

## ПОПУЛЯЦИОННЫЕ РЕАКЦИИ *GALIUM ODORATUM* (L.) SCOP. (RUBIACEAE) НА СМЕНУ УСЛОВИЙ МЕСТООБИТАНИЯ

© 2012 С. В. Фёдорова

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Поступила 15.03.2012

В статье представлены результаты сравнительного морфоструктурного анализа пяти ценопопуляций *Galium odoratum* (L.) Scop. в подзоне хвойно-широколиственных лесов. Описаны изменения показателей по градиентам трёх экологических факторов среды. Это - ценотическое затенение, влажность почвы и богатство почвы доступными для растений формами азота. Проведена ординация местообитаний в системе экологических координат.

**Ключевые слова:** популяция, факторы, *Galium odoratum* (L.) Scop., Rubiaceae, экологические координаты, ординация, длиннокорневищное травянистое растение

Проблемы сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов решаются ботаниками на популяционном и фитоценотическом уровне организации жизни. Растительная популяция в моем понимании представляет собой самоорганизованную и саморазвивающуюся систему особой одного вида. Реагируя на изменение условий местообитания, популяции изменяют свою организацию для наиболее рационального использования пищевых ресурсов. Каковы эти реакции у *Galium odoratum* (L.) Scop. (Rubiaceae) - растения, которое, начиная с третичного периода, пережило множество сменяющих друг друга местообитаний? Получить ответ на этот вопрос - цель настоящего исследования. *G.odoratum* – гипогенно-длиннокор-невищное растение с симподиальным нарастанием. Имеет моно- и дициклические ортотропные ассимилирующие побеги высотой до 35 см с мутовками по 6-8 шт. ланцетных сидячих листьев. Цветки формируются в верхушечных полузонтиках, плоды односемянные ореховидные. Корневище представляет собой стolon – одно-двухлетний побег с чешуевидными листьями, в каждом узле которого может сформироваться ассимилирующий побег. Столоны имеют плагиотропный рост и располагаются в слое лесной подстилки или в поверхностном слое почвы. В подзоне хвойно-широколиственных лесов, куда входит район исследования (Республика Татарстан, Васильевское лесничество) для самоподдержания популяции одинаково важно семенное размножение и вегетативное, которое осуществляется по принципу неглубоко омоложенной партикуляции. Вегетативное размножение приводит к формированию диффузных клонов. Нарастание столонов, формирование придаточных корней и ассимилирующих побегов происходит на протяжении всего вегетационного сезона. Цветение наблюдается в мае, плодоношение в июне-июле [1].

Регулярный отбор контрольных особей (по 50 экз.) для морфоструктурного анализа проведён ле-

том 2001 г. в 5-ти ценопопуляциях (ЦП) на серой лесной почве. Особь - полицентрическая система со всей системой столонов и ассимилирующих побегов. Условия местообитаний оценены с помощью экологических координат [2], представленных в табл. 1. Характеристика местообитаний дана в табл. 2. Обработка данных проведена с помощью пакета анализа, заключённого в редакторе Microsoft Excel. Парный двух выборочный F-тест для дисперсий использован для выявления различий между вариационными рядами показателей в разных ЦП (таб. 3). Приём построения точечных диаграмм с подбора наиболее достоверных аппроксимаций с помощью функции «Мастер диаграмм» использован для выявления зависимости морфоструктурного показателя (y) от изменения фактора (x) (рис. 1). Прием построения лепестковой диаграммы использован для проведения ординацию местообитаний *G.odoratum* в трёхмерной системе экологических координат (рис. 2).

ЦП I в березово-пролесниково-снытевом (*Betula pendula* L. - *Aegopodium podagraria* L.+ *Mercurialis perennis* L.) фитоценозе с *Acer platanoides* L. и *Sorbus aucuparia* L. в подлеске имела большое покрытие (36 %). Единичные особи *G.odoratum* (6 % выборки) плодоносили с образованием 4-8 шт. плодов. Они были малоурожайными. Дефицит органов генеративного размножения компенсировался наиболее интенсивным ростом органов, обеспечивающих вегетативное размножение. ЦП II в липново-чистецово-разнотравном (*Tilia cordata* Mill. - mix herbs + *Stachys sylvatica* L.) фитоценозе с *Acer platanoides* и *Corylus avellana* L. в подлеске имела покрытие 16 %. Редкие особи (2 % выборки) *G.odoratum* плодоносили и были малоурожайными. Дефицит генеративных органов компенсировался более интенсивным развитием органов, обеспечивающих вегетативное размножение. Среднестатистические особи отличались большим количеством

узлов на столонах. ЦП III в липово-осоково-разнотравном с елью (*T.cordata* - mix herbs + *Carex pillosa*, *Picea fennica* (Regel) Kom.) фитоценозе



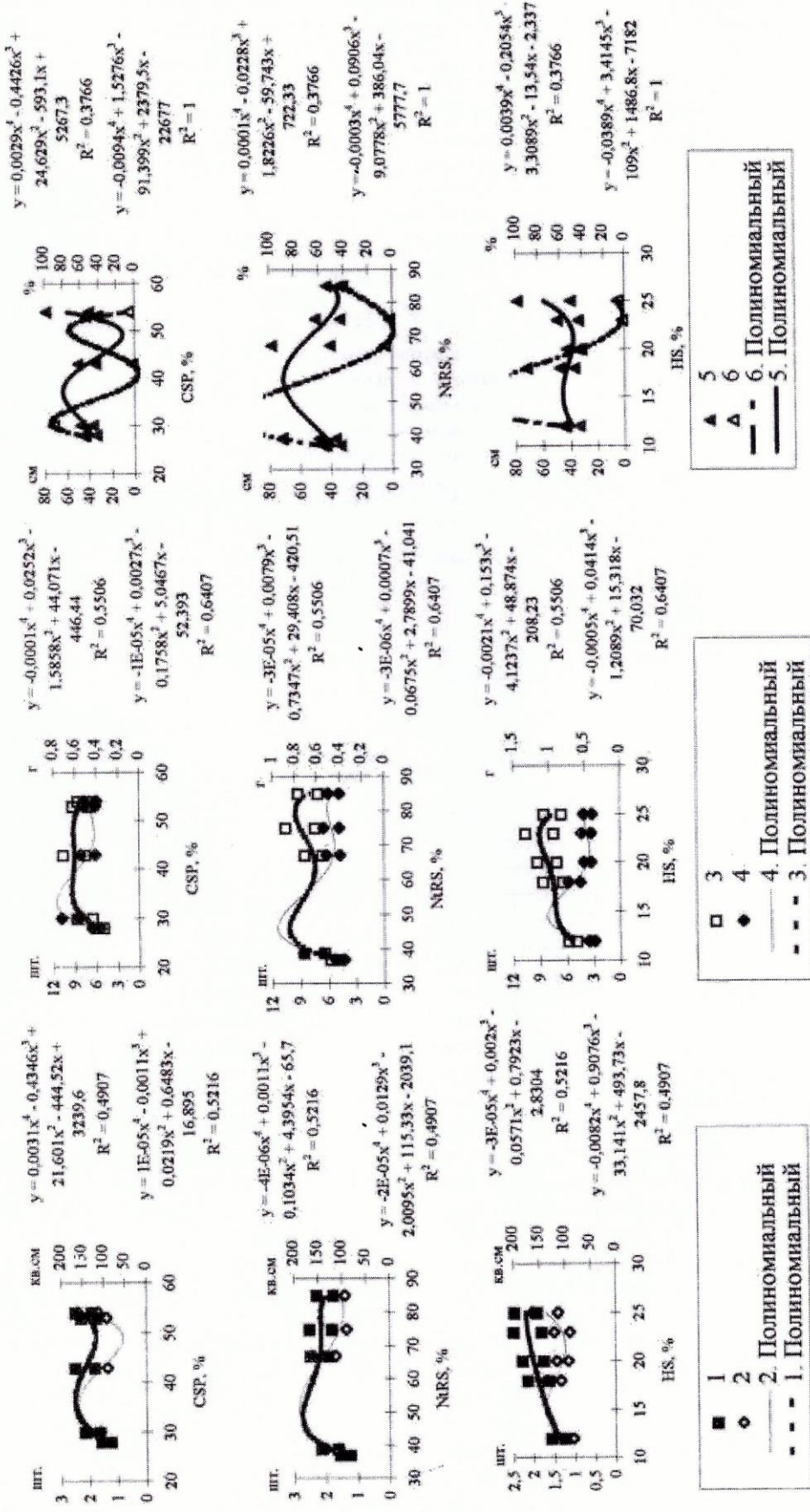


Рис. 1. Зависимость показателей роста и размножения (y) особей в популяции *Galium odoratum* от эколого-ценотических факторов (x). Данные 28.06.2001-2.07.2001:

1 - количество ассимилирующих побегов, шт., 2 - площадь листовой поверхности, кв. см; 3 - количество узлов на столонах, шт.; 4 - воздушно-сухая живая масса са, г; 5 - длина столонов, см; 6 - доля плодоносящих особей в составе ЦП.

Точки - границы доверительного интервала (для 1-5) или абсолютная величина (для 6). Линии - аппроксимации. Уравнения в верхних рядах каждой диаграммы описывают аппроксимации 1, 3 и 5, в нижних рядах - 2, 4 и 6



Таблица 1. Экологические координаты и формулы для их расчёта

Название и символ	Формула	Примечание
Ценотический коэффициент затенения (англ.: coefficient of shadow from plants) <b>CSP, %</b>	$CSP = (\sum a + \sum b + \sum c) / 3$ <i>a</i> - сомкнутость крон деревьев; <i>b</i> - сомкнутость кустарников; <i>c</i> - покрытие растений из травяно-кустарничкового яруса, которые отбрасывают густую тень на растение-объект. Это широколиственные формы растений и/или мелколистные, но с сильно разветвлёнными побегами и густо расположенными листьями. Всё в процентах.	<b>CSP = 100 %</b> - абсолютная величина затенения. Она обусловлена 100 % смыканием крон деревьев, 100 % смыканием кустарников и 100 % покрытием травянистых и кустарничковых растений над местом произрастания вида-объекта. Отношение растений к азоту определено по шкале «Богатства почв азотом - Nt» [3]. Виды с диапазоном не шире «jм» считались анитрофильными и субанитрофильными, не шире «+lo» - субнитрофильными и нитрофильными. Покрытие видов оценено в баллах по шкале КТШ-5 [4], где интервалы покрытия 0-4-16-36-64-100 (%) соответствуют баллам 1, 2, 3, 4, 5. Влажность почвы определена на глубине корнеобитаемого слоя растения-объекта (5-10 см).
Ценотический индекс богатства почвы азотом (англ.: cenotic Index of the Nitrogen-rich soil) <b>NtRS, %</b>	$NtRS = 100 (\sum a - \sum b) / \sum (a + b + c)$ <i>a</i> - покрытие нитрофильного и/или субнитрофильного вида; <i>b</i> - покрытие анитрофильного и/или субанитрофильного вида; <i>c</i> - покрытие вида с широкой экологической амплитудой в режиме богатства почвы азотом.	
Влажность почвы (англ.: humidity of soil) <b>HS, %</b>	$HS = \left( \frac{100 \sum (P1 - P2)}{P1} \right) / n$ <b>P1</b> - вес влажной почвы; <b>P2</b> - вес сухой почвы; <b>n</b> - число проб (n = 8).	

Таблица 2. Характеристика местообитаний *Galium odoratum*. Данные 28.06.2001

№ ЦП	Деревья-эдификаторы			Сомкнутость крон, %	Покрытие травостоя, %	Координаты		
	возраст, лет	высота, м	диаметр стволов на уровне груди, см			CSP, %	HS, %	NtRS, %
I	60-70	25	40-45	80	90	54	25	67
II	40-45	25	25-30	70	75	43	23	75
III	40-45	25	25-30	60	65	30	18	39
IV	40-45	25	35-40	80	70	53	20	85
V	30-40	18	20-30	50	65	28	12	37

имела очень низкое покрытие (4 %). Многочисленные особи *G.odoratum* (90 %) плодоносили. Особи были, как малоурожайными, так и высокоурожайными (до 48 шт. плодов). Здесь была отмечена особь с самыми длинными столонами (27 см) и с самой большой площадью листовой поверхностью (339 кв.см). ЦП IV в липово-елово-пролесниково-снытевом (*T. cordata* + *P. fennica* - *A. podagraria* + *M. perennis*) фитоценозе с *Euonymus verrucosa* Scop. в подлеске имела покрытие 16 % (как в ЦП II). Чуть меньше половины особей *G. odoratum* (40 %) плодоносили. Они были низкоурожайными (в среднем 7-8 шт. плодов). Среднестатистические особи имели относительно короткие столонь. ЦП V в кленово-снытево-разнотравном с липой (*A. platanoides* - mix herbs + *A. podagraria*, *T. cordata*) фитоценозе с *Corylus avellana* в подлеске имела также покрытие 16 %. Чуть больше половины особей *G. odoratum* (56 %) плодоносили с образованием 11-15 шт. плодов. В целом показатели вегетативного размножения были самыми низкими по

сравнению с другими ЦП. Вариационные ряды, характеризующие морфоструктурные показатели ЦП I-V имели существенные различия (таб. 3).

Анализ точечных диаграмм (рис1) показал: 1) по градиентам всех трёх факторов линии аппроксимаций, характеризующие изменение количества ассимилирующих побегов, площади листовой поверхности, количества узлов на столонях, живой воздушно-сухой массы, длины столонь проходят между предельными точками доверительных интервалов показателей; 2) все изменения показателей имеют полиномиальный характер и описываются тем или иным уравнением 4-ой степени; 3) один и тот же показатель по-разному изменяется по градиентам факторов, но вероятность этих изменений одна и та же: величина достоверности аппроксимаций R<sup>2</sup> для всех линий (1-5) не изменяется. То же характерно для доли плодоносящих особей в составе ЦП. В системе экологических координат (рис. 2) для роста столонь и развития ассимилирующих побегов *G. odoratum* наиболее благоприятно

ятными оказались точки (CSP, NtRS, HS) = (30-43, 67-75, 25). Для плодоношения - (CSP, NtRS, HS) = (28, 39, 18). Обследуемые местообитания не были привязаны к выявленным точкам, а следовательно в ЦП I-V *G. odoratum* не имел возможности в полной мере реализовать потенциальные возможности роста, вегетативного и генеративного размножения.

Из проведённого исследования были сделаны выводы: 1. Проведение ординации местообитаний *G. odoratum* в трёхмерной системе экологических координат позволяет учесть комплекс основных факторов среды и предсказать наиболее благоприятные условия для развития растения; 2. Расчёт ценотического коэффициента затенения, ценотического индекса богатства почвы азотом и влажности почвы способствовал выявлению точек, в которых особи в популяционной системе *Galium odoratum* развиваются наиболее активно: CSP = 28-43 %, NtRS = 77- 75 %, HS = 18-25 %; 3. Изменения в популяционной организации *G. odoratum* по градиентам 3-х эколого-ценотических факторов вполне предсказуемы. Изменения морфоструктурных показателей роста и размножения имеют полиномиальный характер.

**Таблица 3.** F-критерий для сравнения морфоструктурных показателей в ценопопуляциях *Galium odoratum*. Данные 28.06.2001-2.07.2001

№ ЦП	I	II	III	IV	V
	Длина столонов				
I		1,35	2,83***	4,74***	3,63***
II	1,53*		2,09***	3,52***	2,69***
III	1,17	1,79*		1,66**	1,27
IV	1,16	1,77**	1,01		1,30
V	2,89***	4,41***	2,47***	2,5***	
	Площадь листовой поверхности				
I		2,67***	3,41***	4,60***	6,62***
II	1,74**		1,28	1,72**	2,48***
III	1,31	1,33		1,34	1,94**
IV	1,14	1,53*	1,15		1,44
V	5,02***	8,76***	6,57***	5,72***	
	Количество узлов на столонах				
I		-	33,74**	5,47	17,02*
II	1,32		-	-	-
III	1,02	1,35		6,16***	1,98**
IV	2,09***	1,58**	2,15***		3,11***
V	2,85***	2,16***	2,92***	1,36	
	Воздушно-сухая живая масса				

**Примечание:** \*, \*\*, \*\*\* - означает то, что F статистики больше F критическое на уровне значимости 90, 95, 99 %



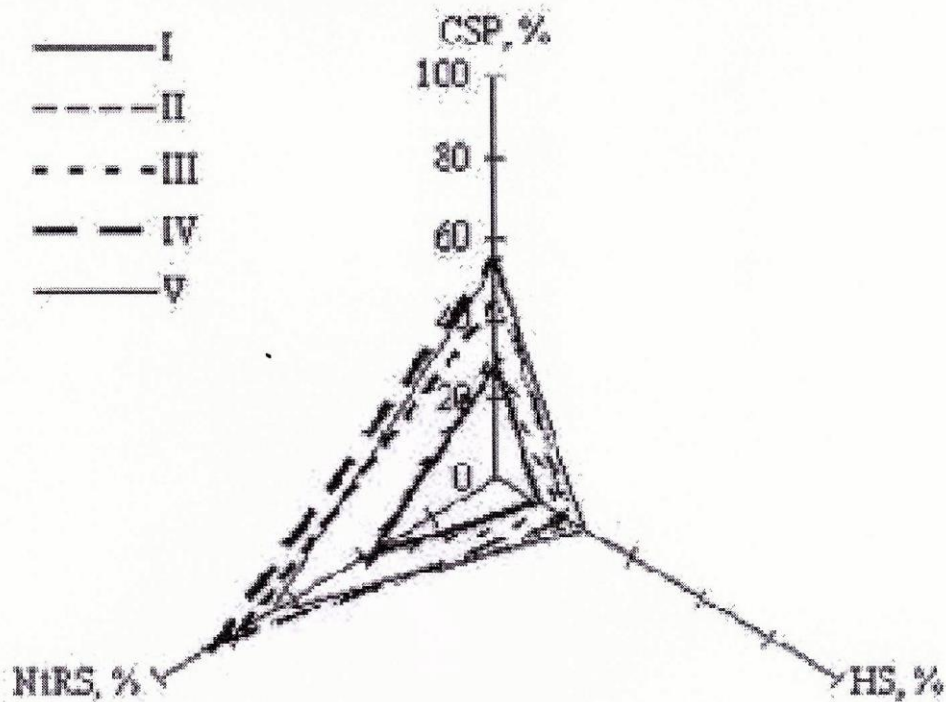


Рис. 2. Ординация местообитаний *Galium odoratum* в трёхмерной системе экологических координат. I-V - № ЦП

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнова О.В. Структура травяного покрова широколиственных лесов. М.:Наука, 1987. 139 с.
2. Фёдорова С.В. Популяционные отклики *Fragaria vesca* L. (Rosaceae) на смену эколого-фитоценологических

факторов // Труды Тигирекского заповедника. 2010. Вып. 3. С. 160-165.

3. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 196 с.

4. Любарский Е.Л. Об оценке проективного покрытия компонентов травостоя // Экология. 1974. № 1. С. 155-158.

### **GALIUM ODORATUM (L.) SCOP. (RUBIACEAE) POPULATION REACTIONS ON CHANGE OF HABITAT CONDITIONS**

© 2012 S.V. Fyodorova

Kazan (Region Volga) federal university

In article results comparative morph-structure the analysis of five *Galium odoratum* (L.) Scop. cenotic population are submitted In a sub-zone of coniferous and widely-deciduous woods. Are described changes of parameters on gradients of three factors environment ecological. It – cenotic shadow, humidity of soil and riches of soil forms of nitrogen accessible to plants. It is carried out ordynation habitats in system of ecological coordinates.

**Key words:** a population, responses, factors, *Galium odoratum* (L.) Scop., Rubiaceae, ecological coordinates, ordynation, long-rezome a grassy plant.