



4. Жунгетиу Г. И., Жунгетиу И. И. Химическая экология высших растений. Кишинев : Изд-во Штиинца, 1991. 200 с.
5. Крамер П. Д., Козловский Т. Г. Физиология древесных растений. М. : Лес. пром., 1983. 464 с.
6. Пахомова Г. И., Безуглов В. К. Водный режим растений. Казань : Изд-во Казан. ун-та. 1980. 249 с.
7. Илькун Г. М. Загрязнения атмосферы и растения. Киев : Наукова думка, 1978. 247 с.
8. Кайбиянен Л. К., Болодинский В. К., Сазонова Т. А., Сафронова Г. И. Водный режим и фотосинтез сосны в условиях промышленного загрязнения среды // Физиология растений. 1995. Т. 42, № 3. С. 451–456.
9. Catsky L. Determination of Water Deficit in Disks cut out from leaf blades // Phisiol. Plantarum. 1960. Vol. 2, № 1. P. 76.
10. Кулагин А. Ю. Ивы: техногенез и проблемы оптимизации нарушенных ландшафтов. Уфа : Гилем, 1998. 193 с.
11. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / под ред. В. А. Алексеева. Л. : Наука, 1990. 200 с.
12. Красильников П. К. Методика полевого изучения подземных частей растений (с учетом специфики ресурсоведческих исследований). Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1983. 208с.
13. Рахтеенко И. Н., Якушев Б. И. Комплексный метод исследования корневых систем растений // Методы изучения продуктивности корневых систем и организмов ризосферы : междунар. симп. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1968. С. 174.
14. Сазонова Т. А., Колосова С. В., Исаева Л. Г. Водный режим *Pinus sylvestris* и *Picea obovata* (PINACEAE) в условиях промышленного загрязнения // Бот. журн. 2007. Т. 92, № 5. С. 740–750.

УДК 574.34

СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *DELPHINIUM PUBIFLORUM* (DC.) TURCZ. EX HUTH ИЗ ТАТИЩЕВСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. Н. Ермолаева, И. В. Шилова, А. С. Кашин, Н. А. Петрова

Саратовский государственный университет
Учебно-научный центр «Ботанический сад»
E-mail:dike08@rambler.ru



Delphinium pubiflorum произрастает рассеянно в лугово-степном разнотравно-злаково-кустарниковом сообществе на чернозёмовидной карбонатной довольно богатой почве. Условия обитания соответствуют умеренно-переменному лугово-степному увлажнению. Пространственная структура ценопопуляции (ЦП) неоднородная: встречаются как скопления растений, так и отдельно стоящие экземпляры; плотность популяции составила около 7–8 растений на 100 м². ЦП живокости является малой, зрелой, с индексом восстановления, равным нулю, а её состояние плохое, среднедепрессивное, с неполночленным, близким к центрированному, онтогенетическим спектром с максимумом на молодых генеративных особях, но с приобретением регрессивного характера. Коэффициент плодоцветения в 2013 и 2014 гг. составил в возрастной группе g_1 54.22 и 0,37%, а в группе g_2 – 60.71 и 0.02% соответственно. Старые растения в течение двух лет наблюдений плодов не образовали. Потенциальная семенная продуктивность живокости очень велика – от 6604 шт. у молодых до 31661 шт. у зрелых растений, но реализуется она лишь на 10–15%.

Ключевые слова: *Delphinium pubiflorum*, Ranunculaceae, ценопопуляция, онтогенетический спектр, пространственная структура, морфологические параметры, изменчивость, виталитет, семенная продуктивность.

The State of the Cenopopulation *Delphinium Pubiflorum* (Dc.) Turcz. Ex Huth in Tatishevskiy District of the Saratov Region

Н. Н. Ermolaeva, I. V. Shilova, A. S. Kashin, N. A. Petrova

Delphinium pubiflorum grows sparsely in the meadow-steppe forb-grass-shrub community on carbonate chernozem fairly rich soil.

Habitat conditions correspond to moderately variable meadow-steppe hydration. The spatial structure of populations of non-uniform: there are a multitude of plants and detached instances; population density was approximately 7–8 plants per 100 m². CP larkspur is a small, mature, with an index of recovery equal to zero, and its condition is poor, srednedepressivnoe with nepolnochlennym close to centered, developmental range with a maximum at young generative individuals, but with the acquisition of the regressive nature. Plodotsveteniya factor in 2013 and 2014. was aged g_1 54.22 and 0.37%, and in group g_2 – 60.71 and 0.02%, respectively. Older plants within two years of observation did not form fruits. Potential seed production larkspur is very high – from 6604 pcs. young to 31661 units. of mature plants, but it is realized only by 10–15%.

Keywords: *Delphinium pubiflorum*, Ranunculaceae, cenopopulation, ontogenetic spectrum, spatial structure, morphological parameters, variability, vitality, seed production.

DOI: 10.18500/1816-9775-2015-15-3-64-76

Живокость пушистоцветковая (*Delphinium pubiflorum* (DC.) Turcz. ex Huth) является очень редким на территории Саратовской области видом. В Красной книге Саратовской области (2006) [1] указания на нахождение растений вида в пределах области отсутствуют. Судя по литературным данным, единственной находкой растений вида в пределах области в последнее время является обнаружение их в окрестностях



с. Красноармейское, Энгельсского района [2, 3]. При этом авторами обнаружено 6 особей растений на площади 200 м² (личн. сообщ.). Немногочисленные ценопопуляции (ЦП) растений *D. pubiflorum* были недавно обнаружены нами в окрестностях с. Садовое и с. Каменка в Красноармейском районе и в окрестностях д. Ильиновка Татищевского района (неопубл. данные). Самой многочисленной по числу особей является последняя из указанных ЦП. Её размер хотя бы в какой-то мере позволяет говорить о репрезентативной выборке для популяционного анализа.

Очевидно, что в такой ситуации исследования особенностей биологии и экологии и состояния популяций этого вида в естественных условиях крайне важны. Наличие такой информации необходимо для организации работ по сохранению и увеличению численности его особей и популяций на территориях их естественного произрастания.

Цель данной работы – охарактеризовать состояние ценопопуляции *D. pubiflorum* на территории Татищевского района Саратовской области. Для этого были решены следующие задачи: проведено фитоценологическое описание, измерены морфологические параметры особей, определены их семенная продуктивность, пространственная структура и онтогенетический спектр.

Материал и методика

В вегетационные периоды 2013 и 2014 гг. была обследована ЦП *D. pubiflorum* в окрест-

ностях д. Ильиновка Татищевского района Саратовской области.

Исследования проводились в фазу цветения и в фазу созревания плодов. В 2013 г. фитоценологическое описание и измерения проведены на пробной площади 100 м², а в 2014 г. из-за сильного негативного антропогенного воздействия на ЦП и повреждения генеративной сферы растений живокости насекомыми-фитофагами – на всей ее площади (325 м²).

Экологическая оценка местообитаний по растительному покрову проведена В. И. Гориним с использованием экологических шкал [4, 5] по оригинальной компьютерной программе. Название типа почвы дано согласно рекомендациям В. А. Болдырева [6, 7].

Состояние ЦП оценивалось по следующим параметрам: соотношение возрастных групп, пространственная структура, значение морфометрических параметров, коэффициент семенной продуктивности (K_c) и коэффициент плодоцветения ($K_{пц}$).

Возрастные состояния выделялись по общепринятым методикам, исходя из размеров и количества вегетативных и генеративных органов, исключая уничтожение растений [8, 9]. Описания возрастных состояний *D. pubiflorum* в литературе не обнаружено. В описании возрастных состояний мы использовали общепринятую классификацию возрастных групп (табл. 1) [10], отталкивались от интерпретации ее для родственной группы видов рода *Adonis* L. [11].

Таблица 1

Онтогенетические состояния и их характеристики

Периоды и этапы	Возрастное состояние	Индексы	Возрастность (Δ)	Эффективность (ω)
I. Латентный	Семена	<i>se</i>	0.0025	0.0099
II. Прегенеративный	Проросток	<i>p</i>	0.0067	0.0266
	Ювенильное	<i>j</i>	0.0180	0.0707
	Имматурное	<i>im</i>	0.0474	0.1807
	Виргинильное	<i>v</i>	0.1192	0.4200
III. Генеративный	Молодое Генеративное	g_1	0.2700	0.7864
	Зрелое Генеративное	g_2	0.5	1.0
	Старое Генеративное	g_3	0.7310	0.7864
IV. Постгенеративное	Субсенильное	<i>ss</i>	0.8808	0.4200
	Сенильное	<i>s</i>	0.9529	0.1807
	Отмирающее	<i>sc</i>	0.9819	0.0707



Распределение особей по возрастным группам представлено в виде онтогенетического спектра.

Вычисляли нижеперечисленные индексы, разработанные И. Н. Коваленко (2004) [12]:

индекс возобновляемости:

$$I_{\text{возобн}} = \frac{\sum_{i=1}^{p-v} n_i}{\sum_{i=1}^{p-s} n_i} \cdot 100,$$

где $\sum_{i=1}^{p-v} n_i$ – совокупность растений прегенеративного периода развития, $\sum_{i=1}^{p-s} n_i$ – совокупность всех растений в исследуемой популяции (от проростков до сенильных растений);

индекс генеративности:

$$I_{\text{генер}} = \frac{\sum_{i=1}^{g_1-g_3} n_i}{\sum_{i=1}^{p-s} n_i} \cdot 100,$$

где $\sum_{i=1}^{g_1-g_3} n_i$ – совокупность всех растений генеративного периода развития, $\sum_{i=1}^{p-s} n_i$ – совокупность всех растений в исследуемой популяции (от проростков до сенильных растений);

индекс старения популяции:

$$I_{\text{стар}} = \frac{\sum_{i=1}^{g_1-s} n_i}{\sum_{i=1}^{p-s} n_i} \cdot 100,$$

где $\sum_{i=1}^{g_1-s} n_i$ – совокупность растений от стареющих до сенильных, $\sum_{i=1}^{p-s} n_i$ – совокупность всех растений в исследуемой популяции (от проростков до сенильных растений);

индекс общей возрастности популяции:

$$I_{\text{возр}} = I_{\text{стар}} / I_{\text{возобн}} [12].$$

Кроме того, определяли индекс возрастности (см. табл. 1) по формуле, рекомендованной А. А. Урановым [13]:

$$\Delta = \sum K_i m_i / \sum K_i,$$

где $\sum K_i$ – сумма растений всех возрастных состояний, m_i – возрастность особей.

Индекс восстановления I определяли по формуле, рекомендованной Л. Б. Заугольной с соавт. [14]:

$$I = \sum j \rightarrow v / \sum g_1 \rightarrow g_3,$$

где $\sum j \rightarrow v$ – сумма растений всех возрастных

состояний прегенеративного периода, $\sum g_1 \rightarrow g_3$ – сумма растений всех возрастных состояний генеративного периода. Популяция, способная к самовозобновлению, характеризуется индексом восстановления >1 .

Среднюю энергетическую эффективность популяции (ω), или индекс эффективности как средневзвешенное значение величин e_i , рассчитывали по формуле

$$\omega = \sum n_i e_i / \sum n_i,$$

где n_i – это абсолютное число растений i -го возрастного состояния, e_i – эффективность растений i -го возрастного состояния, $\sum n_i$ – общее число растений [15]. Данные о средней энергетической эффективности представлены в табл. 1.

Для характеристики пространственной структуры ЦП руководствовались рекомендациями Г. И. Дохман, А. М. Якшиной, О. В. Шаховой [16], а именно измеряли расстояние от одного экземпляра (выбранного случайным образом), который принимали за центр, до четырех ближайших экземпляров того же вида. Проводили сто таких измерений. Данные промеров, выраженные в сантиметрах, разбивали на классы (по 30 см). При построении кривой по горизонтальной оси наносили классы расстояний, а по вертикальной – число расстояний между экземплярами данного вида, относящихся к тому или иному классу.

Плотность ЦП определяли прямым учетом особей в связи с их малочисленностью и неравномерностью распределения по площади.

Для изучения морфологических признаков измеряли высоту и диаметр куста, длину генеративного побега, длину и диаметр междоузлия под наиболее развитым листом, длину, ширину и толщину наиболее развитого. Длину, высоту и ширину цветка, длину и ширину плода; подсчитывали количество побегов в кусте, листьев, цветков и плодов на побеге.

Подсчет семенной продуктивности осуществляли, руководствуясь рекомендациями И. В. Вайнагия [17]. Потенциальную семенную продуктивность рассчитывали, исходя из числа семязачатков в бутоне (повторность составляла 30 бутонов, собранных с разных особей). Для расчёта реальной семенной продуктивности в 2013 г. у 13 экземпляров собрали плоды с одного побега и подсчитали количество семян, приходящихся на один побег, затем путём пересчёта определили их среднее количество на одном растении. В 2014 г. была подсчитана лишь потенциальная семенная продуктивность, так как на момент



анализа реальную семенную продуктивность рассчитать было невозможно из-за усыхания цветков, повреждения завязей насекомыми, невызревания большинства плодов, потери части семян при диссеминации. K_c рассчитывали как отношение показателей реальной семенной продуктивности к потенциальной и выражали в процентах. $K_{\text{пл}}$ и $K_{\text{пл}}$ рассчитывали как умноженное на 100 отношение среднего количества плодов на побеге к соответствующему количеству цветков [17]. При этом $K_{\text{пл}}$ в 2014 г. был рассчитан как для особей, завязавших плоды, так и для всей ЦП.

Оценку изменчивости изучаемых признаков проводили по значению коэффициента вариации ($C_v, \%$) с учетом шкалы уровней изменчивости для травянистых растений [18,19]: $C_v < 7\%$ – очень низкий, $C_v = 7-15\%$ – низкий, $C_v = 16-25\%$ – средний, $C_v = 26-35\%$ – повышенный, $C_v = 36-50\%$ – высокий, $C_v > 50\%$ – очень высокий уровень.

Индекс восстановления определяли по формуле, рекомендованной Л. Б. Заугольной с соавт. [14].

При определении типа популяции использовали классификацию «дельта-омега» для нормальных популяций [15].

Виталитетная структура популяций оценивалась по методике Ю. А. Злобина [12]. Для оценки виталитета особи использовался индекс IVI (индекс виталитета особи), который рассчитывался по формуле А. Р. Ишбирдина с соавт. [20, 21]:

$$IVI = \frac{\sum_{i=1}^N X_i^1 / X_i^2}{N},$$

где X_i^1 – значение i -го признака особи, X_i^2 – сред-

нее значение i -го признака для всей выборки, N – число признаков. Ключевые признаки для расчетов индекса IVI устанавливались с применением корреляционного анализа.

Ранжированный по индексу виталитета ряд особей разбивался на три класса виталитета – высший (a), средний (b) и низший (c). Установка границ класса b проводилась в пределах границ доверительного интервала среднего значения ($x_{\text{ср}} \pm \sigma$). Результаты представлены в виде виталитетных спектров ценопопуляций.

Виталитетный тип ценопопуляции определялся с использованием критерия Q [10]:

Процветающие ценопопуляции –

$$Q = 1/2(a+b) > c,$$

Равновесные ценопопуляции –

$$Q = 1/2(a+b) = c,$$

Депрессивные ценопопуляции –

$$Q = 1/2(a+b) < c.$$

Для оценки степени процветания или депрессивности ценопопуляции использовали $I_Q = (a+b)/2c$ [10]. В этом случае значения выше единицы соответствуют процветающему состоянию, а значения ниже единицы – депрессивному. Степень отклонения от единицы, соответствующей равновесному состоянию, отражает степень процветания или депрессии.

Сведения о погодных условиях в вегетационные периоды лет наблюдения приведены в табл. 2.

Результаты измерений и подсчетов подвергали статистической обработке с помощью программы «Microsoft Excel». Данные достоверны при уровне значимости $P \leq 0.05$ [22, 23].

Таблица 2

Метеорологические данные для г. Саратова по вегетационному периоду 2013–2014 гг.

Год	Месяц	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
		фактическая	норма (N)	отклонение от нормы (Δt)	фактическая	норма (N)	отклонение от нормы (%)
2013	Апрель	9.6	6.6	3	31.0	29	107
	Май	19.6	15.0	4.6	44.0	43	102
	Июнь	20.9	19.4	1,5	141.0	45	113
	Июль	21.3	21.4	-0.1	37.0	51	72
	Август	21.4	19.9	1.5	11.0	44	25
	Сентябрь	13.2	14.0	-0.8	115.0	39	76
2014	Апрель	7.4	6.6	0.8	35.0	29	121
	Май	18.9	15.0	3,9	17.0	43	40
	Июнь	19.1	19.4	-0.3	74.0	45	164
	Июль	22.2	21.4	0.8	14.0	51	27
	Август	23.0	19.9	3.1	3.0	44	7
	Сентябрь	14.3	14.0	0.3	4.0	39	10



Результаты и их обсуждение

Изученная ЦП живокости пушистоцветковой находится в устье короткой балки. Условия обитания соответствуют умеренно-переменному лугово-степному увлажнению. Почва под сообществом – черноземовидная карбонатная, довольно богатая. Влияния выпаса и сенокошения не выявлено, но в сообществе присутствовали следы пожара (обгоревшие стволы деревьев). Кроме того, в 2014 г. ЦП подверглась сильному негативному воздействию, выразившемуся в вытаптывании, срезе генеративных побегов населением и повреждении большинства бутонов насекомыми-фитофагами.

Численность ЦП составила 32 растения на 325 м². По соотношению размера популяционного поля и численности особей состояние популяции признается плохим, если популяционное поле оказывается менее 1 га, а численность особей – менее 10³ шт. [24]. Для редких видов растений такие критерии пока не разработаны. Но, по мнению В. Г. Кияк [25], критерием маленькой популяции является численность взрослых особей меньше 1000 шт. и площадь популяции меньше 1000 м². Согласно этим мнениям, состояние исследуемой нами популяции однозначно плохое.

Для редких видов растений особенно важен мониторинг численности особей в локальных популяциях на протяжении достаточно длительного времени, чтобы установить, являются ли погодичные условия флюктуациями вокруг не-

которого среднего количества особей или имеют определенный (позитивный или негативный) тренд [12]. На протяжении двух лет наблюдений за популяцией тренд изменения количества особей был отрицательным.

Живокость в исследуемой ЦП произрастает в разнотравно-злаково-кустарниковом сообществе с очень высоким общим проективным покрытием, достигающим 90–100%. В ценозе зарегистрировано 67 видов высших сосудистых растений, из них – один вид древесный – подрост *Quercus robur* L., девять видов – кустарники (*Acer tataricum* L., *Amygdalus nana* L., *Cerasus fruticosa* Pall., *Chamaecytis usruthenicus* (Fisch. ex Wolosz.) Klaskova, *Euonymus verrucosa* L., *Lonicera tatarica* L., *Malus domestica* Borkh., *Rhamnus cathartica* L., *Ulmus* sp.), два вида – охраняемые растения (*Paeonia tenuifolia* L., *Adonis wolgensis* Stev. Ex DC). Живокость встречается рассеянно, с низким проективным покрытием – ниже 10%.

Онтогенетический спектр изученной ЦП *D. pubiflorum* представлен на рис. 1. В оба года наблюдения ЦП была неполноценной. В ней полностью отсутствовали особи прегенеративного периода. В 2013 г. в ЦП обнаружены лишь растения генеративного периода развития: молодые (g_1), средневозрастные, или зрелые (g_2), и старые (g_3). Спектр у данного вида был близок к центрированному с пиком на молодых генеративных особях, низкой долей зрелых и старых генеративных особей, отсутствием особей прегенеративного периода.

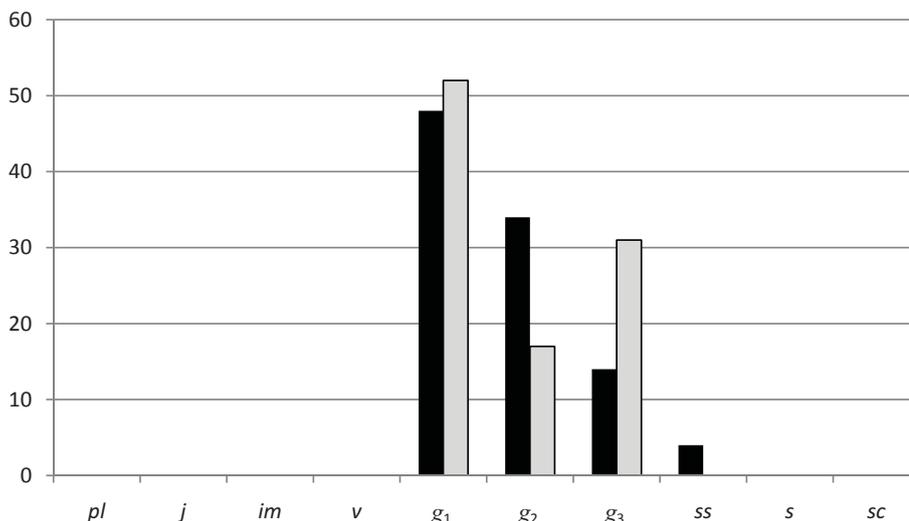


Рис. 1. Онтогенетический спектр ценопопуляции *Delphinium pubiflorum*: по оси абсцисс – возрастные состояния особей, по оси ординат – доля особей отдельных возрастных состояний, %: *sm* – семена, *pl* – проростки, *j* – ювенильные, *im* – имматурные, *v* – вергинильные, g_1 – молодые генеративные, g_2 – зрелые генеративные, g_3 – старые генеративные, *ss* – вубсенильные, *s* – сенильные, *sc* – отмирающие; черным обозначены данные за 2014 г., светло-серым – за 2013 г.



В 2014 г. в изученной ценопопуляции живности, кроме растений генеративного периода развития (g_1, g_2, g_3), было обнаружено одно растение постгенеративного периода – *ss*. Возрастной спектр изученной ценопопуляции *D. pubiflorum* в 2014 г., как и в 2013 г., был близок к центрированному – прегенеративные особи отсутствовали, преобладали молодые генеративные особи, был характерен низкий процент зрелых и старых генеративных и субсенильных особей. В типичном случае в центрированном онтогенетическом спектре преобладают особи зрелого генеративного состояния. Однако в популяциях редких и исчезающих растений как раз под действием стрессовых факторов и при выраженном антропогенном воздействии имеют место некоторые типичные изменения онтогенетических спектров популяций, среди которых переход спектра в правосторонний, неполночленный и приобретение популяцией регрессивного характера [12]. Не исключено, что преобладание в онтогенетическом спектре исследованной ЦП *D. pubiflorum* особей молодого генеративного состояния связано с наибольшей продолжительностью возрастного состояния g_1 и с наименьшей элиминацией в этой группе особей. Остаётся неизвестна продолжительность прегенеративных и постгенеративных возрастных состояний. Различия в онтогенетических спектрах за 2013 и 2014 гг. могут быть связаны с переходом некоторых особей возрастных состояний g_1 и g_3 в более позднее возрастное состояние – g_2 и *ss* соответственно.

Таким образом, исследованная ЦП на данный период времени испытывает однонаправленное изменение возрастного состава. Согласно Л. Б. Заугольной с соавт. [14], ценопопуляции, испытывающие однонаправленное изменение возрастного состава, численности, продуктивности, жизнестойкости и др., называются сукцессионными. Однако сукцессионными в более поздних работах [26] считают ЦП, в которых возобновительный процесс преобладает над отмиранием растений. Исходя из этого, так как в исследуемой ЦП в годы наблюдения возобновительный процесс полностью отсутствовал, к сукцессионным её отнести нет оснований. По классификации Б. М. Миркина с соавт. [27] в силу преобладания в ЦП генеративных, отсутствия прегенеративных особей и смещения в 2014 г. онтогенетического спектра в сторону зрелых генеративных и субсенильных растений, её следует отнести к категории нормальной с тенденцией к регрессу.

Индекс возрастности (Δ) для популяции составил 0,45201, а индекс эффективности (ω) – 0,822712. Как видно из рис. 2, по критерию $\Delta - \omega$ популяция являлась зрелой.

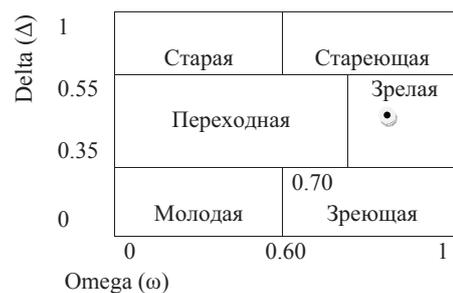


Рис. 2. Тип популяции, выделяемый критерием «дельта-омега» на основе значений индекса возрастности (Δ) и индекса эффективности (ω)

Индекс восстановления как в 2013 г., так и в 2014 г. был равен нулю, поскольку особи прегенеративного периода в ЦП отсутствуют полностью. Из этого следует, что ЦП в годы наблюдения не воспроизводилась семенным путём. Учитывая, что растениям данного вида вегетативное размножение не свойственно, по результатам исследования можно дать только негативный прогноз для существования ЦП в будущем. В пользу этого говорит и тот факт, что за два года наблюдения онтогенетический спектр ЦП сместился от молодых генеративных в сторону зрелых генеративных – субсенильных особей. Однако известно, что у редких растений онтогенетическая структура популяций может существенно варьировать, в том числе и по годам, и эти вариации иногда мало сопряжены с устойчивостью вида. Популяции редких видов независимо от угрозы их выпадения оказываются полночленными или неполночленными, мономодальными или бимодальными, лево- или правосторонними. Поэтому для получения материала, пригодного для оценки устойчивости популяций редких видов растений на основании онтогенетических спектров, необходимы достаточно долгосрочные наблюдения, то есть не меньше, чем время смены одного поколения растений изучаемого вида [12]. По этой причине только по двум годам наблюдения можно сделать лишь предварительный вывод о негативном прогнозе для существования исследуемой ЦП *D. pubiflorum* в будущем.

По результатам исследования индекс восстановления ($I_{\text{возобн}}$) ЦП *D. pubiflorum* в 2013 г. и 2014 г. оказался равен нулю, индекс генеративности ($I_{\text{генер}}$) в 2013 г. составил 100%, а в 2014 г. – 96.55%, индекс старения ($I_{\text{стар}}$) в 2013 г. оказался равен 31.04%, а в 2014 г. – 62.07%.

Индекс общей возрастности $I_{\text{возр}} = I_{\text{стар}} / I_{\text{возобн}}$ для данной популяции рассчитать невозможно, так как возобновление отсутствует.



Индекс возрастности по формуле, рекомендованной А. А. Урановым [13], составил 0.45201.

Результаты изучения пространственной структуры ЦП в 2013 г. и 2014 г. представлены на рис. 3. Как видно из рисунка, растения живокости в фитоценозе распределены неравномерно: на отдельных участках наблюдалась высокая плотность особей, на других – лишь отдельно

стоящие растения. Чаще всего расстояние между растениями составляло 90–129 см. Отличие графика пространственной структуры за 2014 г. от такового за 2013 г. объясняется большей пробной площадью в 2014 г. (причины указаны в разделе «Материал и методика»), при этом были учтены практически все особи ЦП, в том числе и наиболее удалённые.

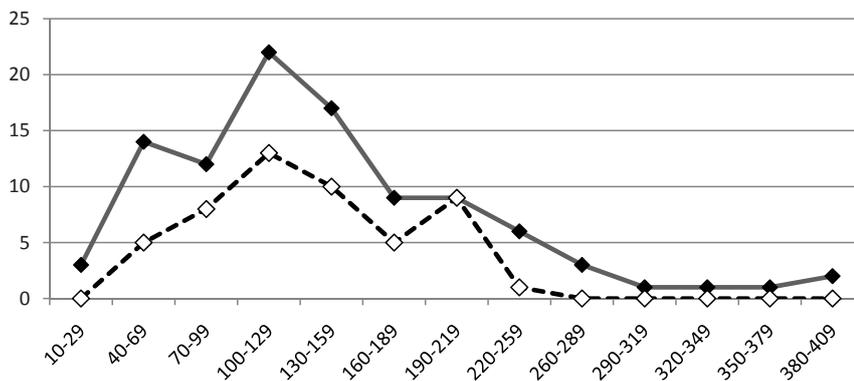


Рис. 3. Пространственная структура ценопопуляции *Delphinium pubiflorum*: по оси абсцисс – классы расстояний между соседними особями, см.; по оси ординат – число расстояний между экземплярами данного вида, относящимися к тому или иному классу; сплошная линия – данные за 2014 г., прерывистая – данные за 2013 г.

Растения в скоплениях находились на расстоянии от 30 до 65 см. На разреженных участках расстояние до соседних особей достигало 300–400 см. Средняя плотность растений в ЦП была низкой – 7–8 шт. на 100 м².

Данные о морфометрических и количественных показателях растений *D. pubiflorum* в изученной ЦП за оба года исследований приведены в табл. 3 и 4.

Из табл. 3 видно, что в 2013 г. максимальной высотой характеризовались растения из возрастной группы g_1 , несколько меньшей – растения из группы g_2 , минимальной – из группы g_3 . Однако количество побегов было максимальным у средневозрастных, а минимальным – у молодых генеративных растений. Диаметр куста молодых генеративных особей был меньше, чем у почти равных между собой растений двух других возрастных групп.

Таблица 3

Морфометрическая и количественная характеристика *Delphinium pubiflorum* в 2013 г.

Возрастное состояние	g_1	g_2	g_2
Высота растения, см	138.40±5.10	130.8±6.43	105.78±11.29
Диаметр куста, см	58.00±4.94	71.00±11.91	68.78±6.26
Количество побегов, шт	4.87±0.53	19.00±3.65	16.33±3.00
Длина побега, см	135.00±5.33	130.80±6.43	106.22±11.17
Количество листьев, шт	на побеге	25.00±2.32	20.00±2.28
	на растении	121.75±1.23	380.00±8.32
Длина листа, см	15.29±0.65	15.00±0.65	14.61±0.96
Ширина листа, см	13.07±0.66	14.70±0.98	11.48±0.65
Количество цветков, шт	на побеге	4.33±0.44	11.50±2.99
	на растении	21.09±0.23	218.5±10.91
Длина цветка, см	3.01±0.45	2.98±0.15	3.09±0.17
Высота цветка, см	2.37±0.17	2.72±0.09	2,51±0,08
Ширина цветка, см	2.10±0.09	2.56±0.20	2.70±0.10
Длина плода, см	1.29±0.06	1.38±0.06	–
Ширина плода, см	0.80±0.04	0.83±0.05	–



Таблица 4

Морфометрическая и количественная характеристика *Delphinium pubiflorum* в 2014 г.

Возрастное состояние		g_1	g_2	g_2	ss
Высота растения, см		110,14±6.49	115.00±5.74	101.75±6.33	75.00
Диаметр куста, см		53.57±9.20	94.10±9.77	92.75±8.60	30.00
Количество побегов, шт		3.14±0.38	13.10±1.92	10.25±8.92	7.00
Длина побега, см		117.86±7.96	119.30±4.02	107.75±5.12	75.00
Длина междоузлия, см		4.31±0.41	3,89±0.29	3.47±0.41	5.60
Диаметр междоузлия, см		0.52±0.05	0.51±0.04	0.40±0.03	0.31
Количество листьев, шт	на побеге	22.86±1.80	25.50±2.15	25.50±3.25	15.00
	на растении	71.78±0.69	334.05±4.13	261.37±28.99	105
Длина листа, см		9.77±0.57	10.63±0.67	8.88±0.55	7.00
Ширина листа, см		15.14±0.86	15.49±0.72	12.05±0.76	4.50
Толщина листовой пластинки, см		0.03±0.00	0.03±0.00	0.03±0.00	0.03
Количество цветков, шт	на побеге	40.29±6.70	46.30±9.44	38.00±5.58	–
	на растении	126.51±2.55	606.53±18,13	389.5±49.77	–
Длина цветка, см		2.52±0.18	2.40±0.14	1.34±0.00	–
Высота цветка, см		1.91±0.14	1.59±0.11	1.92±0.00	–
Ширина цветка, см		2.11±0.15	1.55±0.09	1.61±0.00	–
Длина плода, см		–	–	–	–
Ширина плода, см		–	–	–	–

Наиболее крупными и многочисленными листьями обладали побеги растений из возрастной группы g_1 . Наиболее мелкие и малочисленные листья развились на побегах старых генеративных растений. Благодаря многочисленности побегов у зрелых особей последние были в целом самыми олиственными.

Количество цветков в 2013 г. было максимальным в возрастной группе g_2 , а минимальным – в g_1 . Длина, ширина и высота цветков сильно различались во всех возрастных группах. Максимальная длина цветка отмечена у почти равных по этому показателю молодых и старовозрастных экземпляров. Максимальной высотой цветка отличались средневозрастные, а шириной старые особи.

Размер плодов в возрастной группе g_2 оказался несколько большим, чем в группе g_1 . Старые генеративные растения вовсе не завязали плодов.

В 2014 г. максимальную высоту имели растения из возрастной группы g_2 , несколько меньшую – растения из группы g_1 и g_3 , минимальную высоту имело единственное, обнаруженное в ЦП, растение из группы ss (см. табл. 4).

Диаметр куста самых молодых растений был меньше, чем у почти равных между собой растений двух других генеративных возрастных групп, но самым низким этот показатель оказался

в постгенеративной возрастной группе. Количество побегов было максимальным у средневозрастных растений, а минимальным – у самых молодых. У экземпляра в ss -стадии насчитывалось 7 вегетативных побегов. Длина побегов была максимальна у зрелых растений, а минимальна – у субсенильных растений. Молодые растения имели наиболее длинные и толстые междоузлия.

Количество листьев на побеге было максимальным в возрастных группах g_2 и g_3 , а минимальным – в ss . Наиболее крупные и, в пересчете на куст, многочисленные листья развились на зрелых экземплярах.

Количество цветков как на побеге, так и на всем растении было наибольшим в средневозрастной группе. По сумме размерных показателей самыми крупными цветками обладали молодые растения.

В период ожидаемого созревания плодов надземная масса многих особей живокости оказалась высохшей. Соответственно у этих растений в большинстве случаев плоды не завязались. На 11 растениях из 32 хотя и были обнаружены плоды, но большинство из них не вызрело из-за высыхания растений.

При сравнении табличных значений (см. табл. 3 и 4) видно, что в 2014 г. большинство морфологических параметров имели более низкие значения, чем в 2013 г.: кусты были



ниже, но шире (кусты развалились); уменьшилось количество побегов и их длина, размеры листовой пластинки и цветков. Вероятно, это явилось следствием засушливой весны 2014 г. (см. табл. 2) (зима 2014 г. была малоснежной, а осадков в мае выпало лишь 40% от нормы, в то время как в 2013 г. количество выпавших осадков в мае было близко к среднемугодовой норме). Однако и в 2013 г. растения, вероятно, существенно уступали по высоте растениям предыдущих лет вегетации. О чём можно судить по остаткам отмерших побегов, достигавших в предыдущие годы почти

двухметровой высоты. Вероятно, это связано с тем, что в 2013 г. при оптимальном количестве осадков и в апреле, и в мае среднемесячные температуры были на 3–5 °С выше среднегогодовой нормы. Из вышеизложенного напрашивается заключение о том, что, вероятнее всего, на росте и развитии растений угнетающе в первую очередь сказывается дефицит влаги, а во вторую очередь высокие температуры апреля – мая.

Об изменчивости различных признаков растений живокости клиновидной в изученной ценопопуляции можно судить по данным рис. 4.

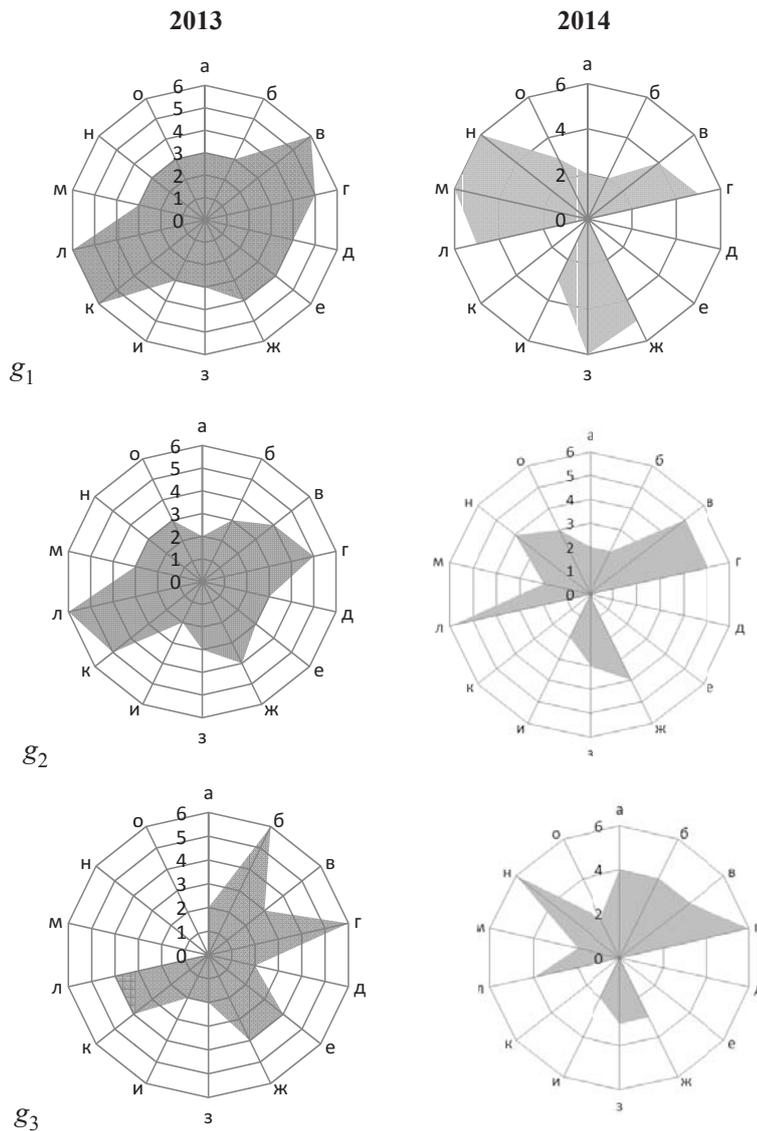


Рис. 4. Изменчивость признаков *Delphinium pubiflorum* в 2013, 2014 гг.: цифрами обозначены коэффициенты вариации: 1 – очень низкий, 2 – низкий, 3 – средний, 4 – повышенный, 5 – высокий, 6 – очень высокий; буквами обозначено: а – высота растения, б – длина побега, в – ширина куста, г – количество генеративных побегов, д – длина междоузлия, е – диаметр междоузлия, ж – количество листьев на генеративном побеге, з – длина листа, и – ширина листа, к – толщина листовой пластинки, л – количество цветков на побеге, высота цветка, длина цветка, о – ширина цветка



Из рисунков видно, что коэффициент вариации сильно отличается у разных признаков. Наибольшей изменчивостью характеризовались молодые растения. Уровень изменчивости от повышенного до очень высокого был характерен во всех возрастных группах для количественных показателей, касающихся в 2013 г. плодов и семян, некоторых параметров цветка, а также количества побегов; в 2014 г. – количества побегов, листьев и цветков. Во всех возрастных группах изменчивость от низкого до среднего уровня в 2013 г. отмечена у таких признаков, как размер плода, ширина листа; в 2014 г. – высота растения и ширина листа, а также длина, высота, ширина цветка.

Как отмечает Е. Л. Любарский [10], коэффициент варьирования важнейших признаков растений обычно очень высок (от 40 до 100%).

Для определения виталитета ЦП по результатам корреляционного анализа были

отобраны семь ключевых признаков: высота, диаметр куста, длина побега, длина и ширина листа, количество побегов в кусте, количество цветков на побеге. Коэффициент корреляции r между этими признаками составил от 0,55 до 0,93. По результатам анализа был построен виталитетный спектр ЦП (рис. 5). Ценопопуляция имеет спектр с преобладанием особей низшего класса виталитета: $\frac{1}{2}(a+b) < c$ (в 2013 г. – $\frac{1}{2}(11 + 3) < 16$; в 2014 г. – $\frac{1}{2}(9 + 6) < 14$), т.е. является депрессивной. Степень депрессивности, рассчитанная по индексу JQ , который составил в 2013 г. 0,44, а в 2014 г. – 0,54, является средней. Подобные закономерности отмечаются для редких растений и другими авторами. Согласно данным Ю. А. Злобина [26], у редких растений разных жизненных форм и разного ценофитического статуса при ухудшении условий виталитетная структура популяций трансформируется с переходом из процветающих в депрессивные.

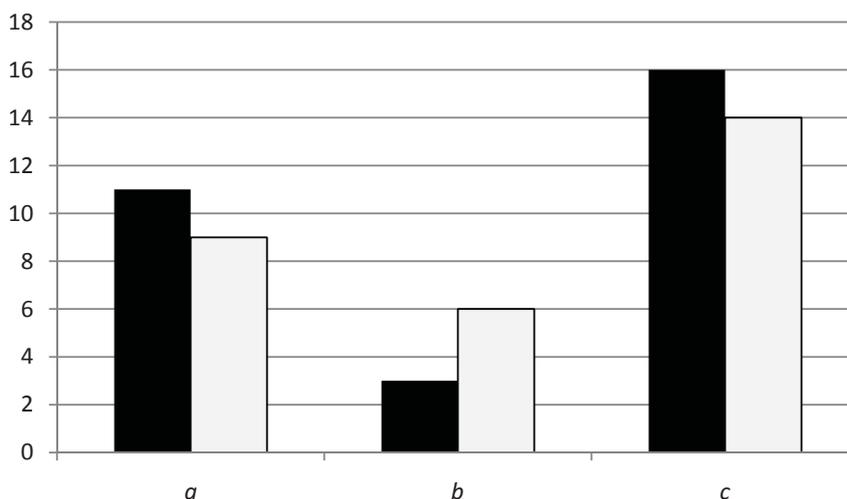


Рис. 5. Индекс виталитета популяции *Delphinium pubiflorum*: по оси абсцисс – классы виталитета особей (a – высший, b – средний, c – низший); по оси ординат – количество особей данного класса в популяции; черным обозначены данные за 2013 г., светло-серым – за 2014 г.

Немаловажным критерием оценки состояния популяции является определение семенной продуктивности и подсчет $K_{\text{шц}}$. Основные подсчеты были проведены в 2013 г., экстраполируя сведения о числе семязачатков на число генеративных органов на стадии плодоношения. За весь период цветения у дельфиниума развилось цветков гораздо больше их количества, отмеченного в начале фазы, о чём свидетельствовало общее количество развитых, недоразвитых плодов и засохших цветков.

$K_{\text{шц}}$ в 2013 г. составил: в возрастной группе g_1 – 46%, в группе g_2 – 61%, в группе g_3 – 0%. Несмотря на очень низкую реальную продуктив-

ность, каждый куст в ЦП дал, как указано в табл. 5, от 1347 до 2717 шт. семян. Однако семенное возобновление затруднено (не обнаружено растений прегенеративного возрастного состояния), вероятно, из-за очень густого травяного покрова (проективное покрытие – около 100%, более 60 видов растений) и нескольких засушливых вегетационных периодов подряд в предыдущие годы. К тому же живокость пушистоцветковая имеет достаточно низкую энергию прорастания (15–36%) [28]. А при низкой энергии прорастания появление всходов в полевых условиях растягивается на более продолжительное время, что увеличивает угрозу гибели проростков [27, 28].



Таблица 5

Семенная продуктивность *Delphinium pubiflorum* в 2013 г.

Возрастное состояние	Потенциальная продуктивность, шт		Реальная продуктивность				K _{пц} , %
	побега	растения	побега		растения		
			штук	K _с , %	штук	K _с , %	
g ₁	2364.75±40.87	11516.40±21.64	276.63±81.55	11.70	1347.00±43.20	11.70	43.81
g ₂	1188.60±26.36	22583.40±96.21	143.00±43.87	12.03	2717.00±159.87	12.03	60.65
g ₃	556.38±5.03	9085.68±15.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

В 2014 г. потенциальная семенная продуктивность была максимальной в группе зрелых растений (табл. 5, 6). У молодых и старых растений отдельные побеги имели несколько меньшую потенциальную продуктивность. В пересчете на весь куст у старых растений потенциальная продуктивность примерно в полтора раза, а у молодых почти в пять раз ниже, чем у зрелых. Реальную продуктивность в ЦП

вычислить было невозможно из-за ничтожно малого числа вызревших плодов у растений.

K_{пц} в 2014 г. у растений, завязавших плоды, возрастной группы g₁ составил 42%, а в группе g₂ – 46%. В пересчете на популяцию эти значения гораздо ниже: 4 шт. (0,37%) на растении возрастного состояния g₁ и 1 шт. (0,02%) на растении возрастного состояния g₂. Растения возрастной группы g₃, как и в 2013 г., плодов не образовали.

Таблица 6

Семенная продуктивность *Delphinium pubiflorum* в 2014 г.

Возрастное состояние	Потенциальная продуктивность, шт.		Реальная продуктивность	K _{пц} , %
	побега	растения		
g ₁	2103.14±30.82	6603.82±11.73	–	0.37
g ₂	2416.86±43.43	31660.87±83.40	–	0.02
g ₃	1983.60±25.67	20331.90±228.94	–	0.00

Примечание. Прочерк означает отсутствие данных.

Таким образом, основной вклад в реальную семенную продуктивность растений в ЦП вносят, вероятно, особи молодого и зрелого генеративного состояния, в то время как, несмотря на относительно высокую потенциальную семенную продуктивность особей старого генеративного состояния, их вклад в реальную семенную продуктивность ЦП равен 0.

Заключение

Delphinium pubiflorum произрастает рассеянно, в лугово-степном разнотравно-злаково-кустарниковом сообществе, представленном 67-ю видами высших сосудистых растений, на чернозёмовидной карбонатной довольно богатой почве. Условия обитания соответствуют умеренно-переменному лугово-степному увлажнению.

Пространственная структура ценопопуляции неоднородная: встречаются как скопления растений, так и отдельно стоящие экземпляры; большинство растений находилось на расстоянии 100–129 см друг от друга. Плотность популяции составила около 7–8 растений на 100 м².

ЦП живокости является малой, зрелой, с индексом восстановления, равным нулю. Её

состояние плохое, среднедепрессивное, с неполночленным, близким к центрированному, онтогенетическим спектром с максимумом на молодых генеративных особях, но с тенденцией к регрессу. Имеет отрицательный тренд изменение численности особей. Растения исследуемой ЦП характеризуются широкой амплитудой морфологической изменчивости.

Вероятнее всего, из погодных условий на росте и развитии растений в ЦП угнетающе в первую очередь сказывается дефицит влаги, а во вторую – высокие температуры апреля – мая.

Коэффициент плодоцветения в 2013 и 2014 гг. составил в возрастной группе g₁ 45,81% и 0,37%, а в группе g₂ – 60,65% и 0,02% соответственно. Старые растения в течение двух лет наблюдений плодов не образовали. Потенциальная семенная продуктивность живокости очень велика (в 2013 г. – от 9086 шт. семян у старых растений до 22583 шт. у зрелых, в 2014 г. – от 6604 шт. у молодых до 31661 шт. у зрелых растений), но реализуется она лишь в малой (в 2013 г. на 12% у молодых и зрелых, составив 1347–2717 шт. семян соответственно) и даже – в ничтожно малой степени (в 2014 г. коэффициент плодоцве-



тения у молодых и зрелых растений был близок к нулю, а у старых растений в течение двух лет не образовывались семена).

Основной вклад в реальную семенную продуктивность растений в ЦП вносят, вероятно, особи молодого и зрелого генеративного состояния, в то время как, несмотря на относительно высокую потенциальную семенную продуктивность особей старого генеративного состояния, их вклад в реальную семенную продуктивность ЦП равен 0.

Состояние популяции год от года сильно ухудшается. Этому способствуют такие факторы, как резко негативное антропогенное воздействие, повреждение генеративной сферы растений живокостями насекомыми-фитофагами и неблагоприятные погодные условия. Если эти факторы будут оказывать большое влияние на состояние популяции и в последующие годы, то популяция вскоре может исчезнуть.

Двух лет наблюдения за состоянием ЦП, безусловно, недостаточно для выявления полной картины происходящих в ней процессов. Поэтому реальная картина динамики численности особей, онтогенетического спектра, семенной продуктивности и виталитетного состояния в исследуемой ЦП *D. pubiflorum* может быть установлена только по результатам многолетнего мониторинга.

Список литературы

1. Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники. Растения. Животные / Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов Саратов. обл. Саратов : Изд-во Торг.-пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.
2. Еленевский А. Г., Буланый Ю. И., Радыгина В. И. Конспект флоры Саратовской области. Саратов : Изд. центр «Наука», 2008. 232 с.
3. Харитонов А. Н., Березуцкий М. А. О находке дельфиниума пушистоцветкового (*Delphinium pubiflorum* (DC.) Turcz. ex Huth) на территории Саратовской области // Принципы и способы сохранения биоразнообразия : материалы III Всерос. науч. конф. Йошкар-Ола ; Пушкино : Изд-во Мар. гос. ун-та, 2008. С. 216–217.
4. Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижиков О. Н., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М. : Сельхозгиз, 1956. 472 с.
5. Горин В., Болдырев В. Расширение шкал Раменского. Дополнение шкал данными по экологии видов флоры Саратовской области. Saarbrücken, Deutschland : LAPLAMBERT Academic Publishing, 2013. 62 с.
6. Болдырев В. А. Основные закономерности почвенного покрова Саратовской области : учеб. пособие для студ. геогр. и биол. фак. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1997. 16 с.
7. Болдырев В. А. Естественные леса Саратовского Правобережья. Эколого-ценоотический очерк. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2005. 92 с.
8. Заугольнова Л. Б. Типы возрастных спектров нормальных ценопопуляций растений // Ценопопуляции растений. М. : Наука, 1976. С. 81–91.
9. Правила сбора редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений (для ботанических садов) / Комиссия по охране растений Совета ботанических садов СССР // Бюл. Гл. бот. сада. 1981. Вып. 119. С. 94–96.
10. Злобин Ю. А. Принципы и методы изучения ценоотических популяций растений. Казань : Изд-во Казанского ун-та, 1989. 146 с.
11. Прошкурлат А. П. Род горичвет – *Adonis* L. Систематика, распространение, биология. М. : Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. 199 с.
12. Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы : Универ. кн., 2013. 439 с.
13. Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.
14. Заугольнова Л. Б., Жукова А. А., Комаров А. С., Смирнова О. В. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М. : Наука, 1988. 184 с.
15. Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология, 2001. № 1. С. 3–7.
16. Воронов А. Г. Геоботаника : учеб. пособие для ун-тов и пед. ин-тов. Изд. 2-е, испр. и доп. М. : Высш. шк., 1973. 384 с.
17. Томилова Л. И. Возрастные изменения семенной продуктивности уральских эндемичных гвоздик при интродукции на Среднем Урале // Биология семян интродуцированных растений. М. : Наука, 1985. 158 с.
18. Мамаев С. А., Чуйко Н. М. Индивидуальная изменчивость признаков листьев у дикорастущих видов костяники // Индивидуальная эколого-географическая изменчивость растений. Свердловск : УрНЦ АН СССР, 1975. С. 114–118.
19. Озёрская Е. С. Изменчивость морфологических признаков в популяциях двух видов семейства кувшиновых на Среднем Урале // Исследование форм внутривидовой изменчивости растений. Свердловск : УрНЦ АН СССР, 1981. С. 110–116.
20. Ишбирдин А. Р., Ишмуратова М. М. Методы популяционной биологии // Материалы докладов VII Всерос. популяционного семинара : в 2 ч. Сыктывкар, 2004. Ч. 2. С. 113–120.
21. Ишбирдин А. Р., Ишмуратова М. М., Журнова Т. В. Стратегии жизни ценопопуляции *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. на территории Башкирского государственного заповедника // Вестн. Нижегород. ун-та



- им. Н. И. Лобачевского. Сер. Биология. Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2005. Вып. 1 (9). С. 85–98.
22. *Рокицкий П. Ф.* Биологическая статистика. Минск : Высш. школа, 1973. 320 с.
23. *Гланц С.* Медико-биологическая статистика. М. : Практика, 1999. 459 с.
24. *Останко В. М.* Эйдологические, популяционные и ценогические основы фитосозологии на юго-востоке Украины. Донецк : Лебедь, 2005. 408 с.
25. *Кияк В. Г.* Малі популяції рослин і проблемі і перспективи досліджень // Ботаніка та мікологія : проблеми і перспективи на 2011–2020 рр. Київ, 2011. С. 18–20.
26. *Злобин Ю. А.* Популяционная экология растений : современное состояние, точки роста. Сумы : Универ. кн., 2009. 263 с.
27. *Миркин Б. М., Наумова Н. Г., Соломещ А. И.* Современная наука о растительности. М. : Логос, 2001. 264 с.
28. *Ермолаева Н. Н., Петрова Н. А., Шилова И. В.* Семенное возобновление *Delphinium pubiflorum* (DC.) Turp. Ex Nuth в Саратовской области // Труды IX Междунар. конф. по экологической морфологии растений, посвященной памяти Ивана Григорьевича и Татьяны Ивановны Серебряковых. М., 2014. Т. 1. С. 184–187.
29. *Фирсова М. К.* Семенной контроль. М. : Колос, 1969. 280 с.

УДК 615.281

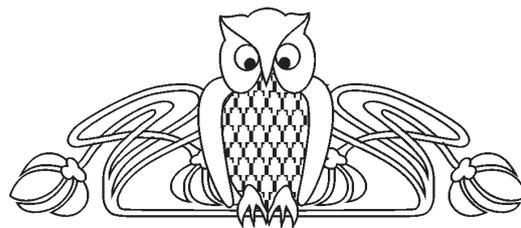
РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ОБРАЗЦОВ ИННОВАЦИОННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ «ЯДРО–ОБОЛОЧКА»

Н. Ф. Шуршалова¹, О. В. Нечаева², М. М. Вакараева³,
Е. И. Тихомирова³, Д. А. Заярский³

¹Саратовский государственный университет
E-mail: francissella@rambler.ru

²Саратовский государственный медицинский университет
E-mail: olgav.nechaeva@rambler.ru

³Саратовский государственный технический университет
E-mail: ecology@sstu.ru



Разработаны варианты биологически активных препаратов по технологии структуры «ядро–оболочка», полученные путем послойного нанесения на поверхности носителей биосовместимого полимера. В качестве «ядра» использовали гетероциклическое соединение ряда енаминов и наноагрегаты флавоноидов; в качестве оболочки – полиазолидинаммоний, модифицированный гидрат-ионами йода. Установлено значительное повышение антимикробной активности разработанных препаратов. Выявлено сокращение сроков регенерации полнослойных ран у животных при использовании инновационного препарата на основе стабилизированных биополимером наноагрегатов флавоноидов.

Ключевые слова: полиазолидинаммоний, антимикробная активность, биополимер, инновационные препараты, структура «ядро–оболочка».

Developing and Testing Laboratory Samples of Innovative Biologically Active Preparations Based on the Core-shell Structure

N. F. Shurshalova, O. V. Nechaeva, M. M. Vakaraeva,
E. I. Tikhomirova, D. A. Zayarskiy

We developed various options of biologically active agents based on the core–shell structure technology. They were obtained by layering biocompatible polymer on the surface of the carriers. As a core, we used a heterocyclic compound comprising of enamine and flavonoid nanoaggregates. As a shell, we used poly azolidine ammonium modi-

fied by iodine hydrate-ions. Our results implied a significant increase in antimicrobial activity of the preparations developed by us. Using innovative preparation based on flavonoid nanoaggregates stabilized by a biopolymer, we observed faster wound regeneration in animals.

Key words: poly azolidine ammonium, antimicrobial activity, biopolymer, innovative preparations, core–shell structure.

DOI: 10.18500/1816-9775-2015-15-3-76-80

Одним из перспективных направлений применения нанотехнологических методов в медицинской и фармацевтической практике является создание структуры «ядро–оболочка». Препараты, созданные по такому принципу, характеризуются высокой биологической активностью и обеспечивают возможность адресной доставки биологически активных и лекарственных средств. Это позволяет обеспечить защиту активного вещества от действия ферментов макроорганизма, а также увеличивает его биодоступность [1].

В качестве ядра может быть использовано любое твердое вещество с заданными свойствами, нерастворимое или малорастворимое в воде и имеющее размеры от нескольких микрон до нескольких десятков нанометров. Для формирования