

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Краткое сообщение

УДК 574.38

<https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-1-109-119>

РЕСУРСЫ И ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ РОДА *VIOLA* (VIOLACEAE, MAGNOLIÓPSIDA) В ПРАВОБЕРЕЖЬЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. Б. Смирнова^{1✉}, М. А. Занина¹, Н. Ю. Семенова¹,
Г. С. Арушанян², В. В. Шелоп²

¹ Балашовский институт (филиал) Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского
Россия, 412300, г. Балашов, ул. Карла Маркса, д. 29

² Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Поступила в редакцию 30.01.2022 г., после доработки 24.02.2022 г., принята 26.02.2022 г.

Аннотация. Представлены результаты исследований по изучению ресурсов и состоянию ценопопуляций (ЦП) трех видов рода *Viola* – *V. canina* L., *V. tricolor* L., *V. arvensis* Murray, проведенных в 2016 – 2021 гг. в Романовском, Балашовском и Калининском районах Саратовской области. Даны описания местообитаний видов с географическими координатами. Виды *V. canina*, *V. tricolor*, *V. arvensis* имеют лекарственное, медоносное и декоративное значение. Популяции видов приурочены к лугово-степным злаково-разнотравным фитоценозам. Фитоценозы с участием изучаемых видов отличаются по видам – доминантам и содоминантам. В результате исследования онтогенетической структуры ценопопуляций *V. canina* установлено, что обе ЦП имеют одновершинные спектры с максимумом на растениях виргинильной группы. Тип ценопопуляции по критерию «дельта-омега» – переходная. Средней эффективностью размножения характеризуется ЦП *V. tricolor* и ЦП 2 *V. arvensis*. ЦП 1 *V. arvensis* – низкой, значение индекса восстановления ее возрастного спектра меньше единицы. Процессы возобновления в ЦП 1 *V. arvensis* затруднены и нестабильны. Анализ возрастной структуры ЦП с использованием классификации «дельта-омега» показал, что ЦП *V. tricolor* и ЦП 1 *V. arvensis* являются зреющими, а ЦП 2 *V. arvensis* – переходной по положению в системе координат «дельта-омега». Урожайность видов зависела от степени увлажнения года. В среднем за 5 лет исследования урожайность *V. arvensis* составила 21.51, *V. canina* – 19.09, *V. tricolor* – 27.2 т/га. С целью возобновления популяций эксплуатацию зарослей всех видов рода *Viola* необходимо проводить 1 раз в три года на 1/3 площади заросли.

✉ Для корреспонденции. Балашовский институт (филиал) Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского.

ORCID и e-mail адреса: Смирнова Елена Борисовна: <https://orcid.org/0000-0001-5015-2166>, elenaprentam@mail.ru; Занина Марина Анатольевна: zanmarina@yandex.ru; Семенова Наталья Юрьевна: semjonovanatalia@mail.ru; Арушанян Генрих Спартакович: arushanyan_777@mail.ru; Шелоп Вячеслав Вячеславович: vvshelop@yandex.ru.

Ключевые слова: *Viola*, онтогенетическая структура, ценопопуляция, урожайность, Саратовская область

Для цитирования. Смирнова Е. Б., Занина М. А., Семенова Н. Ю., Арушанян Г. С., Шелон В. В. Ресурсы и онтогенетическая структура ценопопуляций рода *Viola* (Violaceae, Magnoliópsida) в Правобережье Саратовской области // Поволжский экологический журнал. 2022. № 1. С. 109 – 119. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-1-109-119>

Медицинские препараты, изготовленные на основе растительного сырья, в настоящее время широко применяются для лечения и профилактики многих заболеваний. Преимущества таких средств перед синтетическими лекарствами заключаются в их неагрессивном действии и нетоксичности. Источником фито препаратов являются лекарственные растения отечественной флоры, ресурсы которых в Саратовской области изучены недостаточно и используются мало (Смирнова и др., 2020). В России официальными являются около 350 лекарственных растений. По прогнозам ВОЗ доля фитопрепаратов в общем объеме лекарственных средств будет увеличиваться. Поэтому поиск новых сырьевых источников природных биологически активных соединений является актуальной проблемой (Буданцев, 2005).

В Саратовской области встречаются 14 видов исследуемого рода. Большинство из них образуют заросли, кроме *Viola odorata* L. Из них 4 вида – редкие и охраняемые в Саратовской области: *V. ambigua* Waldst. et Kit., *V. epipsilla* Ledeb., *V. suavis* Bieb., *V. tanaitica* Grosset. (Красная книга..., 2021). *V. tricolor* и *V. arvensis* – полиморфные виды, легко гибридизируют между собой и другими видами данного рода (Ballard et al., 2014).

Род *Viola* хорошо изучен в фитохимическом отношении. Полисахариды и флавоноиды содержат *Viola tricolor* L. и *Viola arvensis* Murray (Блинова и др., 2005; Karim et al., 2018). В зарубежной литературе приводятся данные по цитотоксичности некоторых видов рода *Viola* (Svangård et al., 2004, Alipanah et al., 2018; Parsley et al., 2018). Антибактериальной активностью обладает *Viola canina* L. (Бубенчиков, 2004; Покровский, Бубенчиков, 2010). Доказана эффективность комбинации видов фиалок при приступах мигрени (Kamali et al., 2018). Область применения и качество лекарственного растительного сырья регламентируется единой для них фармакопейной статьей (Мартынов и др., 2010; Фиалки трава..., 2018). Учитывая фармакогностическую ценность данных видов, изучение ресурсов на территории Саратовской области рода *Viola* является актуальным, а исследования состояния популяций и условий произрастания позволят использовать запасы лекарственного сырья в неистощительном режиме.

Исследования проводили в 2016 – 2021 гг. в Правобережье Саратовской области, в частности в Романовском, Балашовском, Калининском районах (Семенова и др., 2017; Арушанян и др., 2021; Nevzorov et al., 2019). Популяция *V. tricolor* обнаружена в Калининском районе, в урочище Васильковский лес (51°34'23" с. ш., 44°21'12" в. д., 170 м н.у.м.). Район исследования находится на стыке Окско-Донской равнины и Приволжской возвышенности. Урочище представляет собой нагорную дубраву в 8 км от с. Ахтуба. Площадь популяции – 1.2 га (рис. 1). В урочище «Пионерская поляна» Балашовского района, представляющем собой поймен-

ную ландышево-снытево-ежевичную дубраву (51°56'49" с. ш., 43°13'81" в. д., 117 м н.у.м.), обнаружена ценопопуляция *V. canina* (ЦП 1). В урочище «Разнобрычка» (51°38'03" с. ш., 42°46'73" в. д., 100 м н.у.м.) Романовского района находится ЦП 2 данного вида. Местобитание *V. arvensis* – склоны балок надпойменной террасы р. Хопёр (ЦП 1). Урочище «Тарасова гора» (51°37'41" с. ш., 43°12'50" в. д.; 136 м н.у.м.) подвергается сильнейшему антропогенному воздействию – на данной территории расположена база отдыха «Простоквашино» (нередки свалки и заросли сорных растений). Ценопопуляция 2 (ЦП 2) обнаружена по межбалочным пространствам в окрестностях с. Никольевка (51°31'00" с. ш., 43°04'60" в. д.; 125 м н.у.м.) и встречается по автомобильному спидометру на протяжении 5 км, неширокой полосой (до 1 м).



Рис. 1. Фитоценоз с участием *Viola tricolor*
Fig. 1. A phytocenosis involving *Viola tricolor*

Урожайность рассчитывали перемножением среднего числа растений с единицы площади на среднюю массу модельного экземпляра. Биологический запас определяли как произведение площади и плотности запаса (Крылова, Шретер, 1971). В ходе работы использовались общепринятые методы геоботанических описаний (Тарасов, Гребенюк, 1981). Для получения фитоценологических характеристик были заложены случайным образом 15 пробных площадей по 10 м² каждая. Собирался гербарный материал с последующим определением видов по П. Ф. Маевскому (2006). Видовые названия приводятся по С. К. Черепанову (1995).

Для изучения онтогенетической структуры в каждой исследованной ценопопуляции случайно-регулярным способом закладывались пробные площадки площадью 1 м². Подсчитывались все особи и отмечались все возрастные состояния (Заугольнова и др., 1988). При выделении онтогенетических состояний была принята периодизация онтогенеза, предложенная Т. А. Работновым (1974), в дальнейшем уточненная А. А. Урановым (1975). Возрастные состояния определяли по О. П. Ведерниковой, Г. О. Османовой (1997) и Т. В. Елисафенко (2018). Тип ценопопуляции определяли по классификации Т. А. Работнова (1974). Онтогенетические индексы, а также критерии возрастности и эффективности (дельта-омега) рассчитывались по Л. А. Животовскому (2001).

Подготовительную обработку и анализ данных проводили в приложении Microsoft Office Excel 2010 (Microsoft Corp., USA), статистические расчеты выполнены с использованием пакета программ STATISTICA 6 (Statsoft Inc., USA).

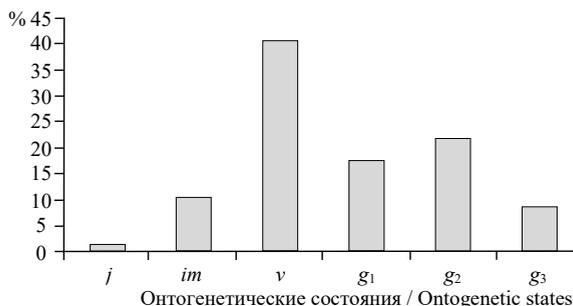


Рис. 2. Онтогенетический спектр ЦП *Viola tricolor*: *j* – ювенильные, *im* – имматурные, *v* – виргинильные, *g*₁ – молодые генеративные, *g*₂ – зрелые генеративные, *g*₃ – старые генеративные растения

Fig. 2. Ontogenetic spectrum of *Viola tricolor* cenopopulations: *j* – juvenile, *im* – immature, *v* – virginal, *g*₁ – young generative, *g*₂ – mature generative, *g*₃ – aged generative individuals

Онтогенетический спектр ценопопуляции относится к бимодальному типу с наибольшей долей растений виргинильной (40.6%) и средневозрастной генеративной (21.7%) фракций (рис. 2). Ценопопуляция нормальная неполноценная, отсутствуют проростки и особи постгенеративного периода. Тип ЦП по критерию Δ/ω – зреющая.

Расчеты индекса восстановления ($I_b = 1.09$) свидетельствуют об относительно хорошей способности к самоподдержанию ЦП фиалки трёхцветной, так как значения I_b больше единицы (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика структуры ценопопуляций *Viola tricolor*

Table 1. Characteristics of the structure of *Viola tricolor* cenopopulations

Плотность, экз. / м ² / Density, spec. / m ²		Индекс восстановления / Index of renewal	Индекс старения / Aging index	Индекс возрастности / Index of age	Индекс эффективности / Efficiency index	Тип ЦП по критерию «дельта-омега» / Type of cenopopulation according to the “delta-omega” criterion
Средняя / Average	Генеративных особей / Generative individuals					
13.5	6.3	1.09	0.09	0.27	0.61	Зреющая / Maturing

V. canina имеет в ценопопуляции следующие эколого-фитоценологические характеристики: летне-зимне-зеленый стержнекорневой травянистый многолетник. Гемикриптофит. Евроазиатский лесостепной. Мезофит, мезотроф. Теневыносливое растение. Заросли представлены большими куртинами, размерами до 1 м в диаметре. Вид страдает в основном как красивоцветущий первоцвет и собирается на букеты. Во флористическом окружении – *Ficaria verna* Huds., *Convallaria majalis* L., *Vincetoxicum hirundinaria* Medik., *Rubus caesius* L., *Chelidonium majus* L., *Hippochaeris tehyemalis* (L.) Bruhin., *Asarum europaeum* L., *Aegopodium podagraria* L.

V. tricolor имеет в ценопопуляции следующие эколого-фитоценологические характеристики: однолетник, терофит, евро-западноазиатский. По отношению к увлажнению – мезофит. По отношению к питанию – мезоэвтроф, светолюбивое. Кроме лекарственного имеет декоративное и медоносное значение.

В ценопопуляции абсолютный доминант (см. рис. 1). Содоминанты фитоценоза – *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Fragaria viridis* (Duchesne) Weston. В состав фитоценоза входят следующие виды: *Thymus serpyllum* L., *Stellaria graminea* L., *Plantago major* L., *Trifolium montanum* L. и др.

Онтогенетические спектры ЦП *V. canina* в двух фитоценозах имеют схожий характер: спектры обеих ЦП – одновышинные, левосторонние, с абсолютным максимумом на особях виргинильной фракции. Преобладание виргинильных растений в спектре ЦП этого вида обусловлено его биологическими особенностями. Ещё одной причиной может быть медленное развитие особей на начальных этапах онтогенеза, характерное для представителей рода *Viola* (Смирнова, 1987).

Индексы восстановления ЦП равны 1.60 и 11.33, что свидетельствует об их хорошей способности к самоподдержанию (табл. 2). ЦП 1 характеризуется более высокими значениями индекса возрастнойности (0.24) и индекса эффективности (0.54) по сравнению с ЦП 2 *V. canina*, расположенной в районе исследования в луговом сообществе со слабой антропогенной нагрузкой. Индекс возрастнойности ЦП 2 равен 0.13, а индекс эффективности – 0.37. Невысокий индекс старения свидетельствует о длительности пребывания особей в генеративном состоянии.

Таблица 2. Демографические показатели ценопопуляций (ЦП) *Viola canina*
Table 2. Demographic indicators of *Viola canina* cenopopulations (CP)

№ ЦП / No. CP	Индекс восстановления / Index of renewal	Индекс старения / Aging index	Индекс возрастности / Index of age	Индекс эффективности / Efficiency index	Тип ЦП по критерию «дельта-омега» / Type of cenopopulation according to the “delta-omega” criterion
ЦП 1 / CP 1	1.60	0.09	0.24	0.54	Переходная / Transitional
ЦП 2 / CP 2	11.33	0.03	0.13	0.37	Переходная / Transitional

V. arvensis в ценопопуляциях имеет следующие эколого-фитоценотические характеристики: однолетник, терофит. Евразиатский лесостепной. Ксеро-мезофит с очень широкой экологической амплитудой. Мезотроф с также широкой экологической амплитудой, эвтроф. Медоносное. В обеих ценопопуляциях *V. arvensis* во флористическом окружении содоминантами выступали виды семейства *Rosaceae*.

Онтогенетический спектр одновышинный с максимумом в области молодых генеративных особей (36.0%) (рис. 3). Ценопопуляция неполноценная.

Тип ЦП по критерию Δ/ω – зреющая. Процессы возобновления в ЦП затруднены и нестабильны, так как значение I_b меньше единицы, причина – острая межвидовая конкуренция. В онтогенетическом спектре ЦП 2 фиалки полевой преобладают прегенеративные растения, на долю которых приходится 71.6% от общего

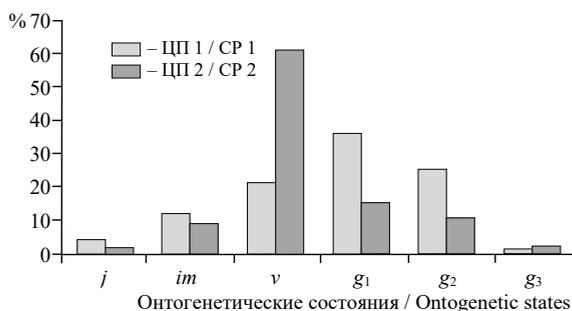


Рис. 3. Онтогенетические спектры ценопопуляций (ЦП 1 и ЦП 2) *Viola arvensis*: *j* – ювенильные, *im* – имматурные, *v* – виргинильные, *g1* – молодые генеративные, *g2* – зрелые генеративные, *g3* – старые генеративные растения

Fig. 3. Ontogenetic spectra of two cenopopulations (CP 1 and CP 2) of *Viola arvensis*: *j* – juvenile, *im* – immature, *v* – virginal, *g1* – young generative, *g2* – mature generative, *g3* – aged generative individuals

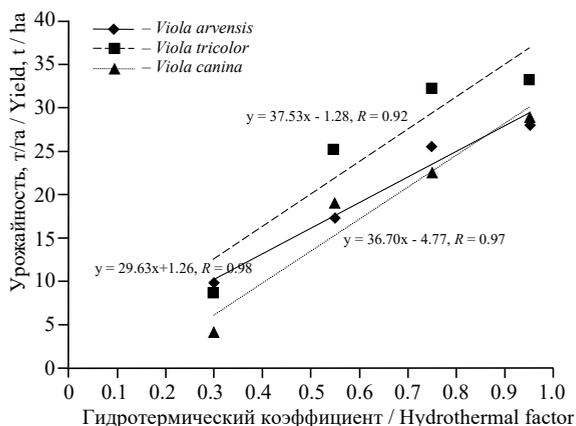


Рис. 4. Урожайность видов рода *Viola* в зависимости от степени увлажнения года

Fig. 4. Yield of the species of the genus *Viola* depending on the degree of moisture of the year

коэффициент (ГТК) < 0.5); 2018 и 2021 гг. были засушливыми (ГТК = 0.65 – 0.50); 2019 г. – средnezасушливым (ГТК = 0.90 – 0.65); 2017 г. – средневлажным (ГТК > 0.90).

В среднем за 5 лет исследования урожайность *V. arvensis* составила 21.51, *V. canina* – 19.09, *V. tricolor* – 27.2 т/га.

Проведенные исследования показали, что изученные виды приурочены к лугово-степным злаково-разнотравным фитоценозам. Обе ЦП *V. canina* имеют одновершинные спектры с максимумом на растениях виргинильной группы. Тип ценопопуляции – переходная. Лимитирующий фактор популяции – антропогенный (красивоцветущий первоцвет). Ценопопуляция *V. tricolor* и ЦП 2 *V. arvensis* характеризуются средней эффективностью размножения. Ценопопуляция 1 *V. arvensis* – низкой. Анализ возрастной структуры ЦП показал, что ЦП *V. tricolor* и ЦП 1 *V. arvensis* являются зреющими, а ЦП 2 *V. arvensis* – переходной по положению в системе координат «дельта-омега».

Ресурсная значимость данных видов достаточно высокая (от 19 до 27 т/га) и они могут быть рекомендованы для сбора лекарственного растительного сырья лесничествами с целью реализации местной сетью аптек в качестве БАД после соответствующей сертификации. Эксплуатация зарослей всех видов рода *Viola* должна производиться не чаще, чем 1 раз в три года на 1/3 площади заросли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арушанян Г. С., Авдохина А. А., Смирнова Е. Б. Ресурсы лекарственного растительного сырья *Asparagus officinalis* надпойменных террас притоков реки Хопёр // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. Т. 58, вып. 3. С. 149 – 154.

Блинова О. А., Иванов А. И., Марченко С. Д. Фиалки трехцветная и полевая : химический состав и применение // Фармация. 2005. № 6. С. 41 – 43.

числа проанализированных особей. Высокая доля прегенеративных растений свидетельствует о способности ЦП к самовозобновлению.

Максимум приходится на особи виргинильной фракции (61.1%). Тип ЦП по критерию $\Delta - \omega$ – переходная. Высокое значение индекса восстановления ($I_v = 2.52$) свидетельствует о хорошем и устойчивом состоянии ЦП 2 фиалки полевой.

Подсчитаны биоресурсы видов рода *Viola*. Урожайность видов зависела от степени увлажнения года (рис. 4). Так, 2016 и 2020 гг. были острозасушливыми (гидротермический

РЕСУРСЫ И ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ РОДА *VIOLA*

Бубенчиков Р. А. Фенольные соединения и полисахариды фиалки собачьей // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия, Биология, Фармация. 2004. № 1. С. 156 – 159.

Буданцев А. Л. Фундаментальные направления ботанического ресурсоведения и их развитие // Растительные ресурсы. 2005. Т. 41, вып. 1. С. 3 – 26.

Ведерникова О. П., Османова Г. О. Онтогенез фиалки трехцветной (*Viola tricolor* L.) // Онтогенетический атлас лекарственных растений. Йошкар-Ола : Марийский государственный университет, 1997. С. 74 – 76.

Елисафенко Т. В. Род *Viola* L. в Сибири : биология, сохранение видового разнообразия : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 2018. 33 с.

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

Заугольнова Л. Б., Жукова Л. А., Комаров А. С., Смирнова О. В. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М. : Наука, 1988. 181 с.

Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов : Папирус, 2021. 496 с.

Крылова И. Л., Шретер А. И. Методические указания по изучению запасов дикорастущих лекарственных растений. М. : Изд-во ВИЛАР, 1971. 22 с.

Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2006. 600 с.

Мартынов А. М., Даргаева Т. Д. Разработка методики количественного определения флавоноидов в траве фиалки одноцветковой // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2017. Т. 2, № 1. С. 79 – 83.

Покровский М. В., Бубенчиков Р. А. Фармакотерапевтическая эффективность растений рода фиалка при стафилококковой пневмонии // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. 2010. № 22. С. 19 – 22.

Работнов Т. А. Определение возрастных состояний популяций видов в сообществе // Полевая геоботаника. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1974. Т. 3. С. 132 – 208.

Семенова Н. Ю., Невзоров А. В., Шатаханов Б. Д. Состояние и онтогенетическая структура *Iris pseudocorus* L. в условиях Саратовской области // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2017. Т. 22, вып. 5. С. 989 – 992.

Смирнова Е. Б., Занина М. А., Шатаханов Б. Д. Ресурсы лекарственных растений природных урочищ среднего Прихопёрья. Саратов : Саратовский источник, 2020. 130 с.

Смирнова О. В. Структура травяного покрова широколиственных лесов. М. : Наука, 1987. 207 с.

Тарасов А. О., Гребенюк С. И. Методы изучения растительности : полевая практика по экологической ботанике. Саратов : Изд-во Саратовского университета, 1981. С. 65 – 85.

Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1975. № 2. С. 7 – 34.

Фиалки трава // Государственная фармакопея Российской Федерации / Министерство здравоохранения Российской Федерации. М., 2018. ФС.2.5.0044.15.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб. : Мир и семья-95, 1995. 992 с.

Alipanah H., Bigdeli M. R., Esmaili M. A. Inhibitory effect of *Viola odorata* extract on tumor growth and metastasis in 4T1 breast cancer model // Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 2018. Vol. 17, № 1. P. 276 – 291.

Ballard H. E., de Paula-Souza J., Wahlert G. A. Violaceae // The Families and Genera of Vascular Plants / ed. K. Kubitzki. Berlin : Springer, 2014. Vol. 11. P. 303 – 322. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39417-1_25

Kamali M., Seifadini R., Kamali H., Mehrabani M., Jahani Y., Tajadini H. Efficacy of combination of *Viola odorata*, *Rosa damascena* and *Coriandrum sativum* in prevention of migraine attacks : A randomized, double blind, placebo-controlled clinical trial // Electronic Physician. 2018. Vol. 10, iss. 3. P. 6430 – 6438. <https://doi.org/10.19082/6430>

Karim N., Khan I., Abdelhalim A., Khan A., Halim S. A. Antidepressant potential of novel flavonoids derivatives from sweet violet (*Viola odorata* L.) : Pharmacological, biochemical and computational evidences for possible involvement of serotonergic mechanism // Fitoterapia. 2018. Vol. 128. P. 148 – 161. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2018.05.016>

Nevzorov A. V., Smirnova E. B., Sergeeva I. V., Ponomareva A. L., Shevchenko E. N. Ontogenetic structure of cenopulations of *Orchis militaris* L. and *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo (Orchidaceae, Liliopsida) in Romanovskii district of Saratov region // Biology Bulletin. 2019. Vol. 46, iss. 10. P. 1426 – 1430.

Parsley N. C., Kirkpatrick C. L., Crittenden C. M., Rad J. G., Hoskin D. W., Brodbelt J. S., Hicks L. M. PepSAVI-MS reveals anticancer and antifungal cycloviolacins in *Viola odorata* // Phytochemistry. 2018. Vol. 152. P. 61 – 70. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2018.04.014>

Svangård E., Göransson U., Hocaoglu Z., Gullbo J., Larsson R., Claesson P., Bohlin L. Cytotoxic cyclotides from *Viola tricolor* // Journal of Natural Products. 2004. Vol. 67, iss. 2. P. 144 – 147. <https://doi.org/10.1021/np0301011>

Resources and ontogenetic structure of cenopopulations of the genus *Viola* (Violaceae, Magnoliopsida) in the Right Volga bank of the Saratov region

E. B. Smirnova ^{1✉}, M. A. Zanina ¹, N. Yu. Semenova ¹,
H. S. Arushanyan ², V. V. Shelop ²

¹ Balashov Institute (Branch) of Saratov State University
29 Carl Marx St., Balashov 412300, Russia

² Saratov State University
83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Received: 30 January 2022 / revised: 24 February 2022 / accepted: 26 February 2022

Abstract. The results of our studies of resources and the state of coenopopulations of three species from the genus *Viola*, namely, *V. canina* L., *V. tricolor* L., and *V. arvensis* Murray, conducted in Romanovsky, Balashovsky and Kalininsky districts of the Saratov region in 2016–2021 are presented. Descriptions of the species' habitats with geographic coordinates are given. The species *V. canina*, *V. tricolor*, and *V. arvensis* have medicinal, honey-providing and decorative value. Populations of the species are confined to meadow-steppe grass-forb phytocenoses. The phytocenoses with the participation of the studied species differ in dominant and codominant species. As a result of our study of the ontogenetic structure of *V. canina* cenopopulations (CP), it was found that both CPs have unimodal spectra with a maximum on plants of the virginal group. The cenopopulation type according to the «delta-omega» criterion is transitional. The CP of *V. tricolor* and CP 2 of *V. arvensis* are characterized by average reproduction efficiency. The CP 1 of *V. arvensis* has low reproduction efficiency; the value of the recovery index of its age spectrum is less than one. Regeneration processes in CP 1 of *V. arvensis* are difficult and unstable. Our analysis of the age structure of CPs using the delta-omega classification has shown that the CP of *V. tricolor* and CP 1 of *V. arvensis* are maturing, while CP 2 of *V. arvensis* is transitional by its position in the delta-omega coordinate system. The yield of the species depended on the degree of moisture in the year. On average, over 5 years of the study, the yield of *V. arvensis*, *V. canina* and *V. tricolor* was 21.51, 19.09 and 27.2 t/ha, respectively. In order to restore the populations, the exploitation of thickets of all species of the genus *Viola* should be carried out once every three years on 1/3 of the area of thickets.

Keywords: *Viola*, ontogenetic structure, cenopopulation, yield, Saratov region

For citation: Smirnova E. B., Zanina M. A., Semenova N. Yu., Arushanyan H. S., Shelop V. V. Resources and ontogenetic structure of cenopopulations of the genus *Viola* (Violaceae, Magnoliopsida) in the Right Volga bank of the Saratov region. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2022, no. 1, pp. 109–119 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-1-109-119>

REFERENCES

Arushanyan G. S., Avdokhina A. A., Smirnova E. B. Resources of medicinal plant raw materials *Asparagus officinalis* in terraces above the Khopyor river tributaries flood-plain. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*, 2021, vol. 58, iss. 3, pp. 149–154 (in Russian).

✉ Corresponding author. Balashov Institute (Branch) of Saratov State University, Russia.

ORCID and e-mail addresses: Elena B. Smirnova: <https://orcid.org/0000-0001-5015-2166>, elenaprentam@mail.ru; Marina A. Zanina: zanmarina@yandex.ru; Natalia Yu. Semenova: semjonovanatalia@mail.ru; Henry S. Arushanyan: arushanyan_777@mail.ru; Vyacheslav V. Shelop: vvshelop@yandex.ru.

- Blinova O. A., Ivanov A. I., Marchenko S. D. Garden violet (*Viola tricolor*) and field pansy (*Viola arvensis*). *Pharmacy*, 2005, no. 6, pp. 41–43 (in Russian).
- Bubenchicov R. A. Phenolic compounds and polysaccharides of *Viola canina* L. above-ground part. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*, 2004, no. 1, pp. 156–159 (in Russian).
- Budantsev A. L. Fundamental directions of plant researches and their development. *Rastitelnye Resursy*, 2005, vol. 41, iss. 1, pp. 3–26 (in Russian).
- Vedernikova O. P., Osmanova G. O. Ontogenesis of *Viola tricolor* L. In: *Ontogenetic Atlas of Plants*. Yoshkar Ola, Mari State University, 1997, pp. 74–76 (in Russian).
- Elisafenko T. V. *Genus Viola L. in Siberia: Biology, Conservation of Species Diversity*. Thesis Diss. Dr. Sci. (Biol.). Novosibirsk, 2018. 33 p. (in Russian).
- Zhivotovsky L. A. Ontogenetic states, effective density, and classification of plant populations. *Russian Journal of Ecology*, 2001, vol. 32, no. 1, pp. 1–5.
- Zaugolnova L. B., Zhukova L. A., Komarov A.S., Smirnova O. V. *Tsenopopulyatsii rasteniy (ocherki populyatsionnoy biologii)* [Cenopopulation of Plants (Essays of Population Biology)]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 181 p. (in Russian).
- Krasnaia kniga Saratovskoi oblasti: Griby. Lishainiki. Rasteniia. Zhivotnye* [The Red Book of the Saratov Region: Mushrooms. Lichens. Plants. Animals]. Saratov, Papirus Publ., 2021. 496 p. (in Russian).
- Krylova I. L., Schroeter A. I. *Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu zapasov dikorastushchikh lekarstvennykh rasteniy* [Methodical Instructions for Study of Stocks of Wild Medicinal Plants]. Moscow, Izdatel'stvo VILAR, 1971. 22 p. (in Russian).
- Mayevsky P. F. *Flora of the Middle Zone of the European Part of Russia*. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2006. 600 p. (in Russian).
- Martynov A. M., Dargaeva T. D. Procedure of quantitative determination of the total flavonoid content in the uniflorous violet. *Bulletin of the East Siberian Scientific Center SB RAMS*, 2017, vol. 2, no. 1, pp. 79–83 (in Russian).
- Pokrovski M. B., Bubenchicov R. A. Pharmacotherapeutic effectiveness of plant genus *Viola* on staphylococcal pneumonia. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Medicine. Pharmacy*, 2010, no. 22, pp. 19–22 (in Russian).
- Rabotnov T. A. Definition of age structure of populations of types in community. *Polevaya geobotanika* [Field Geobotany]. Leningrad, Nauka Publ., 1974, vol. 3, pp. 132–208 (in Russian).
- Semenova N. Y., Nevzorov A. V., Shatakanov B. D. Status and Ontogenetic Structure of Coenopopulations of *Iris pseudocorus* L. in the Conditions of Saratov Province. *Tambov University Reports, Ser. Natural and Technical Science*, 2017, vol. 22, iss. 5, pp. 989–992 (in Russian).
- Smirnova E. B., Zaniina M. A., Shatakanov B. D. *Resursy lekarstvennykh rasteniy prirodnykh urochishh srednego Prikhopyor'ya* [Resources of Medicinal Plants of Natural Tracts of the Middle Prikhopye]. Saratov, Saratovskij istochnik Publ., 2020. 130 p. (in Russian).
- Smirnova O. V. *Struktura travyanogo pokrova shirokolistvennykh lesov* [Grass Cover Structure of Broad-leaved Forests]. Moscow, Nauka Publ., 1987. 207 p. (in Russian).
- Tarasov A. O., Grebenyuk S. I. *Metody izucheniya rastitel'nosti: polevaya praktika po ekologicheskoy botanike* [Methods of Studying Vegetation: Field Practice in Ecological Botany]. Saratov, Izdatel'stvo Saratovskogo universiteta, 1981, pp. 65–85 (in Russian).
- Uranov A. A. The age spectrum of phytocenopopulations as a function of time and wave energy processes. *Scientific Report of Higher School, Biology Science*, 1975, no. 2, pp. 7–34 (in Russian).
- Violets grass. *Gosudarstvennaia farmakopeia Rossiiskoi Federatsii*. Moscow, Ministry of Health of the Russian Federation Publ., 2018, article number FS.2.5.0044.15 (in Russian).
- Cherepanov S. K. *Vascular Plants of Russia and Neighboring States (within the Former USSR)*. Saint Petersburg, Mir i semya Publ., 1995. 992 p. (in Russian).

Alipanah H., Bigdeli M. R., Esmacili M. A. Inhibitory effect of *Viola odorata* extract on tumor growth and metastasis in 4T1 breast cancer model. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 2018, vol. 17, no. 1, pp. 276–291.

Ballard H. E., de Paula-Souza J., Wahlert G. A. Violaceae. In: K. Kubitzki, ed. *The Families and Genera of Vascular Plants*. Berlin, Springer, 2014, vol. 11, pp. 303–322. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39417-1_25

Kamali M., Seifadini R., Kamali H., Mehrabani M., Jahani Y., Tajadini H. Efficacy of combination of *Viola odorata*, *Rosa damascena* and *Coriandrum sativum* in prevention of migraine attacks: A randomized, double blind, placebo-controlled clinical trial. *Electronic Physician*, 2018, vol. 10, iss. 3, pp. 6430–6438. <https://doi.org/10.19082/6430>

Karim N., Khan I., Abdelhalim A., Khan A., Halim S. A. Antidepressant potential of novel flavonoids derivatives from sweet violet (*Viola odorata* L.): Pharmacological, biochemical and computational evidences for possible involvement of serotonergic mechanism. *Fitoterapia*, 2018, vol. 128, pp. 148–161. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2018.05.016>

Nevzorov A. V., Smirnova E. B., Sergeeva I. V., Ponomareva A. L., Shevchenko E. N. Ontogenetic structure of cenopulations of *Orchis militaris* L. and *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo (Orchidaceae, Liliopsida) in Romanovskii district of Saratov region. *Biology Bulletin*, 2019, vol. 46, iss. 10, pp. 1426–1430.

Parsley N. C., Kirkpatrick C. L., Crittenden C. M., Rad J. G., Hoskin D. W., Brodbelt J. S., Hicks L. M. PepSAVI-MS reveals anticancer and antifungal cycloviolacins in *Viola odorata*. *Phytochemistry*, 2018, vol. 152, pp. 61–70. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2018.04.014>

Svangård E., Göransson U., Hocaoglu Z., Gullbo J., Larsson R., Claesson P., Bohlin L. Cytotoxic cyclotides from *Viola tricolor*. *Journal of Natural Products*, 2004, vol. 67, iss. 2, pp. 144–147. <https://doi.org/10.1021/np0301011>