрослыми растениями. Разнообразие возрастного состава – свидетельство формирования условий, в настоящем обеспечивающих образование семян, появление подроста, т.е. возможность стабилизации и самоподдержания структуры популяции семенным путем (Kuzmenko et al., 2018). Эксперимент нуждается в продолжении: тенденции, направленные на упрочнение вида, могут быть временными.

В формирующейся натурной модели в составе популяции № 16 преобладают молодые особи благодаря регулярному семенному размножению при разреженном задернении (ОПП не более 70 %), и отсутствию сильной внутри- и межвидовой конкуренции. Выпадение постгенеративных растений является временным фактом и связано с развитием популяции во времени. Оценка успешности культивирования в б баллов обусловлена, в первую очередь, небольшой длительностью эксперимента в условиях молодого фитоценоза. Она указывает на перспективность культивирования в его составе *E. spectabilis*, проявляющего способность к регулярному естественному размножению, увеличению численности, не требуя дополнительных мер по поддержанию и пополнению популяции. Реализация стабильного семенного возобновления – предпосылка формирования устойчивых, длительно существующих популяционных систем. Интегральные индексы также отражают положительную динамику популяций *E. spectabilis* в условиях экспериментальной степи. Необходимо продолжение мониторинга динамики популяции *E. spectabilis* и фитоценоза в целом, поскольку положение всех фитокомпонентов может измениться по мере их развития.

Итоги изучения природных ценопопуляций *E. spectabilis* позволяют предположить, что одними из определяющих его расселение и фитоценотическую роль факторов, является невысокая конкурентоспособность вида и плотность травостоя, в меньшей – характеристики эдафотопы: снижение плотности популяций вида в сильно задернованных фитоценозах на мергеле и ежегодный, обильный, успешно приживающийся самосев в монокультуре на лессовых черноземах в ДБС.

Контагиозный тип размещения особей *E. spectabilis* в пространстве повышает устойчивость природных и искусственных популяций. Благодаря повышению напряженности филогенного поля в следствие рационального размещения растений в виде компактных скоплений (Uranov, Mikhailova, 1974; Titov, 1978), популяции выдерживают внутри- и межвидовую конкуренцию. Реакция особей проявляется в отсутствии интенсивной дифференциации при онтогенетическом развитии, в снижении функциональной роли в фитоценозах, что ведет к сокращению энергетических затрат на самоподдержание и способствует стабилизации популяций (Zlobin et al., 2013).

В настоящем сложно сказать, каким будет пространственное размещение особей при достижении пороговой плотности в искусственных фитоценозах, при неоднородности

развития почвенного слоя и распределения ресурсов среды, обостряющейся внутри- и межвидовой конкуренции за жизненное пространство по мере развития растений (Уганов, Михайлова, 1974): может произойти перераспределение групп особей по площади. Одной из причин контагиозного размещения особей в инвазионных популяциях – "эффект группы", функционирующей по принципу взаимоблагоприятствования. Это позволяет молодым растениям выдерживать неблагоприятные условия среды и полнее использовать ее ресурсы. По мере увеличения численности растений может возникнуть пороговая плотность, при которой проявляется "эффект плотности", вызывающий снижение продуктивности и функциональной активности особей, в результате самоизреживания приводящий к достижению оптимальной плотности растений, соответствующей возможностям экотопа (Titov, 1978).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ценопопуляции *Eremurus spectabilis* в составе петрофитно-степных фитоценозов – нормальные, молодые, полночленные, саморегулирующиеся системы с высокой плотностью особей, расположенных контагиозно. Характер самоподдержания умеренный. Эколого-фитоценотические условия склоновых местообитаний поддерживают устойчивость популяционной структуры *E. spectabilis*. Они не нуждаются в специальных дополнительных природоохранных мероприятиях в ООПТ «Балка Горькая».

На пологих участках балки в фитоценозах типичной степи на начальных стадиях резерватогенной сукцессии ценопопуляции *E. spectabilis* – дефинитивные, нормальные, иногда неполносоставные, преимущественно зрелые или стареющие.

Мезофитизация степного растительного покрова вызывает ухудшение условий произрастания для созофита. Ценопопуляции *E. spectabilis* постепенно деградируют, становятся неустойчивыми. Характер самоподдержания – слабый. Угнетенные особи произрастают единично, спорадически образуя малочисленные, разреженные скопления. Популяции *E. spectabilis* в лугово-степных фитоценозах нуждаются в мониторинге с целью разработки более эффективных путей охраны.

В монокультуре на обыкновенных черноземах особи *E. spectabilis* проходят полный цикл онтогенетического и сезонного развития. Оценка интродукции – 7 баллов из 8 – свидетельствует о перспективности сохранения вида *ex situ*.

Искусственные популяции вида – нормальные, неполночленные, молодые. Успешность культивирования *E. spectabilis* в условиях искусственной степи составила 6 баллов, поскольку вид самостоятельно не расселяется на прилегающие участки. Развитие этих популяций *E. spectabilis* осуществляется в направлении стабилизации, но эксперимент нуждается в продолжении.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБНУ «Донецкий ботанический сад» по теме FREG-2024-0003 «Исследование современного состояния растительного покрова на Донецкой возвышенности и в Северном Приазовье», № 123101300195-2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Abramova L.M., Pyina V.N., Mustafina A.N., Karimova O.A. 2019. Features of the organization of populations of a rare species *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. (Dipsacaceae, Magnoliopsida) in the Trans-Volga and Cis-Urals Regions. — Biol. Bull. 46(10): 1199–1205. <https://doi.org/10.1134/S1062359019100029>

Barlybayeva M.S., Ishmuratova M.M. 2020. Monitoring the state of cenopopulation of *Tulipa riparia* Knjasev, Kulikov et Philippov in the Southern Urals. — *Plant et Fung. Res.* 3(1): 25–35. <https://doi.org/10.29228/plantfungalsres.65>

[Chervona...] Червона книга Донецької області: рослинний світ (рослини, що підлягають охороні в Донецькій області). 2010. Донецьк. Вид-во «Новая печать». 432 с.

[Chervona...] Червона книга України. Рослинний світ. 2009. Київ. Глобалконсалтинг. 900 с.

Didukh Ya.P. 2011. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv. 176 p.

Godefroid S., Piazza C., Rossi G. 2011. How Successful Are Plant Species Reintroductions? — *Biol. Conserv.* 144(2): 672–682. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.10.003>

[Gilyarov] Гиляров А.М. 1990. Популяционная экология. М. Изд-во МГУ. 191 с.

[Guseinova] Гусейнова Н.Т. 2022. Формирование интродукционных популяций растений. — *Молекулярная генетика.* 11(101): С. 50–52. <https://doi.org/10.32743/UniChem.2022.101.11.14487>

[Ibatulina] Ибатулина Ю.В. 2023. Натурные модели настоящей степи в Донецком ботаническом саду и некоторые итоги анализа состояния интродукционных популяций в их условиях. — *Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН.* 19: С. 35–38.

[Katalog...] Каталог растений Донецкого ботанического сада. 1988. Киев. Наук. Думка. 528 с.

[Kozub-Ptitsa] Козуб-Птица В.В. 2010. *Eremurus spectabilis* M. Bieb *ex situ* в Донецком ботаническом саду НАН Украины. — В кн.: *Матеріали VI Міжнародної наукової конференції «Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку».* Донецьк. 229–230.

[Kondratyuk, Churpina] Кондратюк Е.М., Чуприна Т.Т. 1992. Ковыльные степи Донбасса: современное состояние и перспективы восстановления. Киев. Наукова думка. 171 с.

[Krasnaya...] Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). 2008. М. 855 с.

[Kuzmenko et al.] Кузьменко И.П., Шишлова Ж.Н., Шмараева А.Н. 2018. Семенная продуктивность редкого вида *Eremurus spectabilis* Vieb. в условиях интродукции — В кн.: *Материалы IV (VI) Всероссийской молодежной конференции с участием иностранных ученых «Перспективы развития и проблемы современной ботаники».* Новосибирск. С. 136–138.

[Osmanova, Zhivotovsky] Османова Г.О., Животовский Л.А. 2020. Онтогенетический спектр как индикатор состояния ценопопуляций растений. — *Известия РАН. Серия биологическая.* 2: С. 144–152. <https://doi.org/10.31857/S0002332920020058>

[Ostapko et al.] Остапко В.М., Бойко А.В., Мосякин С.Л. 2010. Сосудистые растения юго-востока Украины. Донецк. Ноулидж. 247 с.

[Prykhodko et al.] Приходько С.А., Остапко В.М., Муленкова Е.Г., Ибатулина Ю.В. 2017. Редкие декоративные растения степей Донбасса. — *Бюллетень Главного ботанического сада.* 3(203): С. 3–7.

[Prykhodko et al.] Приходько С.А., Остапко В.М., Муленкова Е.Г., Усманова Н.В., Ибатулина Ю.В., Гнатюк Н.Ю. 2022. Оценка успешности интродукции растений природной флоры Донбасса в Донецком ботаническом саду. — *Промышленная ботаника.* 3–4: С. 36–43. <https://doi.org/10.25684/2712-7788-2023-2-167-43-53>

[Shmaraeva et al.] Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н., Федяева В.В. 2014а. Состояние ценопопуляции Эремурса замечательного (*Eremurus spectabilis* Vieb.) в долине р. Керчик (Ростовская область) *Известия вузов. Северо-Кавказский регион. — Естественные науки.* (2): С. 77–80.

[Shmaraeva et al.] Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н., Федяева В.В. 2014b. Опыт интродукции редкого вида Ростовской области Эремуруса замечательного (*Eremurus spectabilis* Bieb.) в Ботаническом саду Южного федерального университета. — Научные ведомости. Серия Естественные науки. 27. 10(181). С. 48–52.

[Titov] Титов Ю.В. 1978. Эффект группы у растений. Наука. 148 с.

[Tkachenko] Ткаченко В.С. 2004. Фітоценотичний моніторинг резерватних сукцесій в Українському степовому природному заповіднику. К. Фітосоціоцентр. 184 с.

[Uranov, Smirnova] Уранов А.А., Смирнова О.В. 1969. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений. — Бюл. Моск. о-ва испытат. природы. Отд. биол. — 74(1): С. 119–134.

[Uranov, Mikhailova] Уранов А.А., Михайлова Н.Ф. 1974. Из опыта изучения фитогенного поля. — Бюл. Моск. об-ва испытат. природы. Отд. биологии. 79(5): С. 151–159.

Xu X.-X., Cheng F.-Y., Xian H.-L., Peng L.-P. 2016. Genetic diversity and population structure of endangered endemic *Paeonia jishanensis* in China and conservation implications. — Biochem. Syst. and Ecol. 66: 319–325. <https://doi.org/10.20944/preprints202305.2257.v1>

[Zaitsev] Зайцев Г.Н. 1990. Математика в экспериментальной биологии. М. 296 с.

[Zhukova, Polyanskaya] Жукова Л.А., Полянская Т.А. 2013. О некоторых подходах к прогнозированию перспектив развития ценопопуляций растений. — Вестник ТвГУ. Серия Биология и экология. 32(31): С. 160–171.

[Zlobin et al.] Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. 2013. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения: монография. Сумы: Университетская книга. 439 с.

CONSERVATION OF *EREMURUS SPECTABILIS* M.BIEB. *IN SITU* AND *EX SITU* IN THE DONETSK PEOPLE'S REPUBLIC

© 2024 Yu.V. Ibatulina

Donetsk Botanical Garden

110, Illicha Ave., Donetsk, Donetsk People's Republic, 283023, Russia

e-mail: j.ibatulina@yandex.ru

Abstract. The current state of natural and introduced populations of *Eremurus spectabilis* M. Bieb has been investigated by studying their density, age composition, spatial distribution of individuals in natural habitats and within the structure of experimental steppe in the conditions of Donbass. The values of integral indicators reflecting dynamic processes are given, namely indices of generativity, replacement renewal and aging. Cenopopulations are most stable in conditions of slope habitats in sparse petrophyte-steppe and steppe phytocenoses. A promising way to preserve *E. spectabilis* is its cultivation.

Key words: *Eremurus spectabilis* M. Bieb., cenopopulation, introduction, artificial phytocenosis, specially protected natural area, density, age composition, spatial distribution

Submitted: 31.05.2024. **Accepted for publication:** 10.11.2024.

For citation: Ibatulina Yu.V. 2024. Conservation of *Eremurus spectabilis* M. Bieb. *in situ* and *ex situ* in the Donetsk People's Republic. — Phytodiversity of Eastern Europe. 18(4): 81–96. DOI: 10.24412/2072-8816-2024-18-4-81-96

ACKNOWLEDGMENTS

The work was carried out within the framework of the state task of the Donetsk Botanical Garden on the topic FREG-2024-0003 "Study of the current state of vegetation cover in the Donetsk upland and in the Northern Azov region", No. 123101300195-2.

REFERENCES

- Abramova L.M., Ilyina V.N., Mustafina A.N., Karimova O.A. 2019. Features of the organization of populations of a rare species *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. (Dipsacaceae, Magnoliopsida) in the Trans-Volga and Cis-Urals Regions – Biol. Bull. 46(10): 1199–1205. <https://doi.org/10.1134/S1062359019100029>
- Barlybayeva M.S., Ishmuratova M.M. 2020. Monitoring the state of cenopopulation of *Tulipa riparia* Knjasev, Kulikov et Philippov in the Southern Urals. – Plant et Fung. Res. 3(1): 18–30. <https://doi.org/10.29228/plantfungalres.65>
- Chervona knyga Donets'koyi oblasti: roslynnyy svit (roslyny, shcho pidlyagayut' okhoroni v Donets'kiy oblasti) [Red Book of the Donetsk region: Plant Kingdom (springs that promote protection in the Donetsk region)] Ed. V. M. Ostapko. Donetsk. 432 p. (In Ukr.).
- Chervona knyga Ukrainy. Roslynnyy svit [Red Book of Ukraine/ Plant Kingdom] Ed. Ya.P. Didukh. Kiev: Globalconsulting, 2009. 900 p. (In Ukr.).
- Gilyarov A.M. Populyatsionnaya ekologiya [Population ecology]. 1990. Moscow. 191 p. (In Russ.)
- Guseinova N.T. 2022. Formirovanie introduktsionnykh populytsiy rasteniy [Formation of introduced plant populations]. – Mol. Gen. 11 (101): 50–52. (In Russ.). <https://doi.org/10.32743/UniChem.2022.101.11.14487>
- Didukh Ya.P. 2011. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv. 176 p.
- Godefroid S., Piazza C., Rossi G. 2011. How Successful Are Plant Species Reintroductions? – Biol. Conserv. 144(2): 672–682. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.10.003>
- Ibatulina Yu.V. 2023. Naturnye modeli nastoyashchey stepi v Doneckom botanicheskom sadu i nekotorye itogi analiza sostoyaniya introdukcionnykh populyatsiy v ikh usloviyakh [Full-scale models of the real steppe in the Donetsk Botanical Garden and some results of the analysis of the state of introduced populations in their conditions] – Nauch. trudy Cheboksarskogo filiala Glav. bot. sada im. N.V. Tsitsina RAS. 19: 35–38. (In Russ.).
- Katalog rasteniy Donetskogo botanicheskogo sada: Sprav. posobie [Catalog of plants of the Donetsk Botanical Garden: Reference. 1988. / Azarkh L.R., Bakanova V.V., Burda R.I. et al. Ed. Kondratyuk E.N. – Kyiv. 528 p. (In Russ.).
- Kozub-Ptitsa V.V. 2010. *Eremurus spectabilis* M. Bieb *ex situ* v Donetskem botanicheskom sadu NAN Ukrainy [*Eremurus spectabilis* M. Bieb *ex situ* in the Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine]. In: Promyslova botanika: stan ta perspektivi rozvitku. Materialy VI Mizhnarodnoyi naukovoї konferentsiyi: 229–230. (In Russ.).
- Kondratyuk E.M., Chuprina T.T. 1992. Kovyl'nye stepi Donbassa: sovremennoe sostoyanie i perspektivy vosstanovleniya [Feather grass steppes of Donbass: current state and restoration prospects]. Kyiv: 171 p. (In Russ.).
- Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (Rasteniya i griby) [Red Book of the Russian Federation (Plants and Fungi)]. 2008. Moscow. 855 p. (In Russ.).
- Kuzmenko I.P., Shishlova Zh.N., Shmaraeva A.N. / Ed. A.P. Belanova. 2018. Semennaya produktivnost' redkogo vida *Eremurus spectabilis* Vieb. v usloviyakh introduktsii [Seed productivity of the rare species *Eremurus spectabilis* Bieb. under conditions of introduction]. In: Perspektivy razvitiya i problemy sovremennoy botaniki. Materialy IV (VI) Vserossiyskoy

molodezhnoy konferentsii s uchastiem inostrannykh uchenykh Novosibirsk: P. 136–138. (In Russ.). (In Russ.).

Osmanova G.O., Zhivotovsky L.A. 2020. Ontogeneticheskiy spektr kak indikator sostoyaniya tsenopopulyatsiy rasteniy [Ontogenetic spectrum as an indicator of the state of plant cenopopulations]. – Izvestia RAS. Seriya Biologicheskaya. 2: 144–152. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S0002332920020058>

Ostapko V.M., Boyko A.V., Mosyakin S.L. 2010. Sosudistye rasteniya yugo-vostoka Ukrayiny [Vascular plants of the south-east of Ukraine]. Donetsk. 247 p. (In Russ.).

Prykhodko S.A., Ostapko V.M., Molenkova E.G., Ibatulina Yu.V. 2017. Redkie dekorativnye rasteniya stepey Donbassa [Rare ornamental plants of the Donbass steppes]. – Bull. Glav. bot. sada. 3(203): 3–7. (In Russ.).

Prykhodko S.A., Ostapko V.M., Molenkova E.G., Usmanova N.V., Ibatulina Yu.V., Gnatyuk N.Yu. 2022. Otsenka uspehnosti introduktsii rasteniy prirodnoy flory Donbassa v Donetskoy botanicheskom sadu [Assessment of the success of the introduction of plants of the natural flora of Donbass in the Donetsk Botanical Garden]. Promyshlennaya Botan. 3–4: 36–43. (In Russ.).

Shmaraeva A.N., Shishlova Zh.N., Fedyaeva V.V. 2014. Sostoyanie tsenopopulyatsii Eremurusa zamechatel'nogo (*Eremurus spectabilis* Bieb.) v doline r. Kerchik (Rostovskaya oblast') [The state of cenopopulation of *Eremurus spectabilis* Bieb. in the valley of the river Kerchik (Rostov region)] – Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Estestvennyye nauki. 2: 77–80. (In Russ.).

Shmaraeva A.N., Shishlova Zh.N., Fedyaeva V.V. 2014. Opyt introduktsii redkogo vida Rostovskoy oblasti Eremurusa zamechatel'nogo (*Eremurus spectabilis* Bieb.) v Botanicheskom sadu Yuzhnogo federal'nogo universiteta [Experience of introduction of a rare species of the Rostov region *Eremurus spectabilis* Bieb. in the Botanical Garden of the Southern Federal University]. – Nauchnye vedomosti. Seriya «Estestvennyye nauki». Vol. 27. No. 10(181): 48–52. (In Russ.).

Titov Yu.V. Group effect in plants: Science, 1978. 148 p. (In Russ.).

Tkachenko V.S. 2004. Fitotsenotychniy monitoring rezervatnykh suktsesiy v Ukrayis'komu stepovomu pryrodnomu zapovidnyku [Phytocenotic monitoring of reserve successions in the Ukrainian steppe nature reserve]. Kyiv. 184 p. (In Ukr.).

Uranov A.A., Smirnova O.V. 1969. Klassifikatsiya i osnovnye cherty razvitiya populyatsij mnogoletnikh rasteniy [Classification and main features of the development of populations of perennial plants] – Bull. Moscow Obshchestva Ispytateley Prirody. Otdel Biol. 74(1): 119–134. (In Russ.).

Uranov A.A., Mikhailova N.F. 1974. Iz opyta izucheniya fitogennoy polya [The experience of studying a phytogenic field] – Bull. Moscow Obshchestva Ispytateley Prirody. Otdel Biol. 79(5): 151–159. (In Russ.).

Xu X.-X., Cheng F.-Y., Xian H.-L., Peng L.-P. 2016. Genetic diversity and population structure of endangered endemic *Paeonia jishanensis* in China and conservation implications. – Biochem. Syst. and Ecol. 66: 319–325. <https://doi.org/10.20944/preprints202305.2257.v1>

Zaitsev G.N. 1990. Matematika v ehksperimentalnoi biologii [Mathematics in experimental biology]. Moscow. 296 p. (In Russ.).

Zhukova L.A., Polyanskaya T.A. 2013. O nekotorykh podhodakh k prognozirovaniyu perspektiv razvitiya tsenopopulyatsiy rasteniy [On some approaches to forecasting the prospects for the development of plant cenopopulations]. – Vestnik TvGU. Ser. «Biologiya i Ekologiya». 32(31): 160–171. (In Russ.).

Zlobin Yu.A., Sklyar V.G., Klimenko A.A. 2013. Populyatsii redkikh vidov rasteniy: teoreticheskie osnovy i metodika izucheniya: monografiya [Populations of rare plant species: theoretical foundations and study methods: monograph. Sumy. 439 p. (In Russ.).