

*tura stramonium* cell suspension culture // Pakistan Journal of Biological Sciences. 2007. Vol. 10. P. 1236–1242.

13. Abd-Rahman R., El-Din E.H., El-Said A., Khli-fa H.D. Production of scopalamine and hyoscyamine in callus and regenerate cultures of *Datura metel* (L.) // J. of Applied Science Research. 2008. Vol. 4. P. 1858–1866.

14. Mutasim M.K., Khadiga G.A.E., Rasheid S.M. Callus formation and organogenesis of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Almera // Journal of Phytology. 2010. Vol. 2 (5). P. 40–46.

15. Nistor A., Campeanu G.H., Nicoleta C., Diana K.C. Effect of auxin and cytokinin on callus induction in potato (*Solanum tuberosum* L.) explants // Agricultura Stiinta si practica. 2009. Vol. 12. P. 47–50.

16. Sandhya H., Srinath R. Role of growth regulators on *in vitro* callus induction and direct regeneration in *Physalis minima* Linn // International Letters of Natural Sciences. 2015. Vol. 44. P. 38–44.

17. Yogananth N., Bhakayaraj R., Chanthuru A., Parvathi S. Comparative analysis of solasodine from *in vitro* and *in vivo* cultures of *Solanum nigrum* Linn // Kathmandu university journal of science, engineering and technology. 2009. Vol. 5 (1). P. 99–103.

18. Adhikari S.R., Pant B. Induction and Proliferation of *in vitro* Mass of Callus of *Withania somnifera* (L.) Dunal // Research in Plant Sciences. 2013. Vol. 1 (3). P. 58–61.

19. Preethi M., Sridhar T.M., Naidu C.V. Efficient protocol for indirect shoot regeneration from leaf explants of *Stevia rebaudiana* (Bert.) – An important calorie free bio sweetener // Journal of Phytology. 2011. Vol. 3 (5). P. 56–60.

20. Shivanna M.B., Vasanthakumara M.M., Mangala C. Regeneration of *Biophytum sensitivum* (Linn.) DC. Through organogenesis and somatic embryogenesis // Indian Journal of Biotechnology. 2009. Vol. 8. P. 127–131.

### FUTURE OUTLOOK OF PLANT GROWTH REGULATORS APPLICATION INFLUENCING CALLUS INDUCTION FROM DIFFERENT TYPE EXPLANT *HYOSCYAMUS MUTICUS* L. *IN VITRO*

© 2018

**Abdelazez Walla Mohamed Abdelmaksoud**, postgraduate student of Botany and Plant Physiology Department  
**Khusnetdinova Landysh Zavdetovna**, candidate of biological sciences,  
associate professor of Botany and Plant Physiology Department  
**Timofeeva Olga Arnoldovna**, doctor of biological sciences, professor of Botany and Plant Physiology Department  
*Kazan (Volga Region) Federal University (Kazan, Russian Federation)*

**Abstract.** The article shows the results concerning the problem of the influence of the hormonal composition of the medium on callus induction in isolated from different explants of Egyptian henbane areas (on the example of *Hyoscyamus muticus* L.). The authors study 11 variants of Murashige and Skoog medium supplemented with different concentrations and combination of auxins and cytokinins. It was important to find nutrient medium modification of Murashige and Skoog for callus induction. The article describes the fact that callus formation from different explant types of *Hyoscyamus muticus* L. *in vitro* was observed on Murashige and Skoog medium fortified with benzylaminopurine and naphthylacetic acid. It shows that the maximum callus induction was observed from root explants on Murashige and Skoog's medium supplemented with 0.5 mg/l of benzylaminopurine and 1.0 mg/l of naphthylacetic acid. And minimal callus formation was observed in the area with benzylaminopurine. Callus induction of leaf and stem explants both on the hormone-free nutrient medium and with the benzylaminopurine only was not observed. Thus, the results show that the frequency of callus formation with culturing root segment is higher compared to leaf and stem segment explants (on the example of Egyptian henbane in culture *in vitro*). This work aims to inducing callus formation from various explants of Egyptian henbane, which can be used for plant regeneration or as a source for *in vitro* production of secondary metabolites.

**Keywords:** *Hyoscyamus muticus* L.; egyptian henban; callus formation; *in vitro* culture; explant; secondary metabolites; auxin; cytokinin; benzylaminopurine; naphthylacetic acid; segments of leaf, stem, root; Murashige and Skoog medium.

УДК 58.006

Статья поступила в редакцию 30.03.2018

### ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *ADENOPHORA LILIFOLIA* (L.) A. DC. НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ И ЮЖНОГО УРАЛА

© 2018

**Абрамова Лариса Михайловна**, доктор биологических наук, профессор,  
заведующий лабораторией дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений  
**Андреева Ирина Закиевна**, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник  
лаборатории дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений  
*Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН*  
(г. Уфа, Российская Федерация)  
**Ильина Валентина Николаевна**, кандидат биологических наук,  
доцент кафедры биологии, экологии и методики обучения  
*Самарский государственный социально-педагогический университет (г. Самара, Российская Федерация)*

**Аннотация.** Исследование редких растений на уровне ценопопуляций на протяжении всего ареала в значительной мере способствует выявлению особенностей их биологии и экологии. Нами осуществлялось вы-

Самарский научный вестник. 2018. Т. 7, № 3 (24)

явление особенностей возрастной и пространственной структуры ценопопуляций *Adenophora lilifolia* (L.) A. DC. в экологических условиях степной и лесостепной зон Среднего Поволжья (в Самарской области) и Южного Урала (в Республике Башкортостан), а также горной зоны Южного Урала. *Adenophora lilifolia* включен в Красную книгу Самарской области с категорией 3 – редкий вид. Изучение популяций *A. lilifolia* осуществлялось в разные годы на территории особо охраняемых территорий разного ранга. При определении структуры ценопопуляций использованы стандартные методики. Изученные ценопопуляции бубенчика расположены на опушках дубово-липовых и березовых, реже кленово-липовых или осиновых лесов, а также редколесий или лесных колков. Общая плотность особей варьирует от 0,8 до 4,2 экз./м<sup>2</sup>. Средние значения генеративной фракции в популяциях составляют 81,1%, прегенеративной – 19,3%. Базовый онтогенетический спектр *A. lilifolia* характеризуется как центрированный. Хотя доля генеративных особей во всех ценопопуляциях высокая, распределение по онтогенетическим группам в двух регионах имеет отличия. Средние значения демографических индексов свидетельствуют о достаточно высокой стабильности популяций вида. Из 14 исследованных ценопопуляций *A. lilifolia* по критерию «дельта-омега» большинство являются зрелыми, кроме того выявлены переходная и зреющие. В целом состояние популяций на Южном Урале достаточно благополучное. Все изученные популяции в Самарской области испытывают высокую антропогенную нагрузку, а численность особей в конкретных местообитаниях невелика.

**Ключевые слова:** бубенчик лилиелистный; *Adenophora lilifolia*; особо охраняемая природная территория; заповедник; памятник природы; Самарская область; Республика Башкортостан; возрастная структура; ценопопуляция; редкий вид; Красная книга; Среднее Поволжье; Южный Урал.

### Введение

Изучение природных популяций редких растений в разных частях их эколого-географического ареала имеет важное значение, т.к. позволяет выявить или уточнить причины их редкости, определить лимитирующие факторы и составить рекомендации по их охране в условиях антропогенного влияния на местообитания. В последние десятилетия такие работы проводятся нами как на Южном Урале [1–11], так и в Среднем Поволжье [12–18]. Сравнительный анализ структуры и состояния природных популяций редких представителей флоры представляет собой важный этап в деле сохранения биоразнообразия регионов [9–18].

Особый интерес в этом отношении вызывают редкие виды, находящиеся на краю ареалов [7; 10; 17]. В окраинных популяциях проявляются индивидуальные как морфологические, так и биологические особенности растений в связи с тем, что на границе ареала виды находятся в более сложных нетипичных условиях произрастания. Пограничные популяции обладают своеобразием внутренней организации, структуры, экологической приуроченности и некоторых других параметров. В связи с вышесказанным следует отметить, что изучение ценопопуляций редких видов растений на границе ареала и последующее сравнение их структуры с популяциями в центральной его части приобретает исключительно важное научное и практическое значение.

**Цель** данной работы – изучение особенностей возрастной (онтогенетической) структуры ценопопуляций *Adenophora lilifolia* (L.) A. DC. – бубенчика лилиелистного в экологических условиях степной, лесостепной и горной зоны двух регионов (Среднего Поволжья и Южного Урала). Теневыносливый вид бубенчик лилиелистный имеет широкий географический ареал, который охватывает Европу, Западную Сибирь, север Средней Азии. Он произрастает по опушкам, лесным полянам, в разреженных лесах, кустарниках, поймах рек. В степной зоне данный вид находится на крайнем пределе существования [2].

*Adenophora lilifolia* включен в Красную книгу Самарской области [19] с категорией 3 – редкий вид. Находится под охраной также в Саратовской области [20]. В Самарской области (СО) встречается как в Предволжье, так и в Заволжье (практически во всех административных районах, за исключением самых южных территорий, близких к условиям пустынен-

ной степи). В Республике Башкортостан (РБ) довольно обычен в горно-лесной зоне Южного Урала, а в лесостепной и особенно степной зоне становится редким. Вид ранее был включен в Красную книгу Башкирской АССР [21], в список редких видов Южного Урала [22]; в последних изданиях Красной книги РБ [23; 24] исключен из «красного списка», как не нуждающийся в специальной охране вид. Без сомнения, детальное изучение структурной организации ЦП редких и уязвимых представителей лесной флоры имеет приоритетное значение в степных регионах, где число и площадь их местообитания сокращаются.

### Материалы и методы исследований

*A. lilifolia* представляет собой стержнекорневой травянистый поликарпик высотой около 50–100 см. Морфологическое описание вида представлено в различных изданиях [25–26 и др.], в связи с чем в данной статье не приводится.

В Среднем Поволжье и на Южном Урале исследование популяций *A. lilifolia* осуществлялось в разные годы на территории ООПТ разного ранга – от заповедников до памятников природы регионального значения, в том числе проектируемых [1–4; 19].

Онтогенез бубенчика лилиелистного изучен нами ранее в условиях Южного Урала [1; 2; 4]. Для изучения онтогенетической структуры, основных демографических показателей и общей плотности ценопопуляций (ЦП) данного представителя в каждой из локальных ЦП закладывалось по 25 пробных площадок размером 1 м<sup>2</sup> на трансектах. Порядок заложения использован линейный или шахматный, с шагом трансекты по 5 или 10 м, что зависело как от площади, занимаемой локальной популяцией, так и от реального контура фитоценоза. По традиционным методикам определены основные популяционные характеристики, в том числе плотность, возрастной (онтогенетический) состав и демографические показатели.

Определение возрастной (онтогенетической) структуры ЦП *A. lilifolia* и построение базового (усредненного) онтогенетического спектра проведено согласно стандартным методикам и рекомендациям [27–32]. В ходе анализа онтогенетической структуры ЦП применялись общепринятые демографические показатели, в том числе индекс восстановления [31] и индекс старения [32]. Индекс восстановления рассчитывался по формуле  $I_v = (j + im + v) / (g_1 + g_2 + g_3)$

как соотношение числа дочерних особей на одну генеративную особь в данный момент времени; индекс замещения определялся  $I_z = (j + im + v) / (g_1 + g_2 + g_3 + ss + s + sc)$  как соотношение числа дочерних особей к взрослым растениям в популяции, которое может заместить «подрост» ЦП.

Для оценки современного состояния ЦП бубенчика лилиелистного на территории СО и РБ был применен критерий «дельта-омега» Л.А. Животовского [33]. Проведена оценка состояния ЦП с учетом основных демографических параметров по рекомендациям Л.А. Жуковой и Т.А. Полянской [34].

#### Результаты исследований и их обсуждение

Местоположение и краткая характеристика местообитаний изученных ЦП *Adenophora lilifolia* при-

ведена в табл. 1. В СО исследованиями охвачены 1 государственный природный национальный парк (ГПНП «Самарская Лука», Могутова гора), 3 региональных (Гора Зеленая, Камышлинская Мацеста, Дубовый древостой) и 1 проектируемый памятник природы (Верховья р. Бинарадка), в РБ – 1 заповедник (Южно-Уральский государственный природный заповедник, Реветь), 3 проектируемых заказника (Аян, Тюлькюлитау, Ирендык), 2 региональных (Кузгунташ, Сукракские вишарники) и 2 проектируемых (Аушкуль, Буххангай) памятника природы. Большинство обследованных ЦП зафиксированы нами на опушках дубово-липовых и березовых лесов, реже кленово-липовых или осиновых, а также редколесий или лесных колков в степной зоне.

**Таблица 1** – Местоположение, краткая характеристика местообитаний и плотность изученных ценопопуляций *Adenophora lilifolia*

№ п/п	Расположение ООПТ	Статус ООПТ	Особенности местообитания	Плотность, экз./м <sup>2</sup>	ОПП травостоя, %
1СО	Могутова гора (Самарская Лука, Жигули, Предволжье)	Государственный природный национальный парк	Дубово-липовый разреженный лес, склон северный, 10°	3,1	75
2СО	Гора Зеленая (Высокое Заволжье)	Памятник природы регионального значения	Дубово-липовый лес с подростом клена платановидного, северо-западный склон, 5–7°, постпирогенные изменения	1,4	50
3СО	Камышлинская Мацеста (Высокое Заволжье)	Памятник природы регионального значения	Осинник крапиво-ясенниковый, под пологом леса, восточный склон, 3–5°	4,2	80
4СО	Дубовый древостой (Высокое Заволжье)	Памятник природы регионального значения	Дубово-липовый лес с бересклетом бородавчатым, выровненный участок под пологом леса, наблюдается выпас скота	2,5	65
5СО	Ур. Верховья р. Бинарадка (Нижнее Заволжье)	Проектируемый памятник природы регионального значения	Кленово-липовый лес с шиповником майским, северо-западный склон, 5–7°	2,7	60
1РБ	Реветь (центральная часть Южного Урала)	Южно-Уральский государственный природный заповедник	Березово-липовый лес, северный склон горы, 20°	2,5	70
2РБ	Куркак (восточный макросклон Южного Урала)	Ботанический памятник природы регионального значения	Березовый лес, северный склон, 30°	2,7	75
3РБ	Кузгунташ (восточный макросклон Южного Урала)	Комплексный памятник природы регионального значения	Березовый лес, лесная поляна, восточный склон, 5°	1,5	95
4РБ	Ирендык (восточный макросклон Южного Урала)	Проектируемый заказник регионального значения	Опушка березового леса, восточный склон, 20°	1,0	100
5РБ	Аушкуль (лесостепное Зауралье)	Проектируемый памятник природы регионального значения	Опушка березового леса и редколесье из березы, западный склон, 5°	0,8	90
6РБ	Буххангай (лесостепное Зауралье)	Проектируемый памятник природы регионального значения	Опушка березового леса, слабый северо-западный склон, 1°	0,8	95
7РБ	Аян (лесостепное Зауралье)	Проектируемый заказник регионального значения	Березово-осиновый лес, степная колка, северо-западный склон, 1–5°	1,9	75
8РБ	Тюлькюлитау (степное Зауралье)	Проектируемый заказник регионального значения	Березово-осиновый лес, степная колка, опушка леса, слабый северо-восточный склон, 1°	1,0	70
9РБ	Сукракские вишарники (степное Зауралье)	Ботанический памятник природы регионального значения	Березовое редколесье, степной колок, опушка леса, выровнено, склон до 5°	1,3	70

Общая плотность особей в ЦП бубенчика варьирует в пределах 0,8–4,2 экз./м<sup>2</sup>. Максимальные значения показателей плотности имеет ЦП № 3 СО (4,2 экз./м<sup>2</sup>). Минимальные значения плотности имеют ЦП № 5, № 6 РБ (0,8 экз./м<sup>2</sup>).

Возрастная (онтогенетическая) структура представляет собой один из важнейших параметров популяции, что непосредственно влияет на их способ-

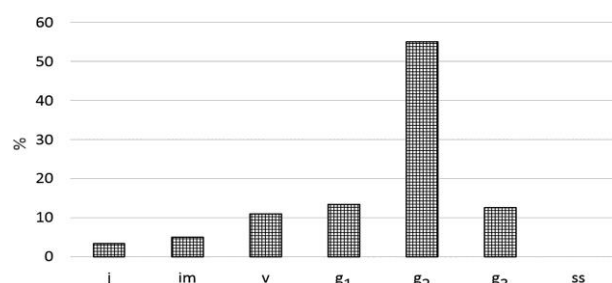
ность к самоподдержанию, самовосстановлению, а также определяет устойчивость и лабильность [29].

Онтогенетический состав в ЦП *A. lilifolia* представлены в табл. 2. Генеративная фракция особей в базовом спектре составляет 81,1%, доля прегенеративных растений – 19,3%. Такой тип спектра характерен для ЦП в том случае, когда возобновительный потенциал в них слабый, а пребывание особей в сенильном онтогенетическом состоянии не отмечается вовсе.

**Таблица 2** – Онтогенетический состав ценопопуляций *Adenophora lilifolia*

№ п/п	Пункт исследования	Онтогенетические группы особей, %						
		j	im	v	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	g <sub>3</sub>	ss
1СО	Могутова гора	0	6,6	26,4	11,2	35,6	20,2	0
2СО	Гора Зеленая	0	13,2	26,5	14,6	20,6	25,1	0
3СО	Камышлинская Мацеста	2,6	13,7	28,7	12,5	26,3	16,2	0
4СО	Дубовый древостой	0	10,2	11,5	15	29,8	33,5	0
5СО	Верховья р. Бинарадка	2,2	5,7	5,7	12	25,1	49,3	0
1РБ	Реветь	9,1	10,7	27,3	19,6	31,8	1,5	0
2РБ	Куркак	18,5	4,4	4,4	32,6	39,1	1,0	0
3РБ	Кузгунташ	5,8	1,9	1,9	1,9	84,6	3,9	0
4РБ	Ирендык	2,7	0	2,7	8,1	78,4	8,1	0
5РБ	Аушкуль	0	0	4,1	10,2	83,7	2,0	0
6РБ	Бухангай	2,7	0	2,7	8,1	78,4	8,1	0
7РБ	Аян	2,4	1,2	4,9	20,7	68,3	2,5	0
8РБ	Тюлькюлитау	0	0	0	9,8	88,2	2,0	0
9РБ	Сукракские вишарники	0	1,9	7,4	9,3	80,4	1,0	0
	Среднее значение	3,3	5,0	11,0	13,3	55,0	12,5	0

Усредненный (базовый) онтогенетический спектр *A. lilifolia* характеризуется как центрированный (рис. 1) с преобладанием средневозрастных генеративных особей; в нем присутствуют особи всех онтогенетических состояний, кроме субсенильных и сенильных растений.



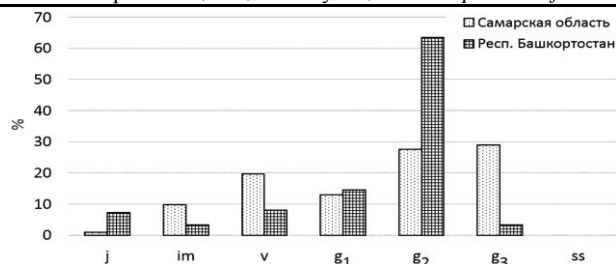
**Рисунок 1** – Усредненный (базовый) спектр ценопопуляций *Adenophora lilifolia*: по оси абсцисс отмечены онтогенетические состояния: j – ювенильные, im – имматурные, v – виргинильные, g<sub>1</sub> – молодые генеративные, g<sub>2</sub> – средневозрастные генеративные, g<sub>3</sub> – старые генеративные, ss – субсенильные; по оси ординат отмечена доля особей того или иного онтогенетического состояния, %

Онтогенетическая структура в конкретных ЦП *A. lilifolia* на территории СО и РБ имеет два различных типа возрастных спектров – левомодальный и центрированный, отличающиеся от базового в различной степени. Это прежде всего зависит от экологических условий местообитания, которые непосредственно влияют как на особенности прорастания семян, так и на темпы развития отдельных особей, находящихся в том или ином онтогенетическом состоянии. В ЦП 1, 2, 3 СО и 1 РБ хорошо представлены имматурные, виргинильные особи, в ЦП 2 РБ – ювенильные, что говорит о том, что возобновление

идет интенсивно. Эти ЦП расположены в Самарской области как в Предволжье (Жигулевская возвышенность), так и в Высоком Заволжье (отроги Бугульмино-Белебеевской возвышенности), в Башкортостане – в центральной части горной зоны и на восточном макросклоне Южного Урала, где формируются благоприятные условия для произрастания этого теневоего вида. Максимумы представленности средневозрастных особей (78,4–88,2%) приходится на ЦП 3, 4, 5, 6, 8, 9 РБ, которые преимущественно расположены в лесостепной и степной зоне, где условия для возобновления растений менее благоприятные. Хотя общая генеративность (доля генеративных особей) составляет 70–80%, однако распределение по онтогенетическим группам имеет свои особенности в двух регионах (рис. 2). В СО молодые генеративные растения составляют до около 13% численности ЦП, зрелые генеративные – около 27%, старые генеративные – примерно 28%. В РБ молодые генеративные особи занимают примерно те же позиции в ЦП – около 14%, зрелых генеративных отмечается более 63%, а старых генеративных насчитывается только чуть более 3%. Установлено, что в РБ длительность онтогенеза бубенчика больше, чем в условиях СО, прежде всего это касается среднегенеративной стадии. В СО эколого-фитоценологические условия и антропогенная нагрузка способствует более быстрому переходу зрелых генеративных особей в старогенеративные. Вероятно, течение старого генеративного состояния в условиях СО более продолжительное, и старогенеративные особи накапливаются в фитоценозах.

Демографические показатели изученных ЦП характеризуют их устойчивость. Средние значения индексов (табл. 3) свидетельствуют о стабильности ЦП: индекс замещения составил 0,29; индекс восстановления – 0,29, возрастность – 0,41; эффективность – 0,81. Однако в конкретных регионах данные пара-

метры отличаются от усредненных. В СО индекс замещения выше почти в 2 раза и составляет 0,44; индекс восстановления имеет то же значение – 0,44, возрастность совпадает со средними значениями – 0,41; эффективность чуть ниже среднего показателя – 0,79. В РБ существенно ниже по сравнению с СО и усредненными показателями индексы замещения и восстановления (0,23), возрастность имеет почти те же значения (0,42), а эффективность несколько выше (0,87). Стабильность ЦП в РБ – 81%, в СО составляет лишь 69%, так как местообитания ЦП на Средней Волге испытывают большую антропогенную нагрузку по сравнению с южноуральскими.



**Рисунок 2** – Усредненные (базовые) онтогенетические спектры ценопопуляций *Adenophora lilifolia* в Среднем Поволжье и на Южном Урале

**Таблица 3** – Демографические характеристики ценопопуляций *Adenophora lilifolia*

№ п/п	Пункт исследования	Демографические показатели				Тип ЦП	
		I <sub>з</sub>	I <sub>в</sub>	Δ	ω	По критерию «дельта-омега» Животовского (2001)	По классификации Жуковой и Полянской (2013)
1СО	Могутова гора	0,49	0,49	0,39	0,73	зрелая	неустойчивая
2СО	Гора Зеленая	0,66	0,66	0,36	0,65	переходная	неустойчивая
3СО	Камышлинская Магеста	0,82	0,82	0,32	0,64	зреющая	неустойчивая
4СО	Дубовый древостой	0,28	0,28	0,45	0,75	зрелая	неустойчивая
5СО	Верховья р. Бинарадка	0,16	0,16	0,53	0,77	зрелая	неустойчивая
1РБ	Реветь	0,89	0,89	0,26	0,62	зреющая	неустойчивая
2РБ	Куркак	0,38	0,38	0,30	0,69	зреющая	неустойчивая
3РБ	Кузгунташ	0,11	0,11	0,46	0,91	зрелая	неустойчивая
4РБ	Ирендык	0,06	0,06	0,48	0,92	зрелая	неустойчивая
5РБ	Аушкуль	0,04	0,04	0,47	0,95	зрелая	неустойчивая
6РБ	Бухсангай	0,06	0,06	0,48	0,92	зрелая	неустойчивая
7РБ	Аян	0,09	0,09	0,42	0,89	зрелая	неустойчивая
8РБ	Тюлькюлитау	0	0	0,48	0,97	зрелая	неустойчивая
9РБ	Сукракские вишарники	0,10	0,10	0,44	0,92	зрелая	неустойчивая
	<b>Среднее значение</b>	<b>0,29</b>	<b>0,29</b>	<b>0,41</b>	<b>0,81</b>		

Из 14 исследованных ЦП *A. lilifolia* по критерию «дельта-омега» большинство являются зрелыми (10), кроме того выявлены 1 переходная и 3 зреющие. Зреющие популяции также характерны для горной части РБ и отрогов (увалов) Бугульмино-Белебеевской возвышенности на территории СО, а в степной и лесостепной зоне РБ и в Предволжье и Низменном Заволжье СО популяции вида зрелые, с доминированием средневозрастных и старовозрастных растений.

Анализ демографических параметров показал, что все исследованные ЦП бубенчика лилиелистного являются неустойчивыми, что важно при оценке современного состояния как самих ЦП, так и фитоценозов с их участием и общего состояния природных комплексов на территории СО и РБ. Без сомнения, данный аспект исследований важен при мониторинге ООПТ и выявлении видов-индикаторов при возрастании антропогенной нагрузки на местообитания редких представителей локальных флор.

#### Заключение

Таким образом, на особо охраняемых территориях различного ранга на территории Самарской области и Республики Башкортостан, расположенных в лесостепной и степной зонах Средней Волги и Зауралья и в горной зоне Южного Урала, исследованы 14 ценопопуляций бубенчика лилиелистного (*Adenophora lilifolia* (L.) A. DC.). Показано, что плотность популяций в большинстве местообитаний вида невысокая – от 0,8 до 4,2 растений на 1 м<sup>2</sup>. Усредненный (базовый) онтогенетический спектр

ценопопуляций *A. lilifolia* является центрированным, максимум которого приходится на особи средневозрастного генеративного состояния; в нем представлены растения всех онтогенетических состояний, за исключением постгенеративного. Однако в РБ онтогенетические спектры ЦП ближе к усредненному (базовому), а в СО отличаются от него в значительной степени, что характерно для видовых популяций в центре и на краю ареала. Онтогенетическая структура конкретных ЦП *A. lilifolia* характеризуется двумя типами спектра – левомодальным и центрированным, в различной степени отличающихся от усредненного варианта. Из 14 ЦП изученного вида – 10 зрелых, 3 зреющих и 1 переходная. Наиболее благоприятные условия для произрастания вида формируются в центральной части горной зоны и на восточном макросклоне Южного Урала. В целом состояние популяций на Южном Урале достаточно благополучное, они стабильны. Все изученные ЦП на территории СО испытывают значимую антропогенную нагрузку, их численность невелика. Однако соотношение особей онтогенетических групп все же свидетельствует о неустойчивом типе ЦП, что в большей степени проявляется при антропогенном воздействии на местообитания бубенчика. Вызывает опасение малочисленность популяций в степной зоне двух регионов, где мест с подходящими эколого-фитоценотическими условиями для произрастания данного вида значительно меньше, а его возобновление снижено.

### Список литературы:

1. Андреева И.З. Онтогенез бубенчика лилие-листного (*Adenophora lilifolia* (L.) A. DC.) // Онтогенетический атлас растений. Т. 5. Йошкар-Ола, 2007. С. 110–114.
2. Андреева И.З. Эколого-биологическая характеристика, химический состав и интродукция *Adenophora lilifolia* (L.) DC. на Южном Урале: дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2008. 180 с.
3. Абрамова Л.М., Каримова О.А., Андреева И.З. Структура и состояние ценопопуляций *Althaea officinalis* (Malvaceae) на юге Предуралья (Республики Башкортостан) // Раст. ресурсы. 2010. № 4. С. 46–53.
4. Андреева И.З., Абрамова Л.М. Онтогенетическая и виталитетная структура ценопопуляций *Adenophora lilifolia* (L.) DC. на Южном Урале // Науч. ведомости Белгород. гос. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2011. Вып. 14/1. № 3 (98). С. 198–202.
5. Каримова О.А., Абрамова Л.М., Голованов Я.М. Характеристика ценопопуляций и особенности биологии редкого вида *Thermopsis schischkinii* (Fabaceae) на Южном Урале // Растительные ресурсы. 2012. № 4. С. 518–529.
6. Каримова О.А., Жигунов О.Ю., Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Характеристика ценопопуляций редких горно-скальных видов в Зауралье Республики Башкортостан // Вестник Томского гос. университета. Биология. 2013. № 2. С. 70–83.
7. Абрамова Л.М., Каримова О.А., Мустафина А.Н. Оценка состояния краевых популяций некоторых редких видов растений Южного Урала // Весті Національної академії наук України. Серія біологічних наук. 2014. № 4. С. 23–27.
8. Каримова О.А., Мустафина А.Н., Абрамова Л.М. Современное состояние и виталитетная структура природных популяций редкого вида *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. на Южном Урале // Вестник Томского гос. ун-та. 2015. № 3 (31). С. 27–39.
9. Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Каримова О.А., Мустафина А.Н. Сравнительный анализ структуры популяций *Hedysarum grandiflorum* (Fabaceae) в Самарской области и Республике Башкортостан // Растительные ресурсы. 2016. Т. 52, вып. 2. С. 225–239.
10. Каримова О.А., Мустафина А.Н., Абрамова Л.М. Современное состояние природных популяций редкого вида *Medicago cancellata* Bieb. в Республике Башкортостан // Вестник Томского гос. ун-та. Биология. 2016. № 3 (35). С. 43–59.
11. Андреева И.З., Абрамова Л.М. Состояние ценопопуляций *Adenophora lilifolia* (L.) DC. на ООПТ Республики Башкортостан // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26, № 4. С. 204–207.
12. Ильина В.Н., Матвеев В.И. Характеристика растительных сообществ с участием редких копеечников (*Hedysarum* L., Fabaceae) // Известия Самарского научного центра РАН. 2005. Т. 7, № 1. С. 199–205.
13. Ильина В.Н., Саксонов С.В. Некоторые итоги изучения ценопопуляций адонисов весеннего и волжского (*Adonis vernalis* L. и *A. wolgensis* Stev.) в бассейне Средней Волги // Бюлл. Главного ботанического сада. 2011. Вып. 196. С. 107–116.
14. Ильина В.Н., Дорогова Ю.А. О положении ценопопуляций копеечника Гмелина (*Hedysarum gmelinii* Ledeb.) в экологическом пространстве (в условиях бассейна Средней Волги) // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14, № 1 (7). С. 1745–1749.
15. Родионова Г.Н., Ильина В.Н. Популяционные стратегии жизни избранных полукустарничков сем. Бобовые (Fabaceae) в условиях антропогенного пресса // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15, № 3 (2). С. 776–778.
16. Ильина В.Н. Демографическая структура ценопопуляций *Oxytropis spicata* (Pall.) O. et B. Fedtsch. (Fabaceae) // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17, № 4 (1). С. 98–104.
17. Ильина В.Н. Онтогенетическая структура популяций *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch (Polygonaceae) вблизи северной границы ареала (Самарская область) // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2017. Т. 27, № 3. С. 271–277.
18. Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Мустафина А.Н., Каримова О.А. Особенности организации популяций редкого вида *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. (Dipsacaceae) в Заволжье и Предуралье // Поволжский экологический журнал. 2018. № 1. С. 3–15. DOI: 10.18500/1684-7318-2018-1-3-15.
19. Бирюкова Е.Г., Богданова Я.А., Буркова Т.Н., Васюков В.М., Головлёв А.А., Ильина В.Н. и др. Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений и грибов / под ред. С.А. Сенатора, С.В. Саксонова (Издание 2-е, перераб. и доп.). Самара, 2017. 384 с.
20. Красная книга Саратовской области. Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Изд-во Торгово-пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.
21. Красная книга Башкирской АССР. Уфа, 1984. 200 с.
22. Кучеров Е.В., Мулдашев А.А., Галеева А.Х. Охрана редких видов растений на Южном Урале. М.: Наука, 1987. 203 с.
23. Кучеров Е.В., Мулдашев А.А., Галеева А.Х. Красная книга Республики Башкортостан. Т. 1. Редкие и исчезающие виды высших сосудистых растений. Уфа: Китап. 2001. 280 с.
24. Красная книга Республики Башкортостан. В 2-х т. Т. 1. Растения и грибы / кол. авт., под ред. д.б.н., проф. Б.М. Миркина. 2-е изд., доп. и переработ. Уфа: МедиаПринт, 2011. 384 с.
25. Шулькина Т.В. Архитектурные модели в семействе Campanulaceae S. Str., их география и возможные пути преобразования // Бот. журн. 1988. Т. 73, № 1. С. 3–16.
26. Олонова М.В. Сем. Campanulaceae – Колокольчиковые // Флора Сибири, Т. 12 (Solanaceae – Lobeliaceae). Новосибирск: Наука, 1996. С. 156–164.
27. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. М.; Л. 1950. Вып. 6. С. 7–204.
28. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.
29. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / О.В. Смирнова, Л.Б. Заугольнова, И.М. Ермакова и др. М.: Наука, 1976. С. 14–43.
30. Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В. Возрастная структура ценопопуляций многолетних растений и ее динамика // Журн. общ. биол. 1978. Т. 39, № 6. С. 849–857.
31. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола: Ланар, 1995. 224 с.
32. Глотов Н.В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций Самарский научный вестник. 2018. Т. 7, № 3 (24)

в гетерогенной среде. Ч. 1. Йошкар-Ола, 1998. С. 146–149.

33. Животовский Л.А. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.

34. Жукова Л.А., Полянская Т.А. О некоторых подходах к прогнозированию перспектив развития ценопопуляций растений // Вестник ТвГУ. Серия Биология и экология. 2013. № 32 (31). С. 160–171.

## FEATURES OF *ADENOPHORA LILIFOLIA* (L.) A. DC. CENOPOPULATIONS ORGANIZATION ON SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS OF THE MIDDLE VOLGA AND SOUTHERN URALS

© 2018

**Abramova Larisa Mihailovna**, doctor of biological sciences, professor,  
head of Wild Growing Flora and Herbaceous Plants Introduction Laboratory  
**Andreeva Irina Zakievna**, candidate of biological sciences, junior researcher  
of Wild Growing Flora and Herbaceous Plants Introduction Laboratory

*South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences  
(Ufa, Russian Federation)*

**Irina Valentina Nikolaevna**, candidate of biological sciences,  
associate professor of Chair of Biology, Ecology and Methods of Teaching  
*Samara State University of Social Sciences and Education (Samara, Russian Federation)*

**Abstract.** The study of rare plants at the level of cenopopulations throughout the range greatly contributes to the identification of their biology and ecology features. We identified features of the age and spatial structure of *Adenophora lilifolia* (L.) A. DC. cenopopulations in the ecological conditions of the steppe and forest-steppe zones of the Middle Volga (Samara Region) and the Southern Urals (Republic of Bashkortostan), as well as the mountainous zone of the Southern Urals. *Adenophora lilifolia* is included in the Red Book of the Samara Region in category 3 – a rare species. The study of *A. lilifolia* populations was carried out in different years on the territory of specially protected territories of different rank. We used standard techniques for determining cenopopulations structure. The studied cenopopulations are located on the fringes of oak-lime, birch, less often maple-linden or aspen forests, sparse forests or forest potholes. The total density of individuals varies from 0,8 to 4,2 specimens / m<sup>2</sup>. The mean values of the generative fraction in the populations are 81,1%, the prevalent fraction is 19,3%. The basic ontogenetic spectrum of *A. lilifolia* is characterized as centered. Although the share of generative individuals in all cenopopulations is high, the distribution by ontogenetic groups in the two regions differs. The average values of demographic indices indicate a fairly high stability of the species populations. Of the 14 investigated cenopopulations of *A. lilifolia*, according to the «delta-omega» criterion, most are mature; in addition, transitional and maturing are identified. In general, the state of the populations in the Southern Urals is fairly prosperous. All studied populations in the Samara Region have a high anthropogenic load, and the number of individuals in specific habitats is low.

**Keywords:** *Adenophora lilifolia*; specially protected natural area; reserve; nature monument; Samara Region; Republic of Bashkortostan; age structure; cenopopulation; rare view; Red Book; Middle Volga Region; Southern Urals.

УДК 574.21

Статья поступила в редакцию 07.06.2018

## СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ШЕРСТИ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ Г. ЧЕРЕПОВЦА

© 2018

**Бачина Екатерина Сергеевна**, студент факультета биологии и здоровья человека

**Румянцев Ольга Юрьевна**, младший научный сотрудник  
эколого-аналитической лаборатории кафедры биологии

**Иванова Елена Сергеевна**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник,  
руководитель эколого-аналитической лаборатории кафедры биологии

*Череповецкий государственный университет (г. Череповец, Вологодская область, Российская Федерация)*

**Комов Виктор Трофимович**, доктор биологических наук, профессор, заместитель директора  
по научной работе; старший научный сотрудник эколого-аналитической лаборатории кафедры биологии  
*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН*

*(п. Борок, Некоузский район, Ярославская область, Российская Федерация);*

*Череповецкий государственный университет (г. Череповец, Вологодская область, Российская Федерация)*

**Гусева Марина Андреевна**, биолог

*Вологодская областная клиническая больница № 2*

*(г. Череповец, Вологодская область, Российская Федерация)*

**Поддубная Надежда Яковлевна**, кандидат биологических наук,

ведущий научный сотрудник эколого-аналитической лаборатории кафедры биологии

*Череповецкий государственный университет (г. Череповец, Вологодская область, Российская Федерация)*

**Аннотация.** Ртуть (Hg) и ее соединения рассматриваются в качестве одной из десяти основных опасных групп химических веществ. Было определено содержание ртути в шерсти 136 кошек и 113 собак на территории Вологодской области в г. Череповец. Общую концентрацию ртути в образцах шерсти измеряли на ртут-

Самарский научный вестник. 2018. Т. 7, № 3 (24)