

Фёдорова С.В.

К.б.н., Казанский (Приволжский) федеральный университет

ВОСТОЧНОЕ ЗАКАМЬЕ:

ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *ASTER ALPINUS* L. (ASTERACEAE)

Охрана растений редко встречающихся на территории отдельно взятого региона решается на основе знаний о структуре и организации их популяционных систем в различных местообитаниях. *Aster alpinus* L. (*Asteraceae*) – растение с дизъюнктивным ареалом, на территории Восточного Закамья имеет статус «Vu-сохранение». Вид включен в Красную Книгу Республики Татарстан (РТ) [1, 334] и Красную Книгу Самарской области и находится под охраной с 2000 г. на территории «Государственный природный комплексный заказник «Степной» в Лениногорском районе РТ (координаты: 54°36'00" с.ш., 52°27'00" в.д.) [2, 266].

На двух участках в заказнике «Степной» летом в 2012-2013 гг. проведено исследование ценопопуляций *A. alpinus* методами популяционной экологии растений. В основу исследования положены принципы, выработанные автором данной статьи, в процессе многолетнего исследования различных популяционных систем растений из категории жизненных форм многолетние вегетативно-подвижные травы.

Ценопопуляция (ЦП) – это самоорганизованная саморазвивающаяся надорганизменная система вида в границах фитоценоза.

Решаемые задачи: 1. Описать эколого-ценотические условия местообитаний *A. alpinus* в заказнике «Степной»; 2. Провести сравнительный анализ трех ценопопуляций *A. alpinus* на южном, юго-восточном и юго-западном склонах горы Ташкала (285 м.н.у.м.) на участке заказника № 13 «Шугуровский склон»; 3. Провести сравнительный анализ двух ценопопуляций *A. alpinus* на южных склонах гор Ташкала и Атау Тау (323 м.н.у.м.) на участке заказника № 16 «Каркалинские горы».

Почва на склонах маломощный, деградированный чернозем, местами сильнокаменистая. Южные склоны сильно размыты водной эрозией. В средней части склонов видны материнские породы – пермские известняки, а в нижних частях красноцветные глины. Климат района исследования умеренно-континентальный с засушливым жарким летом и холодной зимой.

Объекты исследования четыре ценопопуляции *A. alpinus* (ЦП 1, ЦП 2 и ЦП 3 из разнотравно-ковыльных степных фитоценозов на склонах г. Ташкала и ЦП 4 из злаково-земляничного лугового фитоценоза на склоне г. Атау Тау): **ЦП 1.** Южный склон 30⁰. Состав фитоценоза: злаки *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Stípa pennata* L., *Stípa lessingiana* Trin. et Rupr., *Stípa capillata* L., *Elytrígia repens* (L.) Nevski, полынь *Artemisia salsoloides* Willd., разнотравье *Fragaria viridis* (Duch.) Weston, *Salvia verticillata* L., *Leucanthemum ircutianum* Turz. ex DC., *Scabiosa isetensis* L., *Viola hirta* L., *Taraxacum officinále* Web., *Cirsium arvense* (L.) Scop.; **ЦП 2.** Юго-восточный склон 30⁰. Состав фитоценоза: злаки *S. lessingiana*, *S. capillata*, *Poa angustifollia* L., разнотравье *Picris hieracioides* L., *F. viridis*, *C. arvense*; **ЦП 3.** Юго-западный склон 45⁰ (на осыпи покрытие травостоя не превышало 10-15%). Состав фитоценоза: злаки *B. inermis*, *S. pennata*, *S. capillata*, разнотравье *Onosma simplicissima* L., *V. hirta*, *C. arvense*, *T. officinale*; **ЦП 4.** Южный склон 30⁰. Состав фитоценоза: разнотравье *F. viridis*, *Globularia punctata* Lapeyr., *Anemone sylvestris* L., *Achillea millefolium* L., *Filipendula vulgaris* Moerch, *Inula germanica* L., злаки *S. pennata*, *S. lessingiana*, *Phleum phleoides* (L.) Karst., *P. angustifollia*, *E. repens*, папоротник *Asplenium ruta-muraria* L..

В ЦП 1, ЦП 2 и ЦП 3 куртины *A. alpinus* были размещены небольшими группами на свободных от дерновин участках (рис. 1), произрастали в средней части склонов в разнотравно-ковыльных фитоценозах несколько различных по флористическому составу, и имели разный режим освещенности-затенения. В составе ЦП 4 куртины *A. alpinus* сформировали

небольшой массив (рис.1) с максимальным покрытием 60 % и мелкие группы разной плотности в средней части слона.

Морфология, рост и размножение *A. alpinus*. Плоды семянки имеют приспособление в виде хохолка для распространения семян ветром и агентами (животные, человек) на дальние расстояния. Всхожесть семян сохраняется в течение года. Процесс прорастания семени активизирует работу верхушечной почки и способствует формированию розеточного побега с сидячими узколанцетными опушенными листьями, пазушными и придаточными почками. Придаточные почки на гипокотиле и стебле способствуют формированию контрактильных корней. Перед началом периода покоя листья высыхают, надземная часть побега втягивается в почву и претерпевает ряд метаморфозов в связи со сменой функции. Так начинается процесс формирования эпигеогенного корневища. После периода покоя работа верхушечной почки возобновляется и способствует формированию розеточного или же полурозеточного побега с удлиненными междуузлиями, более мелкими сидячими узколанцетными опушенными листьями и конечным соцветием (корзинка). Моноподиальное нарастание розеточного побега может продолжаться в течение нескольких лет, до тех пор, пока оно не закончится формированием полурозеточного побега. После обсеменения удлиненная часть стебля отмирает. В дальнейшем рост надземных побегов происходит за счет работы боковых почек на корневище. Каждая почка способна сформировать на первый год розеточный, в последующие годы полурозеточный побег. Таким образом формируется симподиальная система моноподиально-нарастающих побегов. Процесс нарастания корневища по эпигеогенному типу продолжается до окончания онтогенеза. Отмирание корневища происходит с нижнего конца по мере израсходования боковых и придаточных почек. На розеточном побеге количество листьев может быть 25 шт. и более, и столько же боковых почек. Рост организма может

продолжаться неопределенно долгий период, а корневище достигать длины 23 см и более.

Особенности роста *A. alpinus* способствуют формированию куртин, которые хорошо заметны на фото (рис.1). Куртина представляет собой одну или же несколько полицентрических систем с несколькими более или менее сближенными центрами надземного побегообразования (розеточные и полурозеточные побеги) и центрами почвенного питания. Физиологическое или механическое обособление центров друг от друга способствует вегетативному размножению растения и формированию партикул.

Методика популяционного анализа. Материалом служили партикулы *A. alpinus* с полурозеточными побегами и сближенными розеточными побегами, выбранные по принципу сплошного отбора на пробной площади 10x10 кв.м в местах с максимальным проективным покрытием вида. Процедура анализа включала ряд пунктов: 1. Определение плотности размещения партикул с полурозеточными побегами на пробной площади; 2. Структурирование ЦП по фенологическим группам (бутоизирующее, цветущие, плодоносящие) и сравнение фенологических спектров различных ЦП; 3. Оценка состояния партикулы из различных ЦП по морфометрическим показателям (длина полурозеточного побега, количество листьев, диаметр соцветия); 4. Оценка характера распределения партикул из различных ЦП по морфометрическим показателям; 5. Оценка корреляционной зависимости между различными морфометрическими показателями в различных ЦП; 6. Обработка данных на компьютере и вручную. Арсенал программ («Пакет анализа» в редакторе «Microsoft Excel»): «Описательная статистика» с доверительным уровнем 90 %; «Парный двухвыборочный F-тест для дисперсии» с доверительными уровнями 90; 95; 99; 99,9 %; «Мастер диаграмм» (тип диаграммы «Точечная» с подбором достоверного тренда). По формуле:

$\chi^2=4\sum(f_1^2/(f_1+f_2))-\sum f_1+\sum f_2$, где f_1 и f_2 – частоты сравниваемых распределений
расчитан критерий соответствия К. Пирсона [3, 138].

Результаты представлены в графическом виде (рис. 2-4) и в табличном виде (табл. 1, 2). Символам соответствуют: M – среднее, m_M – стандартная ошибка, Me – медиана, Mo – мода, σ – стандартное отклонение, $C_v, \%$ – коэффициент вариации, S^2 – дисперсия выборки, E_x – коэффициент эксцесса и As – коэффициент асимметрии ряда рапределения, Lim – интервал, min – минимум, max – максимум, $\sum x_i$ – сумма, n – объем выборки, Δ – доверительный интервал, R^2 – уровень достоверности тренда.

Заключение. 1. Плотность размещения партикул *A. alpinus* с полурозеточными побегами в разнотравно-ковыльном фитоценозе 12-15 июня 20013 г. составляет 50 шт./100 кв.м. Это в 2,5 раза ниже, чем в злаково-земляничном фитоценозе. Различия обусловлены пространственным размещением куртин: обособленные группы против массива.

2. Фенологический спектр в ценопопуляциях *A. alpinus* из разнотравно-ковыльных и злаково-земляничного фитоценозов 20 июня 2012 г. и 13-15 июня 2013 г. включает преобладающую группу (67-94 %) «цветущие» и менее представительную группу (6-27 %) «бутоизирующие». Группа «плодоносящие» не проявилась только в середине июня 2013 г. в разнотравно-ковыльном фитоценозе.

3. Фенологические спектры, характеризующие состояние ценопопуляций *A. alpinus* в разнотравно-ковыльных фитоценозах на южном и юго-восточном склонах г. Ташкала несущественно отличаются друг от друга, но существенно отличаются от такового на юго-западном склоне. Различие обусловлено более длительным периодом цветения-плодоношения *A. alpinus* на юго-западном склоне.

4. Фенологические спектры, характеризующие состояние ценопопуляций *A. alpinus* в разнотравно-ковыльном и злаково-земляничном

фитоценозах на южных склонах гор Ташкала и Атау Тау существенно отличаются друг от друга. Различия обусловлены более длительным периодом цветения-плодоношения *A. alpinus* в луговом фитоценозе.

5. Морфометрические показатели партикулы *A. alpinus* длина полурозеточного побега (9-23,1 см) и диаметр соцветия (1,1-3 см) варьируют на низком уровне и не имеют существенных различий в разнотравно-ковыльном и злаково-земляничном фитоценозах.

6. Партикулы *A. alpinus* по количеству листьев существенно отличаются в разнотравно-ковыльном (до 38 шт.) и злаково-земляничном (до 22 шт.) фитоценозах. Различие в некоторой степени обусловлено тем, что на склоне горы Атау Тау происходит несанкционированный выпас скота.

7. В разнотравно-ковыльном фитоценозе часто встречаются партикулы *A. alpinus* с количеством листьев 18-23 шт., с длиной полурозеточного побега 11,3-14,6 см и с соцветиями диаметром 1,5-2,1 см. Увеличение длины полурозеточного побега обуславливает полиномиальную тенденцию к увеличению диаметра соцветия. Зависимость длины полурозеточного побега и диаметра соцветия от количества листьев не проявляется.

8. В злаково-земляничном фитоценозе часто встречаются партикулы *A. alpinus* с количеством листьев 11-22 шт., с длиной полурозеточного побега 9,8-15,12 см и с соцветиями диаметром 1,46-1,62 и 2,16-2,54 см. Увеличение количества листьев обуславливает полиномиальную тенденцию к увеличению длины полурозеточного побега и диаметра соцветия. Увеличение длины полурозеточного побега обуславливает полиномиальную тенденцию к увеличению диаметра соцветия.

ИСТОЧНИКИ

1. Красная Книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). изд. 2-е. Казань: Идел-Пресс, 2006. 832 с.
2. Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан. изд. 2-е. Казань: Идел-Пресс, 2007. 408 с.

3. Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособ. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.



Рис. 1. *Aster alpinus* в различных ценопопуляциях в ГПКЗ «Степной». Республика Татарстан. Автор фото Салахова Л.А.

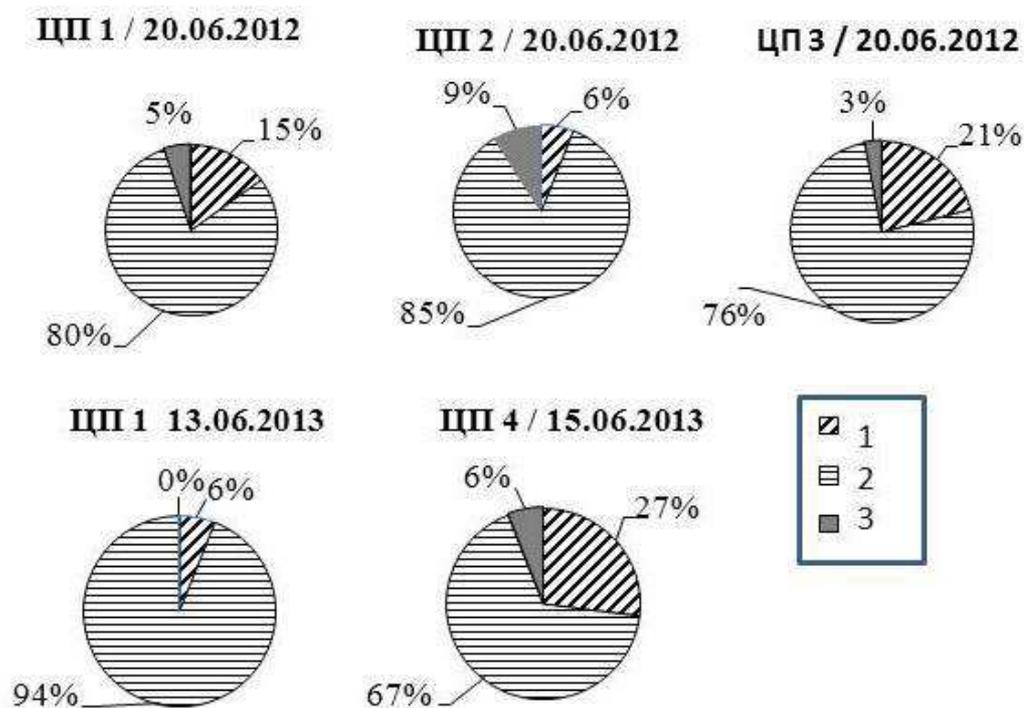


Рис. 2. Фенологические спектры в ценопопуляциях *Aster alpinus* в 2012-2013 гг.: 1 – «бутонизирующие»; 2 – «цветущие»; 3 – «плодоносящие»

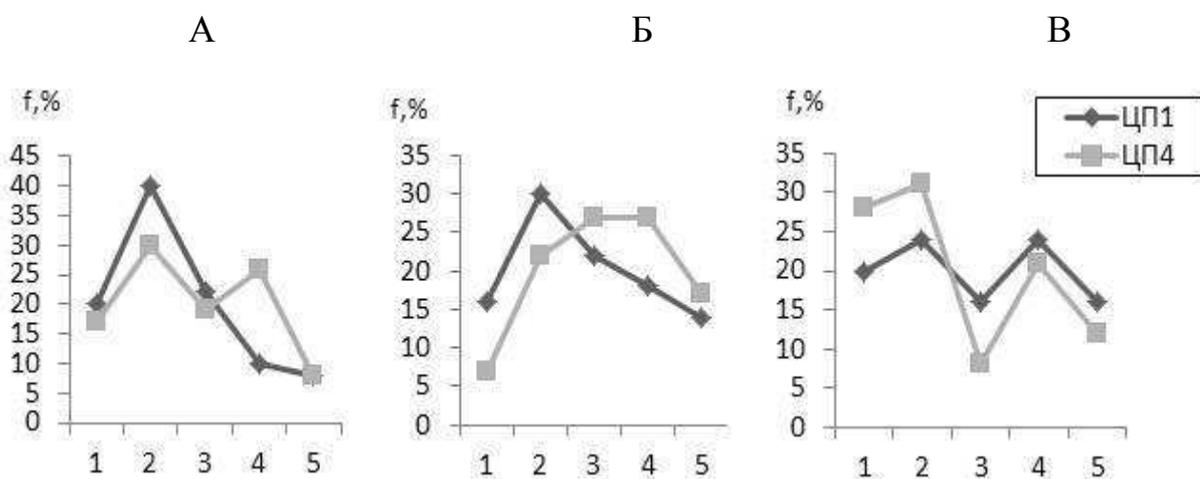


Рис. 3. Распределение партикул *Aster alpinus* по морфометрическим показателям в различных ценопопуляциях. Данные 13-15 июня 2013 г.: А – количество листьев; Б – длина полурозеточного побега; В – диаметр соцветия

Таблица 1. Критерий К. Пирсона для выявления сходства между фенологическими спектрами ценопопуляций *Aster alpinus* в 2012-2013 гг.

Сравниваемые ЦП и даты сбора данных				
ЦП 1 13.06.13 и ЦП 4 15.06.13	ЦП 1 и ЦП 2 20.06.12	ЦП 1 и ЦП 3 20.06.12	ЦП 2 и ЦП 3 20.06.12	ЦП 1 20.06.12 и 13.06.12
74,1****	4,84	25,5 ***	11,84 **	8,08*
Критические значения критерия на уровне значимости 90; 95; 99; 99,9 % $\chi^2 = 5,99; 9,21; 13,82; 18,47$				

Таблица 2. Морфометрические показатели партикулы в различных ценопопуляциях *Aster alpinus*. Критерии Р. Фишера и К. Пирсона для выявления различий в вариационных рядах и сходства в рядах распределения. Данные 13-15 июня 2013 г.

Параметр	Длина полурозеточного побега, см		Количество листьев, шт.		Диаметр соцветия, см	
	ЦП1	ЦП2	ЦП1	ЦП2	ЦП1	ЦП2
M	15,7	16,9	23,7	14,9	2,26	1,83
M _M	0,51	0,27	0,88	0,28	0,06	0,04
Me	15	16,9	23	15	2,2	1,7
Mo	12,8	15,3	23	14	1,8	1,5
σ	3,65	3,20	6,22	3,29	0,43	0,51
C _v , %	23	19	26	22	19	28
S ²	13,3	10,2	38,7	10,8	0,18	0,25
E _x	-0,79	-0,71	-0,46	-0,74	-1,18	-1,1
A _s	0,41	-0,09	0,33	0,06	0,12	0,40
Lim x _i	14	13,3	25	13	1,5	1,8
min	9	9,8	13	9	1,5	1,1
max	23	23,1	38	22	3	2,9
$\sum x_i$	778,8	2285	1188	2013	1133	248,2
n	50	135	50	135	50	135
Δ	0,87	0,45	1,47	0,47	0,10	0,07
F	1,30		3,56****		0,72	
χ^2	7,2		53,6****		4,8	
Критические значения критериев на уровне значимости 90; 95; 99; 99,9 % F = 1,33; 1,44; 1,68; 1,68 и $\chi^2 = 7,78$ 9,49; 13,28; 18,47						

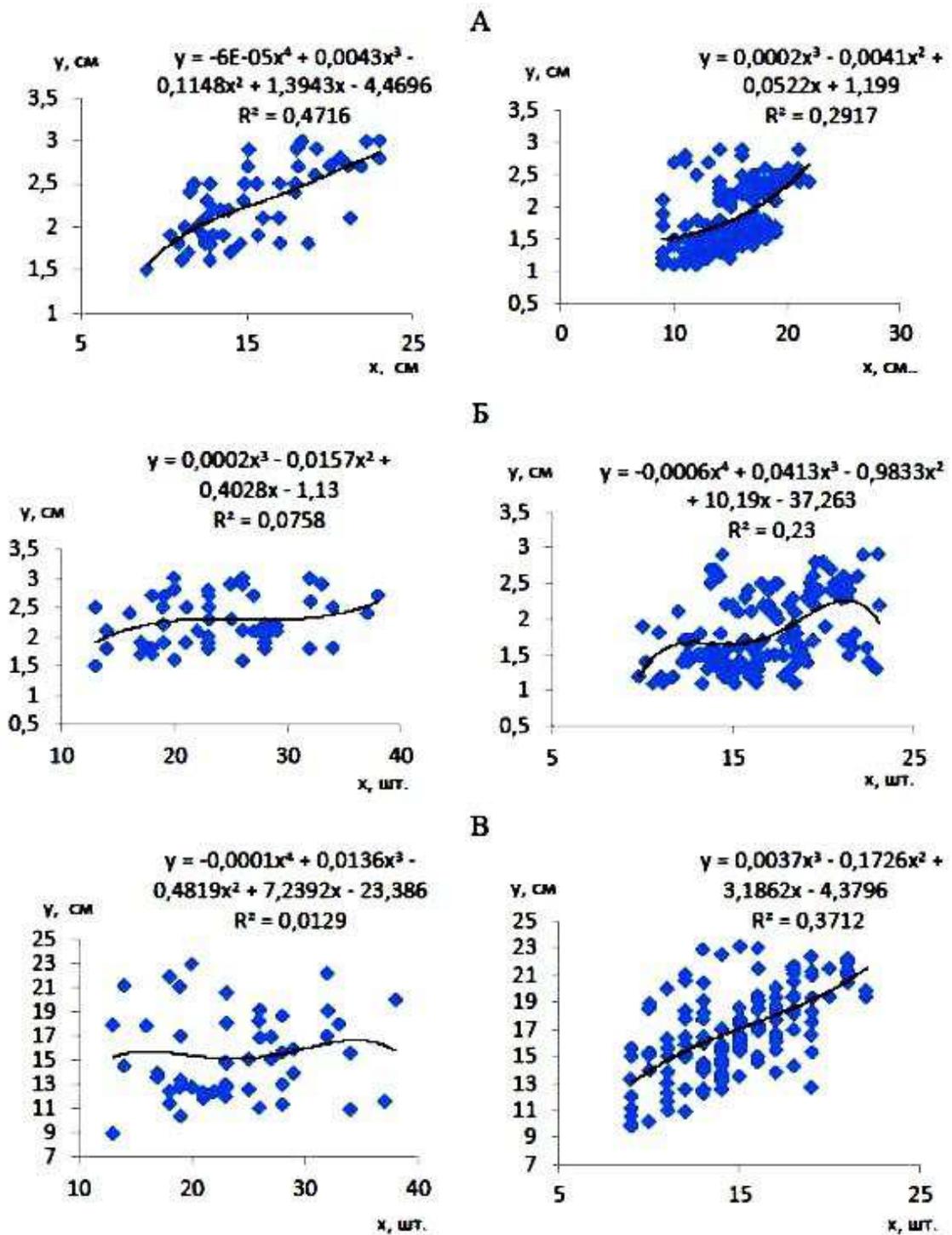


Рис. 4. Корреляционная зависимость между морфометрическими показателями в ценопопуляциях *Aster alpinus*: слева – ЦП 1, справа – ЦП 4. Данные 13-15 июня 2013 г.: А – длина полурозеточного побега (y) и количество листьев (x); Б – диаметр соцветия (y) и количество листьев (x); В – диаметр соцветия (y) и длина полурозеточного побега (x)