

УДК [582.685.2:581.5](470.57)

**К БИОЛОГИИ РЕДКОГО ВИДА
АЛТЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО (*ALTHAEA OFFICINALIS* L.)
В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

О. А. Каримова, Л. М. Абрамова

*Ботанический сад-институт УНЦ РАН
Россия, 450080, Уфа, Менделеева, 195, корп. 3
E-mail: Karimova07@yandex.ru*

Поступила в редакцию 02.03.09 г.

К биологии редкого вида алтея лекарственного (*Althaea officinalis* L.) в антропогенно нарушенных местообитаниях Республики Башкортостан. – Каримова О. А., Абрамова Л. М. – Изучены демографические характеристики, морфометрические параметры и семенная продуктивность *Althaea officinalis* L. в двух нарушенных природных ценопопуляциях. *Althaea officinalis* имеет два типа возрастных спектров: левосторонний одновершинный и центрированный. Проведено интродукционное испытание, показавшее успешность введения вида в культуру. Выполнен биохимический анализ сырья *Althaea officinalis*.

Ключевые слова: *Althaea officinalis*, ценопопуляции, возрастная структура, морфометрические параметры, семенная продуктивность, биохимический состав.

On the biology of *Althaea officinalis* L., a rare species in anthropogenically disturbed habitats of Bashkortostan Republic. – Karimova O. A. and Abramova L. M. – The demographic characteristics, morphometric parameters and seed productivity of *Althaea officinalis* L. in two disturbed natural coenopopulations were studied. *Althaea officinalis* has two types of its age spectra, namely, the left-side, single-top and centered ones. An introduction test has shown the success of introduction of the species into culture. Biochemical analysis of *Althaea officinalis* raw materials was carried out.

Key words: *Althaea officinalis*, coenopopulations, age spectra, morphometric structure, seed productivity, biochemical composition.

ВВЕДЕНИЕ

Ценопопуляции (ЦП) лекарственных растений, заготовка которых в настоящее время ведется бесконтрольно, являются наиболее уязвимыми к антропогенному прессу. Оценка их состояния с использованием популяционно-онтогенетического метода находит применение при решении задач рационального использования и восстановления естественных сообществ (Заугольнова и др., 1988; Жукова, Шестакова, 1997). Изучение сырьевой базы дикорастущих лекарственных растений актуально и для Республики Башкортостан (РБ), где насчитывается более 200 видов растений официальной и народной медицины (Кучеров, 1990).

Не всегда возможен сбор лекарственного сырья в природе, так как многие из лекарственных растений являются редкими. К таким видам в Башкортостане относятся, в частности, алтей лекарственный (*Althaea officinalis* L.), количество и численность популяций которого в естественных местообитаниях ограничены, а сбор лекарственного сырья невозможен, так как вид имеет статус охраняемого редкого

вида (Красная книга... , 2001). Для алтея лекарственного необходима интродукция (введение в культуру), поскольку данный вид, обладающий ценными качествами как пищевое, декоративное, лекарственное растение, не имеет существенных запасов на территории республики. Комплексное изучение состояния дикорастущих популяций вида и возможности введения его в культуру позволят увеличить выход лекарственного сырья растительного происхождения.

Целью работы являлось изучение биологических особенностей *Althaea officinalis* в нарушенных природных ценопопуляциях и условиях культуры в Башкортостане, оценка перспективности вида в качестве пищевого, лекарственного и декоративного растения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для изучения биологических особенностей *A. officinalis* в нарушенных природных местообитаниях были выбраны 2 местообитания вида в Предуральской степной зоне РБ, подверженных антропогенному воздействию (ЦП Кипчак-Аскароро, ЦП Ашкадар). На двух пробных площадях в природных ЦП и в культуре (Ботанический сад-институт УНЦ РАН, г. Уфа) в 2007 – 2008 гг. на 25 модельных растениях изучены некоторые биометрические параметры растений, семенная продуктивность вида. Исследованы популяционные характеристики ЦП: возрастной состав, плотность. Анализировался биохимический состав корней и корневищ.

При выделении возрастных состояний использовали методические принципы и подходы, изложенные в работах Т. А. Работнова (1950), А. А. Уранова (1975), Л. А. Жуковой, Э. В. Шестаковой (1997), Т. И. Фоминой (2002). При определении возрастной структуры ЦП, согласно стандартным критериям, учитывались следующие возрастные состояния: проростки (*p*), ювенильные (*j*), имматурные (*im*), виргинильные (*v*), молодые генеративные (g_1), средние генеративные (g_2), старые генеративные (g_3). Индекс возрастности определялся по методике А. А. Уранова (1975).

Онтогенетическую структуру ЦП вида в разных эколого-фитоценологических условиях обитания изучали методом трансект (Заугольнова и др., 1988). Построение онтогенетических спектров проводили по общепринятой методике (Уранова, 1975; Смирнова и др., 1976; Заугольнова и др., 1988). Для детальной характеристики онтогенетической структуры ЦП применяли некоторые демографические показатели: I_n – индекс восстановления (Жукова, 1995), $I_{ст}$ – индекс старения (Глотов, 1998).

Оценку состояния ЦП проводили по классификации «дельта – омега» Л. А. Животовского (2001), основанной на совместном использовании индексов возрастности (Δ) (Уранов, 1975) и эффективности (ω) (Животовский, 2001).

Изучение биометрических параметров в природных условиях и культуре проводилось согласно методу В. Н. Голубева (1962) на 25 генеративных растениях каждой из ЦП.

Для сравнения морфометрических параметров растений из разных ЦП использовали однофакторный дисперсионный анализ. Обработка данных проводилась с помощью пакета анализа данных MS Excel 2003. Уровень факторизации для морфометрических параметров растений оценивался по Снедекору (Лакин, 1990).

Семенная продуктивность в природных и интродукционных ЦП изучалась по общепринятой методике (Работнов, 1960; Вайнагий 1973, 1974, 1985). Учитывали число репродуктивных побегов, число цветков и плодов на репродуктивный побег, в плодах подсчитывали число семян и семяпочек. При изучении семенной продуктивности определяли процент плодообразования (процент цветков, давших плоды), потенциальную семенную продуктивность (количество семяпочек на особь), реальную семенную продуктивность (количество семян на особь) и коэффициент семенной продуктивности.

Интродукционные исследования проводили по стандартным методикам (Бейдемман, 1974; Методика..., 1979; Шульц, 1981). Также были использованы методики, предложенные в проекте общесоюзной программы исследований по интродукции лекарственных растений (Сацыперова и др., 1990). Введение в культуру осуществлялось семенным и вегетативным способом (Тихонова, 1985).

При статистическом анализе количественных показателей рассчитывали средние арифметические значения, среднеквадратичное отклонение σ , коэффициенты вариации (Зайцев, 1990; Лакин, 1990).

Статический анализ провели в MS EXCEL 97 при помощи пакета статистических программ Statistica 5.0 с использованием стандартных показателей (Зайцев, 1984, 1990; Доспехов, 1985).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Алтей лекарственный в Башкортостане встречается редко в поймах рек, преимущественно в степной зоне Предуралья. Чаще всего местообитания алтея подвержены в той или иной степени антропогенному воздействию. Для исследований нами отобраны ЦП алтея в поймах двух рек – р. Ашкадар (ЦП Ашкадар), являющейся притоком р. Белой, и р. Дема (ЦП Кипчак-Аскарово). Климатические характеристики для этих районов: среднегодовое количество осадков – 580 мм, среднегодовая температура воздуха $+2.6^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум $+37^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум -42°C . Средний многолетний максимум ($+16.5 - +19.5^{\circ}\text{C}$) отмечается в июле, минимум – в январе ($-14 - 17^{\circ}\text{C}$). Безморозный период длится 80 – 100 дней. Гидротермический коэффициент составляет 1.2 – 1.4. Почва – серая лесная.

Местообитание ЦП Ашкадар представляет собой небольшую заболоченную низину в центральной пойме реки, заросшую осоковым сообществом. По краю низины полосой шириной 1 – 3 м растет исследуемый вид. Пойма затопляется тальми водами и подвержена выпасу скота. Доминируют в сообществе *Carex riparia* Curt. и *C. acutiformis* Ehrh., типичными спутниками алтея являются *Eryngium planum* L., *Lycopus europaeus* L., *Artemisia abrotanum* L., *Inula helenium* L., *Scirpus sylvaticus* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Ranunculus repens* L., *Lythrum virgatum* L. и др. Нарушенность сообщества отражает присутствие сорных растений, таких как *Artemisia vulgaris* L., *Sonchus arvensis* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Urtica dioica* L. и др.

Местообитания ЦП Кипчак-Аскарово – также заболоченная низина в центральной пойме р. Дема, но гораздо большей площади и расположенная достаточно далеко от русла реки. По краю низины проходит насыпная грунтовая дорога, в результате строительства которой произошло нарушение местообитания алтея, выпас отсутствует. В сообществе доминирует *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex

Steud., содоминантом выступает *Festuca arundinacea* Schreb. В сообществе обычны *Lycopus europaeus* L., *Euphorbia virgata* Waldst. & Kit., *Carum carvi* L., *Thalictrum simplex* L., *Carex caespitosa* L., *Stachys palustris* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Agrostis stolonifera* L. и др. В составе сообщества довольно много сорных видов: *Sonchus arvensis* L., *Melilotus albus* Medik., *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Urtica dioica* L., *Pastinaca sylvestris* Mill., *Agrimonia asiatica* Juz. и др.

Для характеристики ЦП *Althaea officinalis* была изучена демографическая структура и проведено сравнение растений природных и культивируемой ЦП.

Онтогенетическая структура представляет собой один из существенных признаков популяции; эта сторона структурной организации обеспечивает способность популяционной системы к самоподдержанию и определяет его устойчивость.

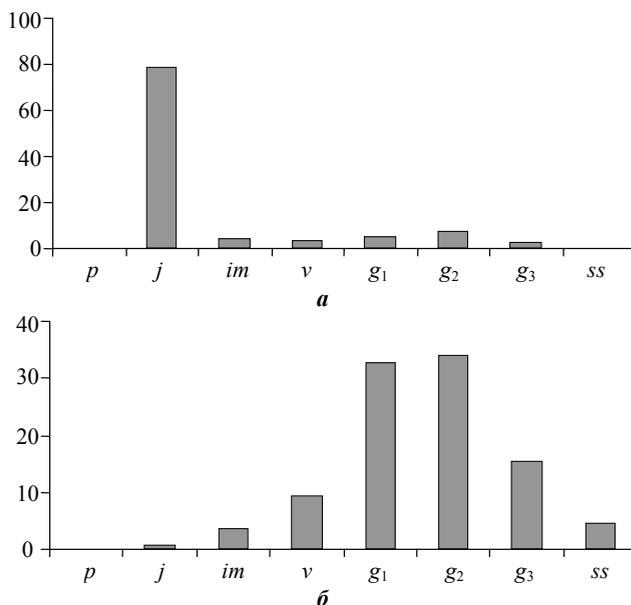
По классификации А.А. Уранова и О.В. Смирновой (Смирнова и др., 1976; Уранов, 1977) изученные нами ЦП *A. officinalis* относятся к неполночленным (рисунок). Обе ценопопуляции нормального типа. Онтогенетическая структура ЦП

A. officinalis имеет два типа спектра: левосторонний односторонний и центрированный. Левосторонний спектр формируется в ЦП Кипчак-Аскарково в условиях однократного, но сильного нарушения (строительство дороги) и высокой влажности почвы, позволяющей прорасти большому числу семян. Здесь абсолютный максимум приходится на ювенильные особи (78.5%).

Центрированный онтогенетический спектр формируется в условиях постоянных, но умеренных нарушений (выпас скота) в ЦП Ашкадар. Здесь абсолютный макси-

мум приходится на средневозрастные генеративные особи (32.8 и 34.1%). Очень незначительно представлены молодые особи. Вероятно, это связано с переменным водным режимом – с затоплением весной и пересыханием небольшой низины к концу лета, а также выпасом скота, что в целом приводит к элиминации ювенильных и иматурных особей.

Отсутствие в спектрах ценопопуляций сенильных и субсенильных (в ЦП Кипчак-Аскарково) особей связано с сокращением онтогенеза за счет отмирания



Онтогенетический спектр *Althaea officinalis* в ЦП Кипчак-Аскарково (а) и ЦП Ашкадар (б)

растений в старом генеративном состоянии, особи проходят полный онтогенез только в благоприятных условиях: при хорошем питании и высокой влажности почвы и при отсутствии антропогенных нарушений.

В табл. 1 приведена оценка состояния исследованных ЦП по классификации «дельта – омега».

Таблица 1
Некоторые демографические показатели
ценопопуляций *Althaea officinalis*

Показатели	Ценопопуляции	
	Кипчак-Аскароро	Ашкадар
Плотность, экз./м ²	19.5	4.7
Δ	0.09	0.42
ω	0.20	0.76
Тип ЦП	молодая	переходная
I_b	6.01	0.16
$I_{ст}$	9.18	0.25

Примечание. I_b – индекс восстановления, $I_{ст}$ – индекс старения.

пересыхание низины во второй половине лета и постоянный выпас скота приводят к отмиранию особей на ранних этапах развития. Этой причиной обусловлена невысокая плотность данной ценопопуляции (4.7 экз./м²).

Проведено также сравнение индексов восстановления (I_b) и старения ($I_{ст}$), отражающих динамические процессы ценопопуляций. В результате интенсивного пополнения молодыми особями ЦП Кипчак-Аскароро имеет высокий показатель индекса восстановления (6.01), что позволяет говорить о хорошем пополнении ценопопуляции молодыми особями. В ЦП Ашкадар пополнение молодыми особями значительно ниже (индекс восстановления 0.16). Индекс старения в ЦП Кипчак-Аскароро очень высокий (9.18), что связано с уже отмеченным отсутствием в ценопопуляции субсенильных и сенильных особей. Индекс старения в ЦП Ашкадар – 0.25, что говорит о большом наличии немолодых особей.

Таким образом, различные антропогенные нарушения обусловили разницу демографических показателей изученных ценопопуляций.

Для оценки влияния условий местообитаний на параметры растений в двух природных ЦП и в культуре был проведен однофакторный дисперсионный анализ. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Оценка влияния условий местообитания на биометрические параметры *Althaea officinalis*

Параметры	Сила влияния фактора	Средние значения по грациям фактора		
		Ботанический сад	ЦП Кипчак-Аскароро	ЦП Ашкадар
1	2	3	4	5
Длина стебля, см	27.60*	163.3±5.41	134.2±3.65	129.0±3.54
Толщина стебля, см	12.41*	0.8±0.01	0.7±0.01	0.7±0.01
Число генеративных побегов, шт.	14.37*	13.6±1.94	7.8±0.61	7.8±0.82
Число листьев, шт.	4.47*	40.6±2.74	31.7±1.95	37.8±2.82
Длина листа, см	34.17*	14.8±0.32	13.3±0.52	11.0±0.31

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Ширина листа, см	5.92*	10.2±0.23	9.9±0.41	9.0±0.23
Длина соцветия, см	28.41*	88.6±4.31	60.8±3.34	65.1±2.51
Ширина соцветия, см	2.04**	11.9±1.54	9.8±0.82	9.8±0.82
Число плодов на 1 побег, шт.	1.24**	120.8±10.73	121.9±11.21	143.1±6.74
Вес надземной массы, мг	0.18**	–	110.0±19.11	131.4±42.21
Вес подземной массы, мг	0.06**	–	127.2±18.52	125.0±27.41
Сухой вес корней, мг	0.22**	–	63.6±13.61	66.4±8.91

* При уровне значимости $p < 0.05$ влияние статистически значимо; ** – влияние фактора недостоверно при $F < F_{кр} = 3.12$.

В результате анализа отмечено статистически значимое влияние фактора на большинство изучаемых признаков. Уровень факторизации составляет от 5.9 до 34.2%. Изучаемый фактор в наибольшей степени оказывает влияние на длину листа, длину соцветия, длину стебля.

Максимальные значения большого числа признаков отмечены в культуре, что свидетельствует о хорошей интродукционной способности вида и возможности сохранения его в культуре. Только число плодов на 1 побег в природной ЦП Ашкадар выше, чем в ботаническом саду.

Нами изучена семенная продуктивность алтея лекарственного в условиях ботанического сада и в природе. Результаты оценки семенной продуктивности представлены в табл. 3.

Таблица 3

Семенная продуктивность *Althaea officinalis* в культуре и природе

Параметры	Ценопопуляции					
	Ботанический сад		Кипчак-Аскарново		Ашкадар	
	<i>M</i>	<i>C_v</i> , %	<i>M</i>	<i>C_v</i> , %	<i>M</i>	<i>C_v</i> , %
Число плодов на 1 побег, шт.	120.8±10.73	44.4	121.9±11.21	45.2	143.1±6.74	23.4
Потенциальная семенная продуктивность в плоде, шт.	20.9±0.32	6.4	18.1±0.21	6.7	18.1±0.22	5.4
Реальная семенная продуктивность в плоде, шт.	14.9±0.62	18.4	15.5±0.31	10.8	14.6±0.43	13.2
Коэффициент продуктивности	71.3	–	85.6	–	80.6	–

Сравнение данных, полученных в природе и интродукции, показало, что количество плодов в соцветии больше в ЦП Ашкадар, суммарная продуктивность в пересчете на 1 растение в культуре выше, чем в природе, так как число генеративных побегов в культуре в среднем выше на 42.6%. Реальная и потенциальная семенная продуктивность культивируемых и дикорастущих растений примерно одинаковы. Коэффициент продуктивности (КП) семян довольно высокий как у культивируемых, так и у дикорастущих растений, но в природных ценопопуляциях КП немного выше, чем в ботаническом саду (85.6, 80.6 и 71.3% соответственно). Это связано с тем, что в условиях культуры наблюдается повреждаемость плодов вредителями.

Можно видеть также, что повышенным уровнем изменчивости характеризуется параметр «число плодов на 1 побег» (от 23.4 до 45.2%); низким – «потенциальная семенная продуктивность» (от 5.4 до 6.7%).

Сезонный ритм алтея наблюдали в условиях интродукции. *A. officinalis* является длительновегетирующим весенне-летне-осеннезеленым растением, с периодом зимнего покоя, весенним сроком пробуждения и долгоцветущим видом со среднелетним периодом цветения. Длительность вегетационного периода 5.5 – 6 месяцев. Вегетация начинается в третьей декаде мая и длится до конца сентября (в среднем за годы наблюдения 139 дней). Начало бутонизации отмечено в третьей декаде июня. Фаза цветения наступает в начале июля и длится 34 дня. Начало созревания семян происходит в конце июля, в среднем длится 27 дней.

Нами проведено изучение химического состава подземных органов *A. officinalis* для выделения наиболее перспективных ЦП для введения в культуру. В 2007 г. проведены биохимические исследования подземных органов средневозрастных растений *A. officinalis* природной ЦП Кипчак-Аскароро, в 2008 г. изучен химический состав в двух природных ЦП Кипчак-Аскароро, Ашкадар. Определялось содержание метаболитов, макро- и микроэлементов. Результаты исследований представлены в табл. 4.

Таблица 4

Биохимическая характеристика подземных органов *Althaea officinalis*

Содержание элементов и соединений	Ценопопуляции		
	Ашкадар, 2008 г.	Кипчак-Аскароро	
		2007 г.	2008 г.
Сухое вещество, %	86.1±0.21	90.3±0.42	84.6±0.25
Протеин, %	6.6±0.22	6.8±0.41	7.0±0.5
Клетчатка, %	5.3±0.52	7.5±0.25	6.0±0.2
Зольный элемент, %	1.8±0.14	2.2±0.13	2.1±0.12
Жир, %	2.8±0.25	2.2±0.34	3.5±0.24
Сахара, г/кг	5.3±0.63	6.4±0.62	7.0±0.32
Крахмал, %	64.2±0.95	55.5±1.14	67.1±0.92
Ca, %	0.1±0.01	0.2±0.01	0.1±0.01
P, %	0.5±0.01	0.5±0.01	0.5±0.01
K, %	0.6±0.01	0.8±0.01	0.7±0.01
Na, %	0.1±0.01	0.1±0.01	0.1±0.01
Zn, мг/кг	7.8±0.82	6.3±0.84	6.1±0.61
Fe, мг/кг	1502.6±37.24	955.0±52.94	1522.7±46.94
Cu, мг/кг	6.7±0.11	6.7±0.24	6.3±0.12
Mn, мг/кг	19.2±2.71	63.1±5.12	32.7±4.13
J, мг/кг	0.1±0.01	0.2±0.01	0.1±0.01

Изучение химического состава подземных органов по природным ЦП Кипчак-Аскароро, Ашкадар показало, что по большинству биохимических показателей они дают довольно близкие значения. Содержание железа и марганца в ЦП Ашкадар меньше, чем в ЦП Кипчак-Аскароро. Из углеводов в ЦП Ашкадар меньше содержится сахаров и крахмала, клетчатки.

Сравнение содержания химических элементов и соединений в ЦП Кипчак-Аскароро по годам показало, что их количество зависит от погодных условий года

К БИОЛОГИИ РЕДКОГО ВИДА АЛТЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО

исследования. Содержание железа в 2008 г. значительно превысило аналогичные данные 2007 г. (железо 1522.7 и 955 мг/кг соответственно). Содержание марганца, напротив, в 2007 г. было больше в два раза, чем в 2008 г. (63.1 и 32.7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ возрастных спектров нарушенных природных ценопопуляций *A. officinalis* показал, что все они неполноценные. Ценопопуляции *A. officinalis* имеют два типа спектра: левосторонний одновершинный и центрированный. Для большинства биометрических параметров наиболее велика доля вариации, обусловленная влиянием условий местообитания конкретной ценопопуляции. В целом по изученным параметрам влияние выделенных факторов является статистически значимым. Интродукционные исследования показали, что *A. officinalis* в культуре проходит полный цикл сезонного развития и по степени развития превосходит растения природных местообитаний. Корни *A. officinalis* содержат богатый набор ценных химических соединений, таких как, протеин, сахара, макро- и микроэлементы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 156 с.
- Вайнагий И. В. Методика статистической обработки материала по семенной продуктивности растений на примере *Potentilla aurea* L. // Раст. ресурсы. 1973. Т. 9, вып. 2. С. 287 – 296.
- Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности // Бот. журн. 1974. Т. 59, № 6. С. 826 – 830.
- Вайнагий И. В. Продуктивность цветков и семян *Arnica montana* L. в Украинских Карпатах // Раст. ресурсы. 1985. Т. 21, вып. 3. С. 266 – 277.
- Глотов Н. В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций в гетерогенной среде. Йошкар-Ола : Изд-во Марийского гос. ун-та, 1998. Ч. 1. С. 146 – 149.
- Голубев В. Н. Основы биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи // Тр. Центрально-черноземного заповедника им. В. В. Алехина. Воронеж, 1962. Вып. 7. 602 с.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агрпромиздат, 1985. 351 с.
- Животовский Л. А. Онтогенетическое состояние, эффективная плотность и классификация популяций // Экология. 2001. №1. С. 3 – 7.
- Жукова Л. А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола : Ланар, 1995. 224 с.
- Жукова Л. А., Шестакова Э. В. Введение // Онтогенетический атлас лекарственных растений. Йошкар-Ола : Изд-во Марийского гос. ун-та, 1997. С. 3 – 20.
- Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1984. 424 с.
- Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной биологии. М. : Наука, 1990. 296 с.
- Заугольнова Л. Б., Жукова Л. А., Комаров А. С., Смирнова О. В. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М. : Наука, 1988. 184 с.
- Красная книга Республики Башкортостан / под ред. Е. В. Кучеров, А. А. Мулдашев, А. Х. Галеева. Уфа : Гилем, 2001. 280 с.

Кучеров Е. В. Дикорастущие пищевые растения и их использование. Уфа : РИО Госкомиздата БССР, 1990. С. 141 – 142.

Лакин Г. Ф. Биометрия. М. : Высш. шк., 1990. 352 с.

Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Бюл. ГБС АН СССР. 1979. Вып. 113. С. 3 – 8.

Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. 1950. Вып. 6. С. 7 – 204.

Работнов Т. А. Методы изучения семенного размножения травянистых растений в сообществах // Полевая геоботаника : в 2 т. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1960. Т. 2. С. 20 – 40.

Сацыперова И. Ф. Проект общесоюзной программы исследований по интродукции лекарственных растений // Раст. ресурсы. 1990. Т. 26, вып. 4. С. 587 – 597.

Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б., Торопова Н. А., Фаликов Л. Д. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М. : Наука, 1976. С. 14 – 43.

Тихонова В. Л. Стратегия мобилизации и сохранения генофонда редких и исчезающих видов растений. Консервация генетических ресурсов. Пушино : ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1985. 34 с.

Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов // Науч. докл. высшей школы. Биол. науки. 1975. № 2. С. 7 – 34.

Фомина Т. И. Биология некоторых видов рода *Campanula* L. в условиях культуры : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2002. 16 с.

Шульц Г. Э. Общая фенология Л. : Наука. Леннингр. отд-ние, 1981. 188 с.