



## ЭКОЛОГИЯ

Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 351–359  
*Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 351–359  
<https://ichbe.sgu.ru> <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2022-22-3-351-359>

Научная статья  
УДК 58.009

### Онтогенетическая и виталитетная структура ценопопуляций *Globularia bisnagarica* L. в Среднем и Нижнем Поволжье

А. С. Пархоменко , А. О. Кондратьева, А. В. Богослов, И. В. Шилова, А. С. Кашин

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

Пархоменко Алена Сергеевна, кандидат биологических наук, заведующий отделом биологии и экологии растений УНЦ «Ботанический сад», [parkhomenko\\_as@mail.ru](mailto:parkhomenko_as@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9948-7298>

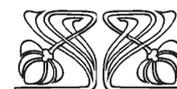
Кондратьева Анна Олеговна, ведущий биолог лаборатории микрклонального размножения растений УНЦ «Ботанический сад», [porova.ao@mail.ru](mailto:porova.ao@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5000-8914>

Богослов Артем Валерьевич, ведущий биолог отдела биологии и экологии растений УНЦ «Ботанический сад», [dandelioncave@mail.ru](mailto:dandelioncave@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2248-1285>

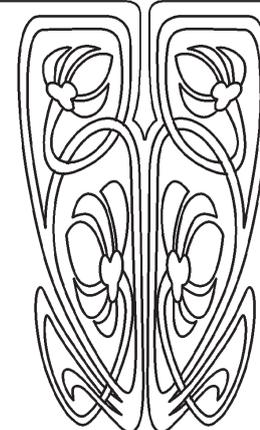
Шилова Ирина Васильевна, кандидат биологических наук, ведущий биолог отдела биологии и экологии растений УНЦ «Ботанический сад», [schiva1952@yandex.ru](mailto:schiva1952@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9828-4229>

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

**Аннотация.** Представлены результаты изучения онтогенетической и виталитетной структуры 13 ценопопуляций *Globularia bisnagarica*, произрастающих в Среднем и Нижнем Поволжье. Оценка онтогенетической структуры проводилась методом построения и анализа онтогенетических спектров каждой из изученных ценопопуляций, а также базового онтогенетического спектра с последующим определением типа ценопопуляций по критерию «дельта-омега». На основе морфометрических параметров определялись индексы виталитета особей и ценопопуляций с последующим выделением виталитетных типов и вычислением индекса размерной пластичности. Установлено, что онтогенетические спектры большинства ценопопуляций являются полночленными, несимметричными, имеющими пики на нескольких возрастных группах. Базовый онтогенетический спектр – бимодальный, несимметричный, с максимумом на виргинильных и зрелых генеративных особях. Большинство ценопопуляций *G. bisnagarica* являются молодыми – в них доминируют особи прегенеративного состояния. Ценопопуляция Srg, произрастающая на территории Самарской области, состояла преимущественно из особей постгенеративного состояния. Четыре ценопопуляции (Pch, Grt, Lhv, Vkm) оказались переходными, так как в них преобладают генеративные особи. Согласно оценке виталитетного состояния, во всех исследованных ценопопуляциях преобладали особи среднего класса виталитета. При этом большинство исследованных ценопопуляций определены как процветающие. Только две ценопопуляции: Grt и Lhv из Ульяновской области характеризовались как депрессивные. Таким образом, учитывая вышеизложенные особенности, общее состояние



НАУЧНЫЙ  
ОТДЕЛ





трех ценопопуляций: Srg, Grm и Lhv оценивается как неудовлетворительное, что делает их наиболее уязвимыми в случае воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды или увеличения антропогенной нагрузки на места их произрастания.

**Ключевые слова:** *Globularia bisnagarica* L., редкий вид, ценопопуляция, онтогенетическая структура, виталитетная структура

**Благодарности.** Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 21-74-00004, <https://rscf.ru/project/21-74-00004/>).

**Для цитирования:** Пархоменко А. С., Кондратьева А. О., Богослов А. В., Шилова И. В., Кашин А. С. Онтогенетическая и виталитетная структура ценопопуляций *Globularia bisnagarica* L. в Среднем и Нижнем Поволжье // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2022. Т. 22, вып. 3. С. 351–359. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2022-22-3-351-359>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

## Ontogenetic and vitality structure of *Globularia bisnagarica* L. cenopopulations in the Middle and Lower Volga regions

A. S. Parkhomenko ✉, A. O. Kondratieva, A. V. Bogoslov, I. V. Shilova, A. S. Kashin

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

Alena S. Parkhomenko, <https://orcid.org/0000-0002-99487298>, parkhomenko\_as@mail.ru

Anna O. Kondratieva, <https://orcid.org/0000-0001-5000-8914>, popova.ao@mail.ru

Artem V. Bogoslov, <https://orcid.org/0000-0002-2248-1285>, dandelioncave@mail.ru

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

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

**Abstract.** The article presents the results of studying the ontogenetic and vitality structure of 13 cenopopulations of *Globularia bisnagarica* from the Middle and Lower Volga region. The assessment of the ontogenetic structure was carried out by constructing and analyzing the ontogenetic spectra of each of the studied cenopopulations, as well as the basic ontogenetic spectrum, followed by determining the type of cenopopulations according to the “delta-omega” criterion. On the basis of morphometric parameters, the vitality indices of individuals and cenopopulations were determined, followed by the identification of vitality types and the calculation of the dimensional plasticity index. It has been established that the ontogenetic spectra of the majority of cenopopulations are complete, asymmetric, with peaks in several age groups. The basic ontogenetic spectrum is bimodal, asymmetrical, with a maximum on virginal and mature generative individuals. The majority of *G. bisnagarica* cenopopulations are young, being dominated by individuals of the pregenerative state. The Srg cenopopulation growing on the territory of the Samara region consisted mainly of individuals of the post-generative state. Four cenopopulations (Pch, Grm, Lhv, Bkm) turned out to be transitional, since they are dominated by generative individuals. According to the assessment of the vitality state, individuals of the middle class of vitality predominated in all the studied cenopopulations. At the same time, most of the studied cenopopulations are defined as prosperous. Likewise, only two cenopopulations: Grm and Lhv from the Ulyanovsk region were characterized as depressed. Thus, taking into account the features above, the general condition of the three cenopopulations: Srg, Grm and Lhv is assessed as unsatisfactory, which makes them the most vulnerable in the event of the impact of adverse environmental factors or an increase in anthropogenic pressure on their habitats.

**Key words:** *Globularia bisnagarica* L., rare species, cenopopulation, ontogenetic structure, vitality structure

**Acknowledgements.** This work was supported by the Russian Science Foundation (project No. 21-74-00004, <https://rscf.ru/project/21-74-00004/>).

**For citation:** Parkhomenko A. S., Kondratieva A. O., Bogoslov A. V., Shilova I. V., Kashin A. S. Ontogenetic and vitality structure of *Globularia bisnagarica* L. cenopopulations in the Middle and Lower Volga regions. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2022, vol. 22, iss. 3, pp. 351–359 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2022-22-3-351-359>

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

*Globularia bisnagarica* L. (син. *Globularia punctata* Lapeyr.) – редкий, реликтовый вид многолетних травянистых растений из семейства Plantaginaceae), занесенный в Красную книгу Российской Федерации [1]. Вид является облигатным кальцефилом, его местообитания приурочены к элементам рельефа, в значительной степени подверженным эрозии: склонам холмов, балок, водоразделов с выходом на дневную поверхность карбонатных материнских пород. Основная часть ареала расположена в Атлантической, Средней и Южной Европе, а также в Средиземноморье, где, согласно современным представлениям, находился основной центр

расхождения видов рода *Globularia*, которое началось примерно 7.57 млн лет назад в миоцене [2, 3]. В России вид представлен лишь небольшим количеством популяций, образующих значительно удаленный и изолированный фрагмент ареала на восточной границе распространения вида. Многие естественные местообитания *G. bisnagarica*, помимо эрозионных процессов, подвергаются также распашке, выработке мела и зарастанию дерновинными злаками, что может привести к сокращению численности ценопопуляций [4, 5].

В этой связи изучение онтогенетической структуры ценопопуляций, наряду с оценкой



их жизненного (виталитетного) состояния и виталитетной разнокачественности особей, позволяет определить их степень устойчивости и способности к самовосстановлению, а также установить общее состояние естественных ценопопуляций вида.

### Материалы и методы

Всего было изучено 13 ценопопуляций *G. bisnagarica*, произрастающих на территории Саратовской (Тер, Трм, Zay, Elh, Pch); Ульяновской (Cha, Grm, Skv, Lhv) и Самарской (Kms, Nkv, Srg, Bkm) областей (рис. 1).

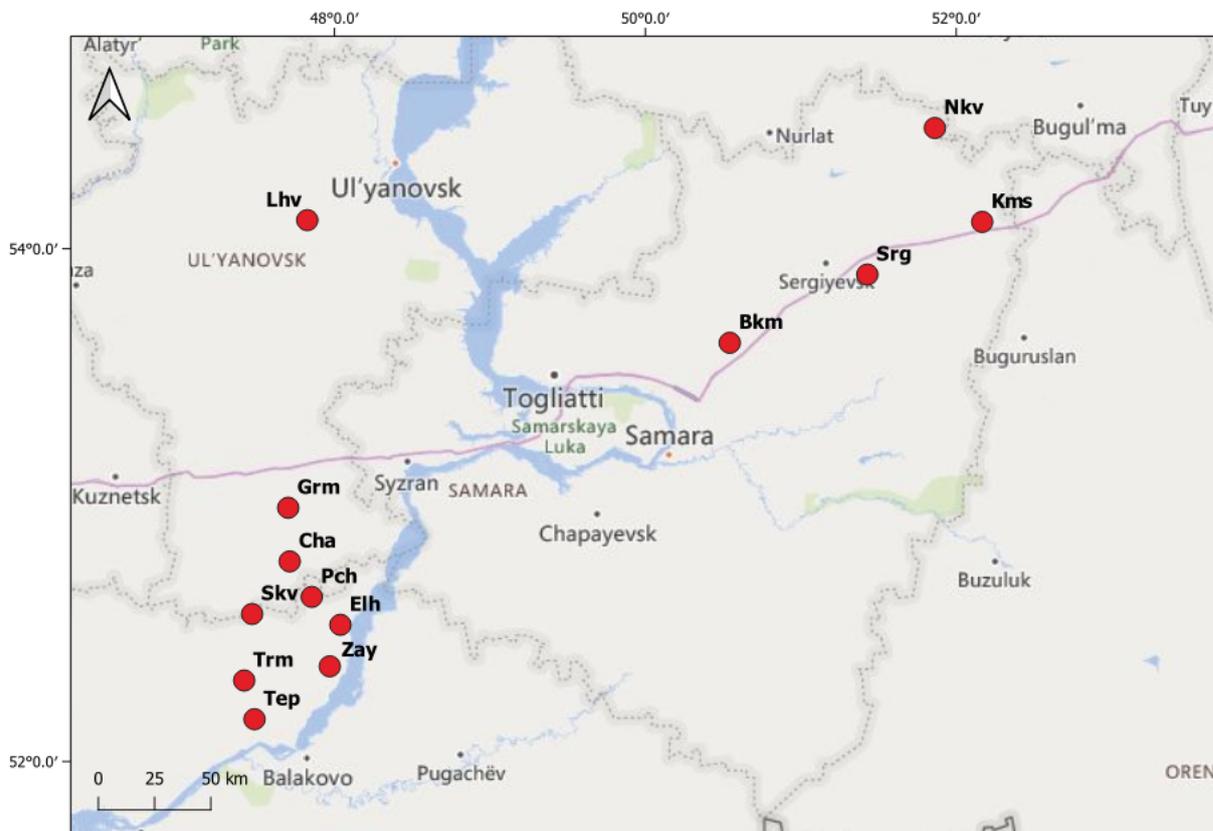


Рис. 1. Местоположение исследованных ценопопуляций *G. bisnagarica*  
 Fig. 1. Location of the studied *G. bisnagarica* ceno-populations

Возрастные состояния выделялись по общепринятым методикам, а также на основе имеющихся данных о биологии *G. bisnagarica* [4, 6, 7]. Учёт особей разного возрастного состояния проводился на 10 площадках площадью 1 м<sup>2</sup>. Проростки (р) определялись как молодые растения, имеющие два семядольных листа. У ювенильных особей (j) присутствовал один настоящий лист. Имматурные особи (im) имели четыре – пять настоящих листьев. Виргинильные (v) обладали всеми присущими взрослым особям признаками, за исключением генеративного побега. Молодые генеративные растения (g<sub>1</sub>) – цветущие розетки с одним генеративным побегом. Зрелые генеративные растения (g<sub>2</sub>) – имеющие одну или несколько розеток с двумя – многочисленными цветущими побегами. Старые генеративные растения (g<sub>3</sub>), как правило, имели несколько розеток, из

которых только краевые несли генеративные побеги. Субсенильные растения (ss) – не цветущие, отмирающие особи. Сенильные растения (s) были представлены полностью высохшими розетками.

Важными характеристиками динамичности или стабильности возрастной структуры популяций являются индексы возобновляемости ( $I_{\text{возоб}}$ ), генеративности ( $I_{\text{генер}}$ ), старения ( $I_{\text{стар}}$ ) и общей возрастности ( $I_{\text{возр}}$ ). Для характеристики онтогенетической структуры популяции рассчитывали коэффициент возрастности ( $\Delta$ ) и среднюю энергетическую эффективность популяции ( $\omega$ ). Тип популяции определяли по классификации «дельта-омега» Животовского [8]. С целью анализа распределения растений вне зависимости от их онтогенетического состояния был рассчитан индекс Морисита ( $I_s$ ) [9].



Для оценки виталитетной структуры в каждой популяции у 30 случайно выбранных растений зрелого генеративного состояния измеряли 16 количественных морфометрических параметров: число розеток, диаметр розетки, число листьев в розетке, длина, ширина и толщина розеточного листа, число генеративных побегов у особи, число генеративных побегов в розетке, длина и диаметр генеративного побега, число листьев на генеративном побеге, длина, ширина и толщина шестого листа генеративного побега, диаметр и высота соцветия.

Одна из главных задач при оценке жизненности – это отбор признаков, являющихся показательными и удобными для измерения. По мнению Ю. А. Злобина [8], при выборе ключевых параметров следует отдавать предпочтение экологически и биологически значимым, наиболее вариабельным признакам, принимая во внимание их взаимосвязь друг с другом. Руководствуясь данными рекомендациями, отбор признаков осуществлялся на основании анализа корреляционной матрицы, факторного анализа и коэффициентов вариации признаков. В результате, для исследования виталитетной структуры популяций были выбраны следующие морфологические характеристики: диаметр розетки, длина и ширина розеточного листа, число генеративных побегов у особи и число генеративных побегов в розетке.

Для оценки виталитета особи использовали индекс IVI (индекс виталитета особи). Ранжированный по индексу виталитета ряд особей разбивали на три класса – высший (*a*), средний (*b*) и низший (*c*). Установление границ класса *b* проводили в пределах границ доверительного интервала среднего значения ( $\bar{x}_{cp} \pm \sigma$ ). Виталитетный тип определяли с использованием критерия *Q*: процветающие –  $Q = 1/2(a+b) > c$ , равновесные –  $Q = 1/2(a+b) = c$ , депрессивные –  $Q = 1/2(a+b) < c$ . Для характеристики виталитетной структуры ценопопуляции использовали индекс виталитета ЦП (IVC). По отношению максимального значения IVC к его минимальному значению был вычислен индекс размерной пластичности (ISP) [10, 11].

### Результаты и их обсуждение

Распределение особей по возрастным группам представлено в виде базового спектра (рис. 2) и онтогенетических спектров (рис. 3).

Базовый онтогенетический спектр – бимодальный, несимметричный, с максимумом на виргинильных и зрелых генеративных особях

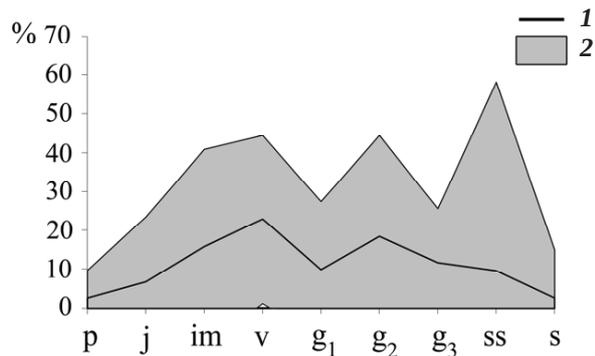


Рис. 2. Базовый онтогенетический спектр *G. bisnagarica*: 1 – зона базового спектра; 2 – базовый спектр. По оси абсцисс – онтогенетические состояния особей; по оси ординат – доля особей отдельных онтогенетических состояний, %

Fig. 2. Basic ontogenetic spectrum of *G. bisnagarica*: 1 – zone of the basic spectrum; 2 – base spectrum. Along the x-axis is ontogenetic states of individuals; along the y-axis is proportion of individual ontogenetic states, %

(см. рис. 2). Это является следствием того, что в большинстве ЦП преобладающими группами были виргинильные (ЦП Cha, Grm, Zay, Trm) и зрелые генеративные растения (ЦП Pch, Bkm, Nkv, Kms). В некоторых ЦП доминирующую роль играли имматурные особи (ЦП Ter, Elh и Skv). В двух ЦП: Srg и Lhv преобладала группа особей субсенильного состояния. В отдельных ЦП *G. bisnagarica* значительное участие принимали такие группы, как ювенильные (ЦП Cha), имматурные (ЦП Kms), виргинильные (ЦП Nkv, Srg, Ter, Elh, Pch), молодые генеративные (ЦП Trm), зрелые генеративные (ЦП Zay), старые генеративные (ЦП Grm, Bkm), сенильные (ЦП Lhv). Максимальное число проростков отмечено в ЦП Cha и Skv – 5 и 8% соответственно. В остальных ЦП их количество составляло не более 4%, или они отсутствовали вовсе (ЦП Pch, Srg) (см. рис. 3).

Таким образом, онтогенетические спектры большинства ЦП являются полночленными (за исключением Kms, Srg, Elh и Pch), несимметричными, имеющими пики на нескольких возрастных группах (см. рис. 3).

Стоит отметить присутствие разнородности не только по возрастному составу, но и по общему количеству растений в ЦП. Так, максимальное количество растений на 10 учётных площадках отмечено для ЦП Skv – 781, минимальное – 58 для ЦП Kms. При этом растения *G. bisnagarica* в обеих ЦП произрастают в виде пятен, в которых особи расположены агрегированно [12].

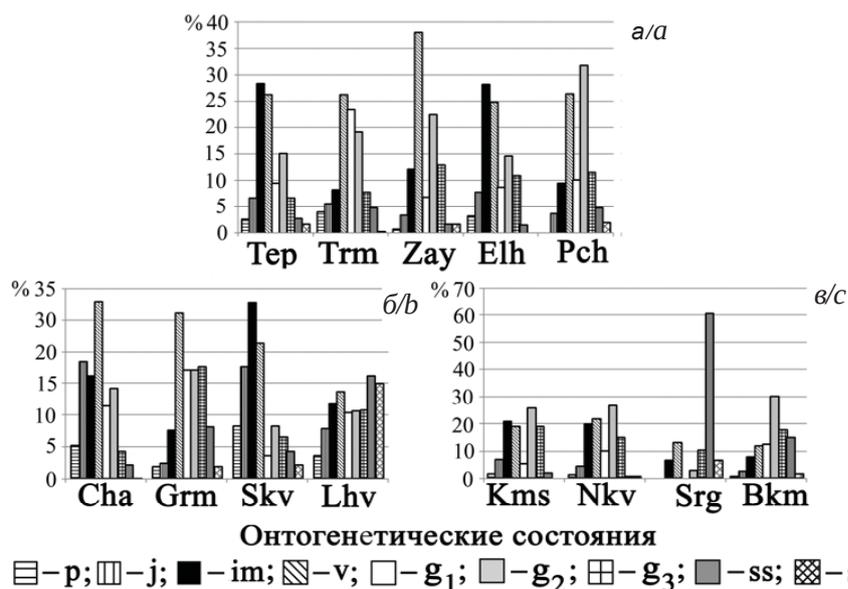


Рис. 3. Онтогенетические спектры ЦП *G. bisnagarica*. Ценопопуляции из: а – Саратовской, б – Ульяновской, в – Самарской областей. По оси абсцисс – условные обозначения ценопопуляций, по оси ординат – доля онтогенетической группы, %  
 Fig. 3. Ontogenetic spectra of *G. bisnagarica* cenopopulations. Cenopopulations from regions: а – Saratov, б – Ulyanovsk, в – Samara. The abscissa shows symbols of cenopopulations; the ordinate shows the proportion of the ontogenetic group, %

Среди всех ЦП максимальное количество растений на площади в 1 м<sup>2</sup> отмечено в ЦП Skv (243 шт.). Единичные растения (1–2 шт.) на учётных площадках отмечены в ЦП Zay, Elh, Kms, Pch, Srg, Nkv, Bkm. Средние значения численности особей в ЦП на отдельных площадках сильно варьируют. Как и общее число особей, максимальное среднее значение было в ЦП Skv (78.1 шт./м<sup>2</sup>), а минимальное – в ЦП Kms (5.8 шт./м<sup>2</sup>). По количеству растений на 1 м<sup>2</sup> ЦП можно условно разде-

лить на три группы: 1) с небольшим количеством растений – от 6 до 11 шт. (ЦП Kms, Srg); 2) с умеренным количеством – от 16 до 27 шт. (ЦП Trm, Zay, Elh, Pch, Grm, Nkv, Bkm); 3) со значительным числом особей на площадках – от 41 до 78 шт. (ЦП Tep, Cha, Skv, Lhv). Таким образом, большинство ЦП вошло в группу с умеренным количеством растений. Средние значения численности особей на 1 м<sup>2</sup> и их доверительные интервалы в подавляющей части изученных ЦП перекрываются (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Количество растений *G. bisnagarica* на 1 м<sup>2</sup> в изученных ценопопуляциях  
 The number of *G. bisnagarica* plants per 1 m<sup>2</sup> in the studied cenopopulations

ЦП / CP	Количество растений на 1 м <sup>2</sup> / Number of plants per 1 m <sup>2</sup>	Лимиты и 95% доверительный интервал среднего значения / Limits and the 95% confidence interval of the mean
Tep	63.3±12.01	9–(36.1–90.47)–119
Trm	26.6±6.88	7–(11.0–42.16)–82
Zay	16.6±3.46	2–(8.1–25.05)–26
Elh	26.6±9.15	2–(5.9–47.31)–105
Pch	18.9±3.71	1–(10.5–27.29)–37
Cha	46.5±14.07	15–(14.7–78.33)–164
Grm	21.0±7.71	3–(3.6–38.44)–82
Skv	78.1±23.27	9–(25.5–130.75)–243
Lhv	40.7±5.99	9–(27.2–54.25)–64
Kms	5.8±1.11	2–(3.3–8.32)–11
Nkv	16.1±4.49	1–(5.9–26.26)–41
Srg	10.7±3.19	1–(3.5–17.93)–28
Bkm	22.0±4.47	1–(11.9–32.11)–38



В большинстве ЦП  $I_{\text{возоб}}$  был достаточно высок (40–75%), а в ЦП Srg и Bkm он был минимальный (20–23%). Также в подавляющей части ЦП достаточно высок был и  $I_{\text{генер}}$  (30–60%). Высокие  $I_{\text{стар}}$  и  $I_{\text{возр}}$  отмечены в трёх ЦП – Lhv (42% и 1.13), Bkm (35% и 1.49) и особенно Srg (78% и 3.95 соответственно). По критерию «дельта-омега» большинство ЦП *G. bisnagarica* оказались молодыми – в них доминируют особи прегенеративного состояния. ЦП Pch, Grm, Lhv, Bkm оказались переходными, так как в них преобладают генеративные особи. Стоит отметить, что ЦП Grm пострадала во время весеннего

степного пожара, а растения в ЦП Lhv имели бурые усыхающие розетки, что, скорее всего, связано с небольшим количеством осадков в данном местообитании в период вегетации *G. bisnagarica* в год исследования. ЦП Srg была определена как старая – в ней преобладали особи постгенеративного состояния. В то же время указанная ЦП занимала довольно небольшую площадь – около 50 м<sup>2</sup> (табл. 2). Значения индекса Морисита для всех ЦП превышает единицу, это означает, что для ЦП *G. bisnagarica* характерно групповое размещение особей (см. табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Индексы возрастного состояния и возрастность ценопопуляций *G. bisnagarica*  
Indices of age status and age of *G. bisnagarica* cenopopulations

ЦП / CP	$I_{\text{возоб}}, \% / I_{\text{reviv}}, \%$	$I_{\text{генер}}, \% / I_{\text{gener}}, \%$	$I_{\text{стар}}, \% / I_{\text{aging}}, \%$	$I_{\text{возр}} / I_{\text{age}}$	$I_{\delta}$	$\Delta$	$\omega$	Возрастность / Age
Ter	63.98	31.44	11.37	0.18	1.31	0.24	0.40	Молодая / Young
Trm	44.36	50.38	13.16	0.30	1.57	0.30	0.57	Молодая / Young
Zay	54.31	42.24	16.38	0.30	1.21	0.31	0.55	Молодая / Young
Elh	64.29	34.21	12.41	0.19	2.04	0.23	0.41	Молодая / Young
Pch	39.68	53.44	18.52	0.47	1.30	0.37	0.62	Переходная / Transitional
Cha	67.74	29.89	6.67	0.10	1.81	0.20	0.39	Молодая / Young
Grm	38.10	51.90	27.62	0.73	2.18	0.39	0.59	Переходная / Transitional
Skv	75.29	18.31	12.93	0.17	1.79	0.20	0.27	Молодая / Young
Lhv	37.10	31.70	42.01	1.13	1.17	0.47	0.42	Переходная / Transitional
Kms	48.28	50.00	20.69	0.43	1.18	0.33	0.54	Молодая / Young
Nkv	47.20	51.55	16.15	0.34	1.65	0.32	0.56	Молодая / Young
Srg	19.63	13.08	77.57	3.95	1.72	0.71	0.43	Старая / Old
Bkm	23.18	60.00	34.55	1.49	1.33	0.48	0.65	Переходная / Transitional

Согласно оценке виталитетного состояния, во всех исследованных ЦП преобладали особи среднего класса виталитета (*b*) (табл. 3). В ЦП Ter, Pch, Grm и Lhv отсутствовали особи высшего класса виталитета (*a*). При этом ЦП Grm и Lhv характеризовались как депрессивные. Все остальные исследованные ЦП определены как процветающие. В трёх саратовских (Ter, Zay, Elh)

и трёх самарских (Kms, Nkv, Srg) ЦП отсутствовали особи низшего класса виталитета (*c*). Причём последняя из указанных ЦП (Srg), несмотря на то что определена как процветающая, занимала относительно небольшую площадь (около 50 м<sup>2</sup>) и имела мало цветущих особей, в результате чего число попавших в анализ растений было незначительным (всего 10). Максимальной жиз-

Характеристики жизненности и виталитетного типа ценопопуляций *G. bisnagarica*  
 Characteristics of vitality and vitality type of *G. bisnagarica* cenopopulations

ЦП / CP	Класс виталитета / Vitality class			IVC	Q	Виталитетный тип ценопопуляции / Vitality type of cenopopulation
	a	b	c			
Kms	73.33	26.67	0	1.65	50.00	Процветающая / Prosperous
Bkm	3.33	86.67	10.00	0.93	45.00	Процветающая / Prosperous
Srg	10.00	90.00	0	1.05	50.00	Процветающая / Prosperous
Nkv	26.67	73.33	0	1.18	50.00	Процветающая / Prosperous
Lhv	0	63.33	36.67	0.72	31.70	Депрессивная / Depressive
Skv	6.67	90.00	3.33	0.92	48.30	Процветающая / Prosperous
Cha	6.67	73.33	20.00	0.86	40.00	Процветающая / Prosperous
Grm	0	50.00	50.00	0.66	25.00	Депрессивная / Depressive
Ter	0	100.00	0	0.88	50.00	Процветающая / Prosperous
Trm	6.67	83.33	10.00	0.87	45.00	Процветающая / Prosperous
Zay	33.33	66.67	0	1.32	50.00	Процветающая / Prosperous
Elh	16.67	83.33	0	1.11	50.00	Процветающая / Prosperous
Pch	0	90.00	10.00	0.86	45.00	Процветающая / Prosperous

ненностью отличалась самарская ЦП – Kms, произрастающая на склоне в ложбине водораздела.

Индекс размерной пластичности *G. bisnagarica* составил 2.5. Очевидно, что размерная пластичность вида заметно ниже, чем пластичность сорных травянистых растений (*Ciclaachaena xanthiifolia* – 4.95, *Atriplex tatarica* – 6.26) [11], но несколько выше, чем у других редких видов растений, приуроченных к специфическим местообитаниям (*Delphinium litwinowii* – 1.42 [13], *D. pubiflorum* – 1.70 [14], *Tulipa gesneriana* – 1.9 [15], *Bulbocodium versicolor* – 2.2 [16]).

#### Заключение

Таким образом, исследованные ЦП *G. bisnagarica* оказались разнородны не только по возрастному составу и общему количеству растений на площадках, но также имели разный тип виталитета. В большинстве ЦП преобладающими возрастными группами были виргинильные и зрелые генеративные особи, что нашло отражение в базовом онтогенетическом спектре. Большинство ЦП характеризовались полночленными, несимметричными онтогенетическими спектрами с пиками на нескольких возрастных группах. При этом растения в ЦП располагались агрегированно, образуя группы различного диаметра и плотности.

Из проведённого анализа местообитаний и индекса размерной пластичности, очевидно, что *G. bisnagarica* обладает относительно узкой экологической амплитудой. Несмотря на это,

большая часть популяций характеризуется высокой жизненностью. Однако состояние целого ряда из них, – популяции Lhv, Grm из Ульяновской обл., и, в меньшей мере, популяций Cha из Ульяновской, Ter, Trm и Pch из Саратовской обл. неудовлетворительное. Характерно, что все они произрастают в Правобережье и являются самыми западными в пределах исследованной части ареала вида.

Наибольшие опасения относительно общего состояния и возможности их дальнейшего самовосстановления и успешного существования вызывают ЦП Grm и Lhv, так как они подверглись воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды: весеннему степному пожару и засухе во время периода вегетации. Особого внимания заслуживает и ЦП Srg из Самарской области, занимающая небольшую площадь и состоящая преимущественно из особей постгенеративного состояния. Из вышесказанного следует, что онтогенетическая и виталитетная структуры ЦП *G. bisnagarica* на той или иной территории, определяются не только биологическими особенностями вида (жизненной формой, способом диссеминации и пр.), но и исторически сложившимися условиями как биотического, так и абиотического характера, а также сложно прогнозируемыми природными и антропогенными явлениями (пожар, засуха), способствующими или препятствующими увеличению численности особей в ЦП и сопряжённому с этим их распределению на площади произрастания.



## Список литературы

1. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / гл. ред. Ю. П. Трутнев. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.
2. Affenzeller M., Kadereit J., Comes H. Parallel bursts of recent and rapid radiation in the Mediterranean and Eritreo-Arabian biodiversity hotspots as revealed by *Globularia* and *Campylanthus* (Plantaginaceae) // *Journal of Biogeography*. 2018. Vol. 45, iss. 3. P. 552–566. <https://doi.org/10.1111/jbi.13155>
3. Hazler Pilepic K., Frišćić M., Duran A., Maslo S., Garić R., Čuljak S., Šutalo K. Contribution to *Globularia* phylogeny based on nuclear ribosomal spacer and two chloroplast DNA regions // *Periodicum Biologorum*. 2016. Vol. 118. P. 417–424. <https://doi.org/10.18054/pb.v118i4.3856>
4. Кузнецова М. Н. Биолого-ценотические особенности *Globularia punctata* Lapeyr. в центральной части Приволжской возвышенности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2003. 20 с.
5. Конева Н. В., Сидякина Л. В. О географии и охране *Globularia punctata* Lapeyr. (Globulariaceae) в Самарской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 28, № 3. С. 186–193. <https://doi.org/10.24411/2073-1035-2018-10067>
6. Заугольнова Л. Б., Жукова Л. А., Комаров А. С., Смирнова О. В. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М. : Наука, 1988. 184 с.
7. Holländer K., Eckehart J. Jäger. Morphologie, biologie und ökogeographische differenzierung von *Globularia* // *Flora*. 1994. Vol. 189, iss. 3. P. 223–254. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30598-4](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30598-4)
8. Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы : Университетская книга, 2013. 439 с.
9. Morisita M. I  $\sigma$ -Index, a measure of dispersion of individuals // *Researches on Population Ecology*. 1962. Vol. 4. P. 1–7.
10. Ишибирдин А. Р., Ишмуратова М. М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценотические стратегии выживания травянистых растений // *Методы популяционной биологии: сборник материалов VII Всерос. популяционного семинара* : в 2 ч. Сыктывкар : Коми науч. центр. Урал. отд-ния РАН, 2004. Ч. 2. С. 113–120.
11. Ишибирдин А. Р., Ишмуратова М. М., Жирнова Т. В. Стратегии жизни ценопопуляции *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. на территории Башкирского государственного заповедника // *Вестник Нижегородского ун-та им. Н. И. Лобачевского. Сер. Биология*. 2005. Вып. 1 (9). С. 85–98.
12. Kondratieva A. O., Parkhomenko A. S., Bogoslov A. V., Shilova I. V., Kashin A. S. Spatial structure of *Globularia bisnagarica* L. (Plantaginaceae, Magnoliopsida) coenopopulations // *Povolzhskiy Journal of Ecology*. 2021. № 1. P. 35–46. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2021-1-35-46>
13. Богослов А. В., Кашин А. С., Шилова И. В., Крицкая Т. А., Пархоменко А. С., Геребенюк Л. В. Витетная структура и онтогенетическая стратегия *Delphinium litwinowii* (Ranunculaceae) // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология*. 2019. Т. 19, вып. 3. С. 294–304. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2019-19-3-295-304>
14. Шилова И. В., Кашин А. С., Богослов А. В., Пархоменко А. С. Онтогенетическая структура и жизненные стратегии ценопопуляций *Delphinium pubiflorum* // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27, № 4, ч. 1. С. 40–49. <https://doi.org/10.24411/2073-1035-2018-10089>
15. Кашин А. С., Петрова Н. А., Шилова И. В. Особенности экологической стратегии *Tulipa gesneriana* L. (Liliaceae, Liliopsida) // *Поволжский экологический журнал*. 2016. № 2. С. 209–221. <https://doi.org/10.18500/1684-7318-2016-2-209-221>
16. Куликова Л. В., Кашин А. С., Петрова Н. А., Шилова И. В. Некоторые особенности экологии *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. (Colchicaceae, Magnoliophyta) в Нижнем Поволжье // *Поволжский экологический журнал*. 2018. № 2. С. 207–221. <https://doi.org/10.18500/1684-7318-2018-2-207-221>

## References

1. *Krasnaia kniga Rossiiskoi Federatsii (Rasteniia i griby)*, gl. red. Yu. P. Trutnev [Trutnev Yu. P., ed. The Red Book of the Russian Federation (Plants and Fungi)]. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2008. 855 p. (in Russian).
2. Affenzeller M., Kadereit J., Comes H. Parallel bursts of recent and rapid radiation in the Mediterranean and Eritreo-Arabian biodiversity hotspots as revealed by *Globularia* and *Campylanthus* (Plantaginaceae). *Journal of Biogeography*, 2018, vol. 45, iss. 3, pp. 552–566. <https://doi.org/10.1111/jbi.13155>
3. Hazler Pilepic K., Frišćić M., Duran A., Maslo S., Garić R., Čuljak S., Šutalo K. Contribution to *Globularia* phylogeny based on nuclear ribosomal spacer and two chloroplast DNA regions. *Periodicum Biologorum*, 2016, vol. 118, pp. 417–424. <https://doi.org/10.18054/pb.v118i4.3856>
4. Kuznetsova M. N. *Biologo-tsenoticheskie osobennosti Globularia punctata Lapeyr v Tsentral'noi chasti Povolzhskoi vozvyshennosti* [Biological and cenotic features of *Globularia punctata* Lapeyr in the central part of the Volga Upland]. Thesis Diss. Cand. Sci. (Biol.). Togliatti, 2003. 20 p. (in Russian).
5. Koneva N. V., Sidiyakina L. V. About geography and conservation of *Globularia punctata* Lapeyr (Globulariaceae) in the Samara region. *Samarskaya Luka: Problems of Regional and Global Ecology*, 2018, vol. 28, no. 3, pp. 186–193 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/2073-1035-2018-10067>
6. Zaugol'nova L. B., Zhukova L. A., Komarov A. S., Smirnova O. V. *Tsenopopuliatsii rastenii (oчерki populiatsionnoi biologii)* [Cenopopulations of Plants (Essays in Population Biology)]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 184 p. (in Russian).



7. Holländer K., Eckehart J. Jäger. Morphologie, biologie und ökogeographische differenzierung von *Globularia*. *Flora*, 1994, vol. 189, iss. 3, pp. 223–254. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30598-4](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30598-4)
8. Zlobin Iu. A., Skliar V. G., Klimenko A. A. *Populiatsii redkikh vidov rastenii: teoreticheskie osnovy i metodika izucheniia* [Populations of rare plant species: Theoretical foundations and methods of study]. Sumy, Universitetskaia kniga Publ., 2013. 439 p. (in Russian).
9. Morisita M. I  $\sigma$ -Index, a measure of dispersion of individuals. *Researches on Population Ecology*, 1962, vol. 4, pp. 1–7.
10. Ishbirdin A. R., Ishmuratova M. M. Adaptive morphogenesis and ecological-cenotic strategies for the survival of herbaceous plants. *Metody populyacionnoy biologii: sb. materialov VII Vseros. populyatsionnogo seminara: v 2 ch.* [Methods of population biology. Collection of materials of the VII All-Russian population workshop: in 2 parts]. Syktyvkar, Komi Scientific Center of the Ural Branch of the RAS, 2004, part 2, pp. 113–120 (in Russian).
11. Ishbirdin A. R., Ishmuratova M. M., Zhirnova T. V. Life strategies of coenopopulation *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. on the territory of the Bashkir State Reserve. *Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod. Ser. Biology*, 2005, vol. 1 (9), pp. 85–98 (in Russian).
12. Kondratieva A. O., Parkhomenko A. S., Bogoslov A. V., Shilova I. V., Kashin A. S. Spatial structure of *Globularia bisnagarica* L. (Plantaginaceae, Magnoliopsida) coenopopulations. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2021, no. 1, pp. 35–46 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2021-1-35-46>
13. Bogoslov A. V., Kashin A. S., Shilova I. V., Kritskaya T. A., Parkhomenko A. S., Grebenyuk L. V. Vitality Structure and Ontogenetic Strategy of *Delphinium litwinowii* (Ranunculaceae). *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2019, vol. 19, iss. 3, pp. 295–304 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2019-19-3-295-304>
14. Shilova I. V., Kashin A. S., Bogoslov A. V., Parkhomenko A. S. Ontogenetic structure and life strategies of cenopopulation *Delphinium pubiflorum*. *Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology*, 2018, vol. 27, no. 4, part 1, pp. 40–49 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/2073-1035-2018-10089>
15. Kashin A. S., Petrova N. A., Shilova I. V. Some features of the environmental strategy of *Tulipa gesneriana* L. (Liliaceae, Liliopsida). *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2016, no. 2, pp. 209–221 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1684-7318-2016-2-209-221>
16. Kulikova L. V., Kashin A. S., Petrova N. A., Shilova I. V. Some ecological peculiarities of *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. (Colchicaceae, Magnoliophyta) in the Lower Volga region. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2018, no. 2, pp. 207–221 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1684-7318-2018-2-207-221>

Поступила в редакцию 20.05.2022; одобрена после рецензирования 01.06.2022; принята к публикации 17.06.2022  
 The article was submitted 20.05.2022; approved after reviewing 01.06.2022; accepted for publication 17.06.2022