
ИНТРОДУКЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
РАСТЕНИЙ В ИНДУСТРИАЛЬНОМ РЕГИОНЕ

УДК 581.55:58.006

DOI: 10.5281/zenodo.15182243

Ю.В. Ибатулина

ЭКОЛОГО-ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ
PAEONIA TENUIFOLIA L. В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОЙ
СТЕПИ В ДОНЕЦКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Донецкий ботанический сад»

Представлены результаты мониторинговых наблюдений состояния интродукционных популяций редкого степного вида *Raeonia tenuifolia* L., полученные на основе анализа динамики плотности, возрастного и виталитетного составов популяций, изучения пространственного размещения особей. С учетом популяционных характеристик установлена успешность интродукции вида в условиях искусственной степи в Донецком ботаническом саду. Установлено, что в натуральных моделях настоящей степи сформировались благоприятные условия для осуществления процессов самоподдержания популяций вида, что является необходимой предпосылкой успешного, длительного сохранения этого вида и раритетного фитогеофонта в целом. Оценка успешности интродукции *P. tenuifolia* составила 7 баллов из 8, что свидетельствует о перспективности сохранения вида *ex situ*.

Ключевые слова: *Raeonia tenuifolia*, искусственный фитоценоз, интродукционная популяция, плотность, возрастной состав, виталитетный состав, пространственное размещение особей

Цитирование: Ибатулина Ю.В. Эколого-демографическая структура популяций *Raeonia tenuifolia* L. в условиях искусственной степи в Донецком ботаническом саду // Промышленная ботаника. 2025. Вып. 25, № 1. С. 38–48. DOI: 10.5281/zenodo.15182243

Введение

Одной из основных составляющих актуальной проблемы сохранения и восстановления биоразнообразия является охрана редких видов растений. В настоящее время многие из них резко сокращают свой ареал вследствие негативного воздействия человека на окружающую среду из-за нерационального использования природных ресурсов, ухудшения экологической обстановки [13, 37, 38]. В первую очередь отрицательному воздействию подвержены эндемичные, реликтовые – наиболее ценные фитокомпоненты, оказавшиеся на грани исчезновения из-за антропогенной трансформации природных фитосистем [4, 19]. Одним из направлений охраны видов раритетной фракции местной

флоры является не только изучение этих растений в природных условиях, но и разработка способов их сохранения, например, выращивание в условиях *ex situ* в ботанических садах [11, 25, 29], в частности в коллекциях и в составе натуральных моделей, создавая интродукционные популяции редких видов для формирования резерва раритетного фитогеофонта [3]. К таким редким и нуждающимся в охране растениям в Донецкой Народной Республике (ДНР) относится *Raeonia tenuifolia* L. Основными лимитирующими факторами, оказывающими отрицательное воздействие на природные ценопопуляции *P. tenuifolia*, являются чрезмерный выпас домашнего скота, уничтожение естественных

местообитаний вследствие распашки, сбор в букеты, а также изъятие из естественной среды обитания в качестве посадочного материала для приусадебных участков [8]. На территории ДНР вид встречается крайне редко и продолжает сокращать ареал [24, 36]. Научно-практическая значимость знаний, полученных в ходе проведения интродукционного эксперимента с участием *P. tenuifolia* и других пионов, неоспорима. Информация о таких биологических особенностях как растянутое прорастание семян, продолжительный прегенеративный период, вегетативная малоподвижность формирует более полное представление о степени неустойчивости созофита к антропогенному прессу и должна быть учтена при разработке соответствующих специальных природоохранных мероприятий [2, 28, 32].

Цель и задачи исследований

Цель работы – установить современное состояние интродукционных популяций *Raemonia tenuifolia* – редкого степного вида, внесенного в Красную книгу Российской Федерации. В задачи исследования входило изучение плотности, возрастного и виталитетного составов, пространственного размещения особей; оценка успешности интродукции вида с учетом популяционных характеристик в условиях искусственной степи в Донецком ботаническом саду (далее – ДБС).

Объекты и методики исследований

В коллекциях и экспозициях ДБС *P. tenuifolia* выращивается с 1968 г. [12, 36]. Объектом исследования с 2005 г. по 2024 г. являлись три интродукционные популяции в составе искусственных типичных (настоящих) разнотравно-типчаково-ковыльных фитоценозов. В статье представлены данные за периоды, когда изменения в эколого-демографической структуре исследованных популяций были наиболее показательны (начало мониторинговых наблюдений – 2005 г. и промежуточные результаты на 2016 и 2024 гг.).

Натурные модели с участием этого созофита являются компонентами экспозиций, заложен-

ных в 1969–1972 гг., «Экспериментальные степные участки» (ковыльно-типчаково-разнотравное растительное сообщество) и «Искусственные степи» (разнотравно-типчаково-украинско-ковыльник, разнотравно-типчаково-волосисто-ковыльник). В качестве эталонов использовали природные степные растительные сообщества особо охраняемых природных территорий. Искусственные фитоценозы сформированы на участках, расположенных на водоразделе балки Богодуховская на обыкновенных черноземах, подстилаемые лессовидным карбонатным суглинком, и при закладке увлажнялись только атмосферными осадками [14]. В настоящем – это успешный итог разработанных в ботаническом саду методов ускоренного восстановления нарушенного растительного покрова, а также эффективная среда для сохранения многих редких видов аборигенной флоры Донбасса.

Raemonia tenuifolia (пион тонколистный) – уязвимый вид, причерноморский эндемик. Опущенно-степное поликарпическое летне-зеленое травянистое короткокорневищное (корнеклубневое) растение высотой до 30–70 см. Корни клубневидные, хрупкие. Корневище с продолговатыми шишками, сидящими на коротких ножках; стебель простой, одноцветковый, реже двухцветковый, голый. Листья дважды-трижды тройчаторассеченные или тройчато-перисторассеченные, дольки их линейные, узкие до 2 мм шириной. Цветки крупные одиночные диаметром 7,0–10,0 см, с 8–10 ярко-красными или темно-пурпурными лепестками; пыльники желтые. Плоды из 2–3, реже из 4–5 прямых или слегка согнутых отклоненных, густо опушенных листовок; семена удлинено округлые, бурочерные, блестящие. Цветение IV–V. Геофит, гелиофил, мезоксерофит, мезоэуτροφ, гемизфемероид. Наиболее ксерофитный вид среди пионов флоры России. Произрастает на юге европейской части России, Предкавказье, средней Европе, Балканском полуострове. Встречается на степных склонах и плакорных участках в разнотравно-дерновиннозлаковых и, редко, дерновиннозлаковых целинных степях на выщелоченных черноземах, также в каменистых степях, на щебнистых склонах балок, среди кустарников,

на опушках байрачных дубрав [20, 21, 30]. Образуется малочисленные локальные популяции с тенденцией к сокращению численности [15–17]. Включен в Красную книгу Российской Федерации. Категория и статус: 3 – редкий вид; БУ – находящийся в состоянии, близком к угрожаемому; III приоритет природоохранных мер [16]. Был внесен в Красную книгу Донецкой области [36], рекомендован к охране в ДНР [24].

Для определения современного состояния интродукционных популяций закладывали в каждом фитоценозе (ковыльно-типчаково-разнотравное растительное сообщество, разнотравно-типчаково-украинскоковыльник и разнотравно-типчаково-волосистоковыльник) 15 стационарных учетных площадок размером 1 м². Изучение возрастного состава, выделение онтогенетических групп осуществляли при помощи общепринятых методик [34], работ по биоморфологии соответствующего вида и его онтогенезу [22, 23]. Особи, относящиеся к одному и тому же возрастному состоянию, объединяли в одну возрастную группу. Использовали индексацию, предложенную А.А. Урановым: pl – всходы, j – ювенильные особи, im – имматурные, v – виргинильные, g₁ – молодые генеративные, g₂ – зрелые генеративные, g₃ – старые генеративные, ss – субсенильные, s – сенильные [33].

Виталитетную структуру изучали по методике Ю.А. Злобина [9]. По уровню виталитета особи подразделяли на три основных класса: «а» – высший, «б» – средний, «с» – низший. По качеству популяции подразделяли на три основных типа:

$$\text{процветающие} - Q = \frac{(a+b)}{2} > c,$$

$$\text{равновесные} - Q = \frac{(a+b)}{2} = c,$$

$$\text{депрессивные} - Q = \frac{(a+b)}{2} < c,$$

где Q – индекс качества популяции; «а», «б», «с», – соответствующие частоты особей высшего, среднего и низшего классов. Все оценки качества особей были сопряжены с конкретным возрастным состоянием. Виталитетное состоя-

ние определяли по высоте особей и количеству генеративных побегов как одним из информативных признаков, измерение которых не приводит к уничтожению или повреждению растений. Для выявления ключевого признака при установлении жизненного уровня особей и типа популяций применен факторный анализ [9].

Тип пространственного распределения особей определяли с использованием работ А.М. Гилярова [1]. Применяли отношение дисперсии к среднему:

$$\frac{\sigma^2}{\bar{m}},$$

где σ^2 – дисперсия, $\bar{m}$ – средняя: если показатель около единицы, то исследуемое распределение случайное, если больше – контагиозное, меньше – регулярное. Для выявления взаимосвязи частного проективного покрытия вида (ЧПП) и плотности его интродукционных популяций с общим проективным покрытием (ОПП) использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r_s). Статистический анализ проведен при помощи MS Excel 2010 с использованием стандартных показателей (доверительный интервал $p = 0,95$) [7].

Анализ успешности интродукции вида [27] в условиях искусственной степи проводили с учетом популяционных характеристик, полученных при помощи методики, предложенной А.А. Урановым [33] и дополненной рядом исследований [6, 9, 34]: 1 – особи плохо приживаются и 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, но рост угнетен, зимо- и 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 размноже-

ние, иногда по биопродуктивности превышают особи из природы; 8 – натурализуются, спонтанно расселяются за пределы участков.

Результаты исследований и их обсуждение

Сложившиеся натурные модели типичной степи в ДБС характеризуются слабо выраженной мезофитизацией растительного покрова. В разнотравно-типчаково-украинскоковыльнике, разнотравно-типчаково-волосистокосовильнике и ковыльно-типчаково-разнотравном сообществе все еще доминируют степные плотнодерновинные ксерофитные злаки: *Festuca rupicola* Heuff. – ЧПП до 15 %, *F. valesiaca* Gaudin – до 40 %, *Stipa capillata* L. – 25 %, *S. ucrainica* – до 30 %, *S. graefiana* Steven – до 20 %, *S. joannis* Čelak., *S. lessingiana* Trin. & Rupr. и *S. tirsia* Steven – 15 %, *S. zaleskii* Wilensky – до 10 %, *Koeleria cristata* (L.) Pers. – 5–10 %, формируя хорошо выраженную злаковую основу. Из длиннокорневищных высокорослых и вегетативно подвижных злаков наиболее представленными являются мезофитные лугово-степные и луговые элементы, подчеркивая «олугование» этих искусственных фитосистем: *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub и видов рода *Elytrigia* (от 10 до 20 %). Из разнотравья преобладают ксеромезофиты и мезоксерофиты: *Galium ruthenicum* Willd., *G. verum* L., виды рода *Achillea* L., *Thalictrum minus* L., *Fragaria campestris* Steven, *Origanum vulgare* L. и др. Эти фитоценозы медленно приближаются к сообществам луговой степи, особенно последний. Отражением «олугования» является интенсификация семенного и вегетативного размножения некоторых лугово-степных видов, что сказалось на их роли в сложении травостоя в период с 2010 по 2023 гг., в частности *Galatella dracunculoides* (Lam.) Ness, *Vicia tenuifolia* L., *Linum nervosum* Waldst. & Kit., *Securigera varia* (L.) Lassen, *Anemone sylvestris* L., *Clematis lathyriifolia* Bess. ex Reichenb., *Fragaria viridis* Duchesne и *Filipendula vulgaris* Moench (ЧПП возросло до 15–25 % от ОПП 85–100 %).

На основе анализа результатов исследований в условиях искусственной степи ДБС установлено, что успешность интродукции составляет 7 из 8 баллов, так как *P. tenuifolia* не

проявляет выраженную тенденцию к самостоятельному расселению на прилегающие участки. В условиях интродукции созофит сохраняет жизненную форму. Особи *P. tenuifolia* нормально развиваются, проходят полный цикл онтогенетического и сезонного развития; их жизненное состояние высокое, растения массово цветут и плодоносят, дают ежегодный самосев, что может быть связано со сходством условий естественных местообитаний. Размножается преимущественно семенами, но осуществлялось и вегетативное размножение. Цветение продолжительное. Прорастание надземное. В целом вид отличается высокой декоративностью и продолжительным периодом цветения, устойчивостью к болезням и климатическим условиям степной зоны.

Также в условиях искусственной степи ДБС была установлена зависимость ЧПП и плотности его интродукционных популяций от ОПП: установлена прямая и умеренная корреляционная связь между этими показателями (соответственно, $r_s = 0,569$ и $0,634$; $p < 0,05$). То есть, чем выше ОПП растительных сообществ, тем значительней количество особей *P. tenuifolia* на заложенных в их границах учетных площадках. Это согласуется с литературными данными, отражающими результаты подобных исследований, но в природных условиях [21] авторами было установлено, что обилие *P. tenuifolia* проявляет зависимость от общего проективного покрытия (ОПП): при снижении ОПП до 35 % вид встречается редко, при повышении ОПП до 65–50 % – изредка; до 90 % ОПП – обилён. Эту зависимость ученые связали с тем, что в более сомкнутых природных фитоценозах благодаря сильному задернению в подстилке лучше сохраняется необходимая для роста и развития особей пиона влага, поэтому для него и подобных ему ксеромезофитов, а также мезофитов в открытых сомкнутых степных сообществах сформировались более благоприятные условия для осуществления процессов самоподдержания: особи успешно развивались, цвели и плодоносили, особи ранних онтогенетических состояний отличались более эффективной приживаемостью. Таким образом, можно утверждать, что в натуральных

моделях осуществляются подобные процессы.

Одной из важных базовых популяционных характеристик является плотность особей, зависящая от многочисленных факторов, комбинации которых могут быть очень разнообразными и слабо предсказуемыми: количество семян, поступающих на популяционное поле и формирующих банк, их сохраняемость, наличие условий для прорастания и приживаемости молодых вегетативных растений т.д. [19–21].

Плотность исследованных интродукционных популяций *P. tenuifolia* составила в украинскоковыльнике $5,1 \pm 0,3$ особей/м² (ЧПП 15 %), в волосистоквыльнике – $3,6 \pm 0,4$ особей/м² (ЧПП 7 %), в ковыльно-типчаково-разнотравном сообществе – $8,3 \pm 0,4$ особей/м² (ЧПП 20 %). Этот показатель в условиях искусственных степных фитоценозов достаточно стабилен, поддерживается практически на одном уровне и подвержен только флуктуационным колебаниям, что отражается в периодичности чередования процессов старения и омоложения популяций, отмирающие особи регулярно замещаются в результате сохранения цикличности семенного возобновления в сложившихся условиях среды произрастания уже на протяжении 50-ти лет [10, 26]. Поскольку с момента начала наблюдений динамики этих популяционных систем (с 2005 г.) не было выявлено каких-либо заметных изменений величины этого параметра, то, по-видимому, такую стабильность можно рассматривать как доказательство их устойчивого положения в фитоценозах, а также того, что они являются дефинитивными и не зависящими от заноса зачатков извне, в том числе путем постоянного дополнительного внесения семенного или посадочного материала.

Интродукционным популяциям этого степного вида в искусственных фитоценозах присущи саморегуляция их возрастного состава, способность к воспроизведению, долговечность, что указывает на сходство с природными фитосистемами [6, 19]. В настоящем в натуральных моделях сохраняется возможность естественной репродукции последующих поколений в условиях, близких природным, что подтверждает разнообразие онтогенетического состава (рис. 1).

Возрастной состав популяций видов – важный информативный признак, достоверно отражающий их реальное состояние. Чем богаче разнообразие онтогенетических групп, тем лучше приспособлены растения, включая *P. tenuifolia*, к изменчивым условиям среды и сосуществованию с другими фитокомпонентами, поскольку каждой возрастной группе свойственна своя экологическая ниша и виды полнее используют ресурсы обитания [5, 33, 34]. Наличие разнообразия онтогенетических групп в нормальных зрелых интродукционных популяциях – доказательство их способности сохранять в течение длительного периода жизнеспособность за счет регулярной замены старых особей молодыми, осуществляя процессы возобновления [4]. Полноценность этих популяций является свидетельством реализации онтогенетического развития без каких-либо отклонений (пропуск определенных возрастных состояний) (рис. 1).

Реализация стабильного семенного возобновления – одно из необходимых условий формирования устойчивых, длительно существующих популяционных систем. Согласно литературным данным, семена *P. tenuifolia* имеют недоразвитый зародыш, в связи с чем латентный период онтогенеза длительный, поэтому для поддержания численности популяций жизненно важно регулярное пополнение запаса семян в почве [11, 18, 31]. В условиях искусственной степи доли участия в возрастном составе ювенильных, иматурных, виргинильных особей хоть и невелики, но постоянны; максимум приходится на группу средневозрастных генеративных особей, наиболее ответственных за семенное возобновление популяций, преобладающее над вегетативным у *P. tenuifolia*. Такое распределение растений по онтогенетическим группам возможно при регулярном пополнении молодыми вегетативными особями и их успешной приживаемости, достаточно быстром развитии молодых растений в последующие возрастные состояния при благоприятных условиях произрастания. Все это подтверждает перспективность выращивания в составе искусственных ценозов

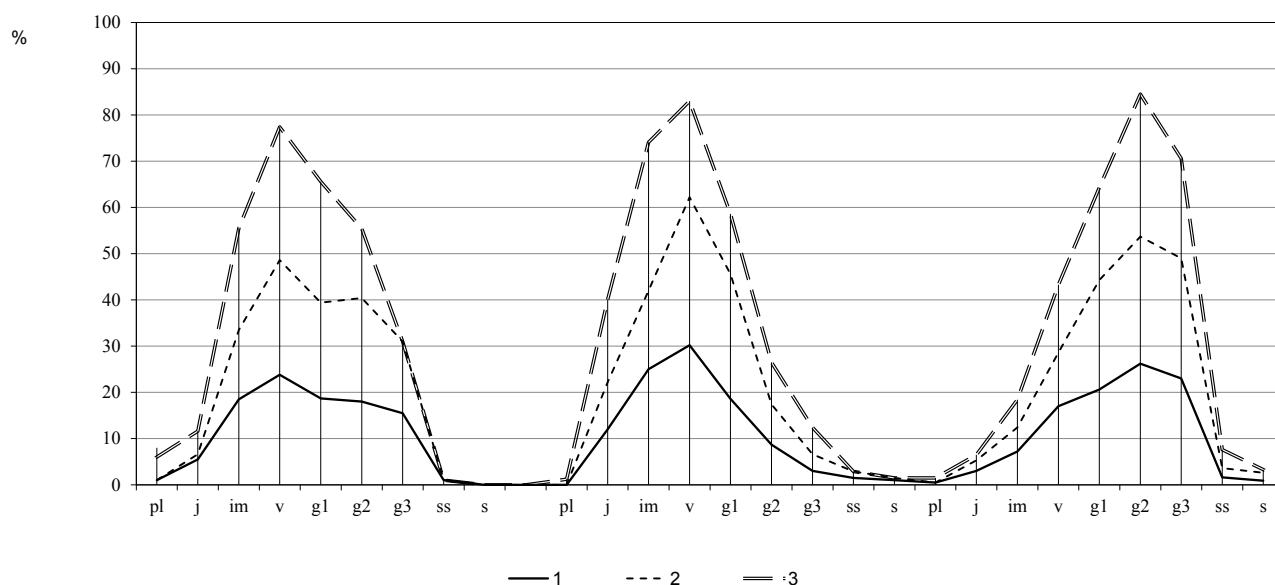


Рис. 1. Возрастные спектры интродукционных популяций *Paеonia tenuifolia* L. в искусственных степных фитоценозах настоящей степи в Донецком ботаническом саду: 1 – разнотравно-типчаково-украинскоковыльное растительное сообщество, 2 – разнотравно-типчаково-волосистокосовильное растительное сообщество, 3 – ковыльно-типчаково-разнотравное растительное сообщество

Fig. 1. Age spectra of introduced populations of *Paеonia tenuifolia* L. in artificial steppe phytocenoses of the true steppe in Donetsk Botanical Garden: 1 – mixed grass-fescue-Ukrainian feather grass plant community, 2 – mixed grass-fescue-hairy feather grass plant community, 3 – feather grass-fescue-mixed grass plant community

P. tenuifolia, проявляющего способность к регулярному преимущественно семенному размножению, увеличению численности, не требующая дополнительных мер по поддержанию и пополнению популяции.

Левосторонний характер неполночленного возрастного спектра популяции в ковыльно-типчаково-разнотравном растительном сообществе в течение некоторого времени, вероятно, был обусловлен тем, что она находилась еще на стадии становления и в ее составе преобладали молодые вегетативные и генеративные особи. Малое участие растений средневозрастной и отсутствие старых, а также постгенеративных групп обусловлено еще не полным прохождением онтогенетического развития особями, и их появление осуществилось по мере старения более молодых особей в развивающемся на тот период времени фитоценозе, образованном позже остальных натурных моделей на основе питомника степных растений. Менее устойчивое положение популяции из-за неполночленности возрастного состава в большей степени было связано с временными рамками, чем с неблаго-

приятными эколого-фитоценотическими условиями среды обитания (рис. 1).

К 2024 г. интродукционные популяции *P. tenuifolia* – нормальные, дефинитивные, полночленные с правосторонним возрастным спектром. Высокая оценка интродукции вида в составе искусственных фитоценозов подтвердила формирование подобной природным местообитаниям и оптимальной эколого-фитоценотической среды для сохранения и воспроизводства раритетного фитогенофонда.

Важным фактором, обуславливающим структуру популяций, адекватную изменчивым эколого-фитоценотическим условиям, является их виталитетный состав: наличие особей различного жизненного уровня существенно повышает их адаптивный потенциал. Иерархия по уровням жизненности, являясь показателем устойчивости особей и характеризуя их энергетическое состояние, отражает и выполнение ими различных функций в фитоценозах. В 2024 г. в украиноковыльнике и ковыльно-типчаково-разнотравном фитоценозе отмечено накопление особей, относящихся к первому

виталитетному классу, составляющих функциональную группу размножения (рис. 2). Именно высокое жизненное состояние особей связывают с повышенной продуктивностью, большей устойчивостью к внешним воздействиям и высокой способностью к эффективному размножению, что в свою очередь способствует упрочнению положения популяций в растительных сообществах в результате появления потомства, характеризующегося таким же высоким жизненным уровнем [9].

Принадлежность популяции пиона в волосистоковыльнике к депрессивному типу свидетельствует о некотором ухудшении условий существования в год наблюдения, что обрело выражение в накоплении особей низкого уровня жизнеспособности, составляющих «группу резерва» и выполняющих функцию контроля за размерами реализованной экологической ниши, обеспечивая устойчивость ценопопуляций. Вероятно, такое положение этой популяции может быть связано с некоторой ксерофитизацией условий местообитания, чем в предыдущих двух.

Жизненное состояние растений – величина переменная и под влиянием эколого-фитоценологических условий менялась в различные годы [13], приспособлявая популяции к изменившимся условиям существования. При этом пе-

реход растений из первого виталитетного класса в третий увеличивает продолжительность возрастных периодов: в течение длительного периода (2005–2016 гг.) характер возрастных спектров вида в условиях искусственной степи оставался левосторонним (рис. 1), в котором максимум приходился на группу виргинильных особей. Как правило, это касается виргинильных и молодых генеративных растений, но в целом создает впечатление общего замедления жизненного цикла, что также может иметь адаптивное значение, поскольку в случае длительных перерывов в процессах возобновления некоторое время сохраняется разнообразие возрастного состава популяций. В целом реакции популяций на ухудшение эколого-фитоценологических условий проявляются в снижении их функциональной фитоценологической роли и ведут к значительному уменьшению энергетических затрат на самоподдержание, что в конечном итоге способствует их устойчивости. Как показали многолетние исследования, тот факт, что популяция в 2024 г. являлась депрессивной (рис. 2), еще не говорит о том, что она становится деградирующей и ей угрожает исчезновение из состава растительного сообщества: виталитетный состав ценопопуляций весьма подвижен, а угнетенные особи при малейших

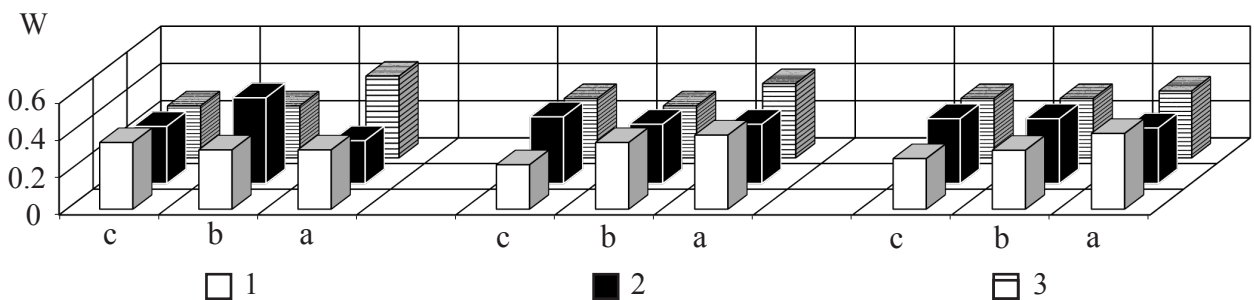


Рис. 2. Виталитетный состав интродукционных популяций *Paeonia tenuifolia* L. в искусственных степных фитоценозах настоящей степи в Донецком ботаническом саду: 1 – разнотравно-типчаково-украинскоковыльное растительное сообщество, 2 – разнотравно-типчаково-волосистоковыльное растительное сообщество, 3 – ковыльно-типчаково-разнотравное растительное сообщество; W – встречаемость, «с» – низший класс, «b» – средний класс, «a» – высший класс

Fig. 2. Vitality composition of introduced populations of *Paeonia tenuifolia* L. in artificial steppe phytocenoses of the true steppe in Donetsk Botanical Garden: 1 – mixed grass-fescue-Ukrainian feather grass plant community, 2 – mixed grass-fescue-hairy feather grass plant community, 3 – feather grass-fescue-mixed grass plant community; W – occurrence, «c» – lower class, «b» – middle class, «a» – higher class

улучшениях условий местообитания стремились улучшить свое положение [9].

Немаловажным фактором при определении состояния популяций являются особенности пространственного размещения растений, отражающие их адаптивные возможности, такие как возрастной и виталитетный составы. Различия условий микрообитаний, особенностей размножения и расселения видов растений, внутри- и межвидовая конкуренция за жизненное пространство и ресурсы среды – важные факторы формирования горизонтальной структуры популяций, проявляющиеся в характере размещения особей разного возрастного состояния, а, следовательно, и различного жизненного уровня [1, 9]. Эта сторона структурной организации во многом определяет популяционную устойчивость.

В настоящем сохраняется групповое размещение особей *P. tenuifolia* в пространстве (показатель – отношение дисперсии к среднему, во всех случаях превышал единицу). Преимущественно формируются небольшие четко очерченные агрегации, между которыми встречаются одиночные растения.

В ковыльно-типчаково-разнотравном растительном сообществе растения (от 5 до 7 особей различных возрастных состояний) формируют плотные близко расположенные (10–25 см) друг от друга скопления. В менее мезофитизированных украинскоковыльнике и волосистокобыльнике тип размещения растений также контагиозный, но скопления разреженные (не более 3-х особей), сформировавшиеся на расстоянии друг от друга 50–150 см. Контагиозное размещение особей важно для существования популяций видов-ассектаторов, особенно, с невысоким обилием, включая и этот вид пиона. У них именно в скоплениях благодаря смыканию фитогенных полей через вещественно-энергетический обмен возможна интеграция особей, которая в пределах популяций осуществляется благодаря перекрестному опылению. Перенос пыльцы при опылении зависит от плотности популяции. Пространственное размещение растений отражается на частоте посещения цветков насекомыми [35].

К тому же, концентрация элементарных источников фитогенного поля в виде компактных клонов (скоплений) приводит к резкой напряженности фитогенного поля этих образований и позволяет виду длительно удерживать за собой занятую территорию. Благодаря такому рациональному размещению особей в виде компактных скоплений [1, 9], популяции выдерживают внутри- и межвидовую конкуренцию. В таких группах 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.

Выводы

Состояние интродукционных популяций в искусственных растительных сообществах подтверждает, что для *P. tenuifolia* сложились условия произрастания, сходные с природными фитосистемами, благоприятные для осуществления процессов самоподдержания, направленные на поддержание стабильной структурно-функциональной организации.

Интродукционные популяции созофита – дефинитивные саморегулирующиеся полноценные, нормальные, зрелые системы с правосторонними спектрами, максимум в которых приходится на группу средневозрастных генеративных особей. Характеризуются довольно стабильной плотностью, подверженной только флуктуационным колебаниям; разнообразием виталитетного состава, что, как и полносоставность возрастного состава, позволяет полнее использовать ресурсы среды обитания, удерживать занятую видом территорию, в том числе и благодаря рациональному (контагиозному) размещению особей в пространстве.

Raemonia tenuifolia отнесен к высокоустойчивым фитокомпонентам степных экспозиций в ДБС, поскольку его интродукционные популяции длительно существующие; он зимостоек, мало восприимчив к болезням и вредителям; обладает декоративными признаками.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ Донецкий ботанический сад по теме «Исследование современного состояния растительного покрова на Донецкой возвышенности и в Северном Приазовье» (Регистрационный № 123101300195-2).

1. Гиляров А.М. Популяционная экология. М. Изд-во МГУ, 1990. 191 с.
2. Глухов О.З., Птиця В.В. Реінтродукція раритетних видів флори південного сходу України. Донецьк: Вебер. Донецька філія, 2008. 193 с.
3. Гусейнова Н.Т. Формирование интродукционных популяций растений // Молекулярная генетика. 2022. N 11(101). С. 50–52.
4. Егорова Н.Ю., Сулейманова В.Н., Егошина Т.Л. Динамика демографической структуры ценопопуляций *Cypripedium calceolus* L. (Orchidaceae) в долине реки Вятка // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2020. Т. 125, Вып. 2. С. 51–59.
5. Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. N 21. С. 3–7.
6. Жукова Л.А., Полянская Т.А. О некоторых подходах к прогнозированию перспектив развития ценопопуляций растений // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2013. Вып. 32, N 31. С. 160–171.
7. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 256 с.
8. Занина М.А. Особенности местообитания и местонахождения *Raeonia tenuifolia* L. в Саратовской области // Степи Северной Евразии. Материалы IX международного симпозиума. Оренбург, 2021. С. 308–313.
9. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.
10. Ибатулина Ю.В. 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. 2023. N 19. С. 35–38.
11. Ивойлов А.В. Опыт интродукции *Raeonia tenuifolia* L. в условиях Республики Мордовия // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры. Материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (Минск, 28 июня – 01 июля 2022 г.). Минск: Белтаможсервис, 2022. Ч. 1. С. 134–137.
12. Каталог растений Донецкого ботанического сада. К.: Наукова думка, 1988. 528 с.
13. Комина О.В., Васильева О.Ю. Оценка устойчивости и продуктивности видов рода *Raeonia* L. местной и инорайонной флоры // Вестник КрасГАУ. 2019. N 8. С. 17–23.
14. Кондратюк Е.М., Чуприна Т.Т. Ковыльные степи Донбасса: современное состояние и перспективы восстановления. К.: Наукова думка, 1992. 171 с.
15. Красная книга Луганской Народной Республики. Электронное издание / под общ. ред. Е.И. Соколовой. Луганск: Министерство природных ресурсов и экологической безопасности, 2017. 185 с.
16. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / отв. ред. Д.В. Гельтман. 2-е офиц. изд. М., 2024. 944 с.
17. Красная книга Ставропольского края: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Т. 1: Растения / отв. ред. А.Л. Иванов. Ставрополь: Полиграфсервис, 2002. 384 с.
18. Кузьменко И.П., Шмараева А.Н. Опыт интродукции редкого вида *Raeonia tenuifolia* L. (Raeoniaceae) в ботанический сад Южного федерального университета // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. 2021. N 17. С. 30–33.
19. Марко Н.В., Шевченко С.В. О естественном возобновлении *Adonis vernalis* L. и *Raeonia*

- tenuifolia* L. в Крыму // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2005. Т. 125. С. 89–98.
20. Масленников А.В. О распространении и экологии *Raeonia tenuifolia* L. на центральной части Приволжской возвышенности // Флора центральной России. Материалы научной конференции (Липецк, 1–3 февраля 1995 г.). М., 1995. С. 93–94.
21. Масленников А.В., Масленникова Л.А. Состояние популяций пиона тонколистного (*Raeonia tenuifolia* L.) на северо-восточном пределе распространения в условиях приволжской возвышенности // Экология и география растений и растительных сообществ Среднего Поволжья. 2011. С. 318–326.
22. Мозговая О.А., Семенова О.В., Шаронова И.В. Онтоморфогенез *Raeonia tenuifolia* L. в условиях культуры в Среднем Поволжье // Самарская Лука: Проблемы региональной и глобальной экологии. 2007. Т. 16, N 1–2 (19–20). С. 278–282.
23. Онтогенетический атлас растений. Т. VII / отв. и науч. ред. Л.А. Жукова. Йошкар-Ола, 2013. 364 с.
24. Остапко В.М., Мартынов В.В., Приходько С.А., Муленкова Е.Г., Губин А.И., Никулина Т.В., Бондаренко-Борисова И.В., Тараненко Л.И., Молодан Г.Н., Амолин А.В., Трискиба С.Д. Перечень объектов животного и растительного мира, рекомендуемых к включению в первое издание Красной книги Донецкой Народной Республики // Промышленная ботаника. 2020. Вып. 20, N 1. С. 8–28.
25. Порукова Е.А., Мельникова Т.С., Фатюнина Ю.А., Можая Г.Ф. Итоги и перспективы интродукции рода *Raeonia* L. в Ботаническом саду ПГУ // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. Материалы X Международной научно-практической конференции (Владикавказ, 23–25 декабря 2020 г.). Владикавказ: Веста, 2020. С. 157–161.
26. Приходько С.А., Ибатулина Ю.В., Остапко В.М., Эколого-демографическая структура природных и интродукционных ценопопуляций как индикатор состояния степных фитоценозов. Донецк, 2013. 309 с.
27. Приходько С.А., Остапко В.М., Муленкова Е.Г., Усманова Н.В., Ибатулина Ю.В., Гнатюк Н.Ю. Оценка успешности интродукции растений природной флоры Донбасса в Донецком ботаническом саду // Промышленная ботаника. 2022. Вып. 22, N 3–4. С. 36–43.
28. Реут А.А., Миронова Л.Н. Редкие виды рода *Raeonia* L. в Ботаническом саду-институте Уфимского научного центра // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. 2014. Вып. 11. С. 10–15.
29. Реут А.А. Сохранение биоразнообразия редких пионов в условиях культуры // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. N 12(212). С. 19–22.
30. Розно С.А., Рузаева И.В., Помогайбин А.В., Кавеленова Л.М. Некоторые итоги сохранения раритетного вида степной флоры *Raeonia tenuifolia* L. *ex situ* и при реинтродукции ботаническим садом Самарского университета // Новости науки в АПК. 2019. N 1–2(12). С. 40–44.
31. Селиверстова Е.Н., Щегринцев Н.В. Интродукция видов пиона в Ставропольском ботаническом саду // Сельскохозяйственный журнал. 2021. N 2(14). С. 44–51.
32. Ткаченко К.Г. Интродукция некоторых видов рода *Raeonia* L. флоры Кавказа в Ботаническом саду Петра Великого // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52, N 1. С. 267–273.
33. Уранов А.А., Смирнова О.В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 1969. Т. 74, Вып. 1. С. 119–134.
34. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / отв. ред. А.А. Уранов, Т.И. Серебрякова. М.: Наука, 1976. 216 с.
35. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М.: Наука, 1988. 184 с.
36. Червона книга Донецької області: рослинний світ (рослини, що підлягають охороні в

- Донецькій області) / під заг. ред. В.М. Остапка. Донецьк: Новая печать, 2010. 432 с.
37. Marković T., Tanasić B., Gordanić S., Prijić Ž., Mrđan S., Dragumilo A., Lukić M., Radanović D. The Natural Habitats, Nutrients, and Heavy Metal Status of Wild Steppe Peony Populations in Serbia // Horticulturae. 2024. N 10. 972 p.
38. Zanina M.A., Smirnova E.B. Structure of coenopopulations and phytocoenotic confinement of *Paeonia tenuifolia* L. in floristic complexes of Oka-Don lowland // Plant Science Today. 2020. Vol. 7, N 4. P. 663–668.

Поступила в редакцию: 16.02.2025

UDC 581.55:58.006

ECOLOGICAL AND DEMOGRAPHIC STRUCTURE OF POPULATIONS OF *PAEONIA TENUIFOLIA* L. IN THE CONDITIONS OF ARTIFICIAL STEPPE IN DONETSK BOTANICAL GARDEN

Yu.V. Ibatulina

Federal State Budgetary Scientific Institution «Donetsk botanical garden»

The article presents results of monitoring observations on the state of introduced populations of the rare steppe species *Paeonia tenuifolia* L., based on the dynamic analysis of density, age and vitality composition of populations, as well as the study of the spatial distribution of individuals. Taking into account population characteristics, introduction success of the species in conditions of the artificial steppe in Donetsk Botanical Garden is shown. It was established that in natural models of the real steppe, favorable conditions were formed for functioning of self-maintenance process in the species populations, which is a necessary pre-requisite for successful, long-term conservation of this species and rare phytogenic pool as a whole. The introduction success of *P. tenuifolia* was assessed in 7 points out of 8, indicative of good prospects for preserving this species *ex situ*.

Key words: *Paeonia tenuifolia*, artificial phytocenosis, introduced population, density, age composition, vitality composition, spatial distribution of individuals

Citation: Ibatulina Yu.V. Ecological and demographic structure of populations of *Paeonia tenuifolia* L. in the conditions of artificial steppe in Donetsk Botanical Garden // Industrial Botany. 2025. Vol. 25, N 1. P. 38–48. DOI: 10.5281/zenodo.15182243