

ON LINE

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ОТКЛИКИ *ASARUM EUROPAEUM* L. (ARISTOLOCHIACEAE) НА СМЕНУ ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

К.б.н. С.В. Фёдорова

Казанский (Приволжский) Федеральный университет
420008 г. Казань, ул. Кремлёвская 18, public.mail@ksu.ru

Ключевые слова: *Asarum europaeum* L., популяция, отклики, экологические координаты

Проблемы сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов решаются ботаниками на популяционном и фитоценотическом уровнях организации жизни. Растительная популяция представляет собой самоорганизованную и саморазвивающуюся систему особей одного вида. Откликаясь на изменение эколого-ценологических факторов, популяционные системы растений изменяют свою организацию и тактику развития для более рационального использования пищевых ресурсов. *Asarum europaeum* L. (Aristolochiaceae) – растение, которое распространено в Западной и Восточной Европе (кроме самых северных районов), на Урале, в Западной Сибири, в горах южной Сибири. Произрастает в лесах чаще широколиственных и смешанных (Иванова, 1936). В третичный период растение входило в состав флористического комплекса Galeobodolon-Asperula-Asarum-Union. В настоящее время растение используется в ветеринарии, в народной и практической медицине, в косметологии, в ландшафтном дизайне и в текстильной промышленности (из растения получают светло-бурую краску). *A. europaeum* - эпигеогенно-длиннокорневищное растение с симподиальным нарастанием имеет моно- и дициклические надземные побеги. Корневище представляет собой систему плагиотропных побегов, которые могут располагаться в слое лесной подстилки, в моховом слое, в поверхностном слое почвы. Плагиотропные побеги начинают формироваться в ювенильном состоянии после полегания и укоренения гипокотыля. Ежегодный прирост побегов небольшой, но общая их длина может достигать 0,5 м. Ветвление побегов обуславливает неявно-полицентрическую биоморфу вида (Смирнова, 1987). На концах ветвей имеется по 2-3 чешуи и по 2 шт. длинночерешковых (до 15 см) листьев с округлой, почковидной, цельнокрайней пластинкой. В подзоне хвойно-широколиственных лесов для самоподдержания популяций вида большое значение имеет вегетативное размножение. Оно происходит по способу старой партикуляции, которая может начаться в молодом генеративном состоянии или же по способу раневой партикуляции, которая может начаться на более ранних этапах развития (Закамская, 2000). На северной границе ареала *A. europaeum* формирует короткие плагиотропные побеги, а для самоподдержания популяции большое значение имеет генеративное размножение (Дымова, Тетерюк, 2000).

Цель исследования - выявление популяционных откликов *A. europaeum* на изменение светового режима, режима почвенного увлажнения и плодородия почвы. Задачи. 1. Определить экологические координаты природных популяций вида. 2. Описать популяционные отклики на изменение ценотического затенения, влажности почвы и богатства почвы доступными для растений формами азота. 3. Провести ординацию местообитаний вида в трёхмерной системе экологических координат.

Работа проведена в подзоне хвойно-широколиственных лесов в окрестностях биостанции Казанского государственного университета в Республике Татарстан (774 км. Горьковской ж.д.) на территории Зеленодольского лесхоза. Обследовано 5 природных ценопопуляций (ЦП) *A. europaeum*. Почва во всех случаях была серая лесная среднесуглинистая. Для каждого

местообитания определены 3 экологические координаты в соответствии с разработанной мною методикой (Фёдорова, 2008, 2010): 1) абсолютная влажность почвы (HS, %) в корнеобитаемом слое (5-10 см), 2) ценотический коэффициент затенения (CSP, %), 3) ценотический индекс богатства почвы азотом (NtRS, %). Формулы для расчёта координат даны в таб.1. Отбор контрольных образцов *A.europaеum* проведён в пяти точках ЦП (4 – по периметру пробной площадки, 1 – в центре): по 10 особей около каждой точки. Объем выборки равен 50 экз. Материал собран в середине вегетационного сезона. Особи - полицентрические или моноцентрические организмы были выкопаны, гербаризированы и оценены по ряду показателей: количеству и длине плагиотропных побегов, количеству листьев и площади листовой поверхности, воздушно-сухой массе плагиотропных побегов и листьев. Площадь каждой листовой пластинки определена с помощью точечной палетки с ячейками 1x1 кв.см. Определены соответствующие интегральные показатели. Данные обработаны в редакторе Microsoft Excel по программам пакета «Описательная статистика» с доверительным уровнем в 90 %. Вариационные ряды показателей, характеризующие разные ЦП, сравнены между собой с помощью F-критерия Фишера. С помощью функции «Мастер диаграмм» в редакторе Microsoft Excel построены точечные диаграммы, отражающие изменение показателей по градиентам факторов. Подобраны наиболее достоверные линии аппроксимации. Определены коэффициенты их достоверности (R^2). Выписаны уравнения зависимости (у от х), где х соответствует значению экологической координаты, у - значению показателя. Построена лепестковая диаграмма, отражающая ординацию природных местообитаний *A.europaеum* в трёхмерной системе экологических координат. Условия местообитаний *A.europaеum* приведены в таб. 2.

Таблица 1. Формулы для расчёта экологических координат

Название и символ	Формула	Примечание
Ценотический коэффициент затенения (англ.: coefficient of shadow from plants) CSP, %	$CSP = (\Sigma a + \Sigma b + \Sigma c) / 3$ а - сомкнутость крон деревьев, в - сомкнутость кустарников, с - покрытие растений из травяно-кустарничкового яруса, которые отбрасывают густую тень (широколистные формы и / или мелколистные формы с сильно разветвлёнными побегами и густо расположенными листьями). Всё в процентах.	1. Величина CSP = 100 % абсолютная величина затенения. Она обусловлена 100 % смыканием крон деревьев, 100 % смыканием кустарников и 100 % покрытием травянистых и кустарничковых растений над местом произрастания вида-объекта. 2. Отношение растений к азоту определено по шкале «Богатства почв азотом - Nt» (Цыганов, 1983). Виды с диапазоном не шире «jм» считались анитрофильными и субанитрофильными, не шире «+lo» - субнитрофильными и нитрофильными.
Ценотический индекс богатства почвы азотом (англ.: cenosing Index of the Nitrogen-rich soil) NtRS, %	$NtRS = 100 (\Sigma a - \Sigma b) / \Sigma (a+b+c)$ а - покрытие нитрофильного и/или субнитрофильного вида, в - покрытие анитрофильного и/или субанитрофильного вида, с - покрытие вида с широкой экологической амплитудой в режиме богатства почвы азотом	3. Покрытие видов оценено в баллах по шкале КТШ-5 (Любарский, 1974), где интервалы покрытия 0-4-16-36-64-100 (%) соответствуют баллам 1, 2, 3, 4, 5
Влажность почвы в корнеобитаемом слое (англ.: humidity of soil) HS, %	$HS = (100 \Sigma (P1-P2) / P1) / n$ P1 - вес влажной почвы, P2 - вес сухой почвы, n – число проб (n = 8)	4. Влажность почвы определена через неделю после выпадения дождей

Таблица 2. Условия местообитаний природных ценопопуляций *Asarum europaeum*. Данные 28.06.01

№ ЦП	Характеристика деревьев эдификаторов			Сомкнутость крон (%)	Покрытие травостоя (%)	Экологические координаты		
	Возраст (число 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

ЦП I с обилием 36 % выделена из березово-пролесниково-снытьевого (*Betula pendula* L.-*Aegopodium podagraria* L.+*Mercurialis perennis* L.) фитоценоза с *Acer platanoides* L. и *Sorbus aucuparia* L. в подлеске. Куртины *A.europaеum* сформированы особями, у которых количество и длина плагиотропных побегов варьирует в пределах 1-8 шт. и 3-29 см. Особи имеют 1-12 шт. листьев с площадью поверхности 16-166 кв.см. Масса листьев и плагиотропных побегов 0,05-0,7 и 0,01-0,9 г. Интегральные показатели таковы: количество листьев - 177 шт., количество плагиотропных побегов - 118 шт., длина таких побегов - 630,5 см, площадь листовой поверхности - 3611 кв.см, общая масса - 14,05+15,01=29,06 г.

ЦП II с обилием 4 % выделена из липово-чистецово-разнотравного (*Tilia cordata* Mill.- mix herba + *Stachys sylvatica* L.) фитоценоза с *Acer platanoides* и *Corylus avellana* L. в подлеске. Куртины *A.europaеum* сформированы более развитыми особями по сравнению с ЦП I. Количество и длина плагиотропных побегов у них варьирует в пределах 1-11 шт. и 2-51 см. Особи имеют 1-16 шт. листьев с площадью поверхности 12-291 кв.см. Масса листьев и плагиотропных побегов 0,1-1,8 и 0,1-2,8 г. Интегральные показатели таковы: количество листьев - 272 шт., количество плагиотропных побегов - 169 шт., длина таких побегов - 789,5 см, площадь листовой поверхности - 5078 кв.см, общая масса - 27,3+35=62,3 г.

ЦП III с обилием 16 % выделена из липово-осоково-разнотравного с елью (*T.cordata* - mix herb + *Carex pillosa* Scop., *Picea fennica* (Regel) Kom.) фитоценоза. Куртины *A.europaеum* сформированы особями, которые по уровню развития, занимают промежуточное место между ЦП I и ЦП II. Количество и длина плагиотропных побегов у них варьирует в пределах 1-6 шт. и 3-35 см. Особи имеют 1-12 шт. листьев с площадью поверхности 14-298 кв.см. Масса листьев и плагиотропных побегов 0,1-1,4 и 0, 1-1,1 г. Интегральные показатели таковы: количество листьев - 29 шт., количество плагиотропных побегов - 119 шт., длина таких побегов - 7652 см, площадь листовой поверхности - 3430 кв.см, общая масса - 14,9+15,2=29,9 г.

ЦП IV с обилием 16 % выделена из липово-елово-пролесниково-снытьевого (*T.cordata* + *P.fennica*.- *A.podagraria* + *M.perennis*) фитоценоза с *Euonymus verrucosa* Scop. в подлеске. Куртины *A.europaеum* сформированы особями, которые по уровню развития уступают место только особям из ЦП II. Количество и длина плагиотропных побегов у них варьирует в пределах 1-9 шт. и 5-49 см. Особи имеют 2-27 шт. листьев с площадью поверхности 29-260 кв.см. Масса листьев и плагиотропных побегов 0,1-1,1 и 0, 1-2 г. Интегральные показатели таковы: количество листьев - 334 шт., количество плагиотропных побегов - 160 шт., длина таких побегов - 939 см, площадь листовой поверхности - 4536 кв.см, общая масса - 18,8+21,2=48 г.

ЦП V с обилием 36 % выделена из кленово-снытьево-разнотравного с липой (*Acer platanoides*-*mix herba* + *A.podagraria*, *T.cordata*) фитоценоза с *Corylus avellana* в подлеске. Куртины *A.europaem* сформированы особями, которые по уровню развития уступают место особям из всех других ЦП. Количество и длина плагиотропных побегов у них варьирует в пределах 1-6 шт. и 3-43 см. Особи имеют 2-12 шт. листьев с площадью поверхности 14-155 кв.см. Масса листьев и плагиотропных побегов 0,1-0,9 и 0,1-1,6 г. Интегральные показатели таковы: количество листьев - 151 шт., количество плагиотропных побегов - 84 шт., длина таких побегов - 541 см, площадь листовой поверхности - 2030 кв.см, общая масса - 10+13,1=23,1 г.

Результаты таб. 3 подтверждают существенность различий в структуре обследуемых ЦП: F-критерий часто превышает критические значения. Таким образом, структура и продуктивность ценопопуляций *A.europaem* меняется от фитоценоза к фитоценозу, что обуславливает различное обилие вида в их составе. Рис. 1 позволяет представить изменение показателей вегетативного роста особей по градиентам эколого-ценотических факторов. Все изменения носят полиномиальный характер. Анализ линий аппроксимаций показывает, что их самые высокие точки привязаны к вполне определённым координатам. Эти координаты, по моему мнению, и следует считать оптимальными для роста и развития особей в популяционной системе. ЦП II и ЦП IV в большей мере приближены к оптимальным точкам. Сохранение таких условий среды будет способствовать увеличению обилия вида. Этого эффекта не следует ждать

Таблица 3. F-критерий для выявления различий в структуре ценопопуляций *Asarum europaem*. Данные 28.06.01-2.07.01

№ ЦП	I	II	III	IV	V
	Количество листьев				
I		3,67***	1,85**	5,57***	1,08
II	1,72**		1,98***	1,51*	3,95***
III	1,07	1,86**		3,00***	2,00***
IV	1,47*	1,16	1,59*		5,99***
V	2,07***	3,57***	1,92**	3,07***	
	Количество плагиотропных побегов				
	Длина плагиотропных побегов				
I		2,00***	1,67**	2,14***	1,13
II	4,67***		1,19	1,07	1,78**
III	2,98***	1,56*		1,27	1,48*
IV	2,44***	1,91**	1,22		1,90**
V	1,87**	8,72***	5,57***	4,55***	
	Площадь листовой поверхности				
	Воздушно-сухая масса листьев				
I		8,20***	2,58***	2,74***	1,16
II	7,28***		3,17***	2,98***	9,55***
III	1,70**	4,25***		1,06	3,01***
IV	3,84***	1,89**	2,26***		3,20***
V	1,67**	1,67**	1,02	2,30***	
	Воздушно-сухая масса плагиотропных побегов				

Примечание: *, **, *** отражает F статистическое > F критическое на 90, 95, 99 % уровнях значимости

слишком быстро, т.к. годовой прирост растений невелик. В ЦП III активность особей не столь велика, в ЦП I ниже, в ЦП V самая низкая. На активность особей влияет так же обилие популяции. Прослеживается тенденция к снижению ростовой активности особей по мере

увеличения обилия. Подобная ситуация наблюдалась в отношении и других ползучих растений (Фёдорова, 2008, 2010). На рис. 2 местообитания *A.europaеum* привязаны к сетке трёхмерной системы экологических координат CSP, NtRS, HS. Экологическая ординация местообитаний направлена на проведение мониторинга вида в разных точках его ареала.

Выводы: 1. Расчёт ценотического коэффициента затенения, ценотического индекса богатства почвы азотом и влажности почвы способствовал выявлению точек, в которых особи внутри популяционной системы *Asarum europaеum* развиваются наиболее активно: CSP = 46-50 %, NtRS = 78-82 %, HS = 22-23 %. 2. Изменения показателей ростовой активности особей в популяционной системе *A.europaеum* по градиентам 3-х основных эколого-ценотических факторов носят полиномиальный характер, что является следствием комплексного воздействия факторов. 3. Проведение ординации местообитаний *A.europaеum* в трёхмерной системе экологических координат позволяет учесть комплекс основных факторов среды.

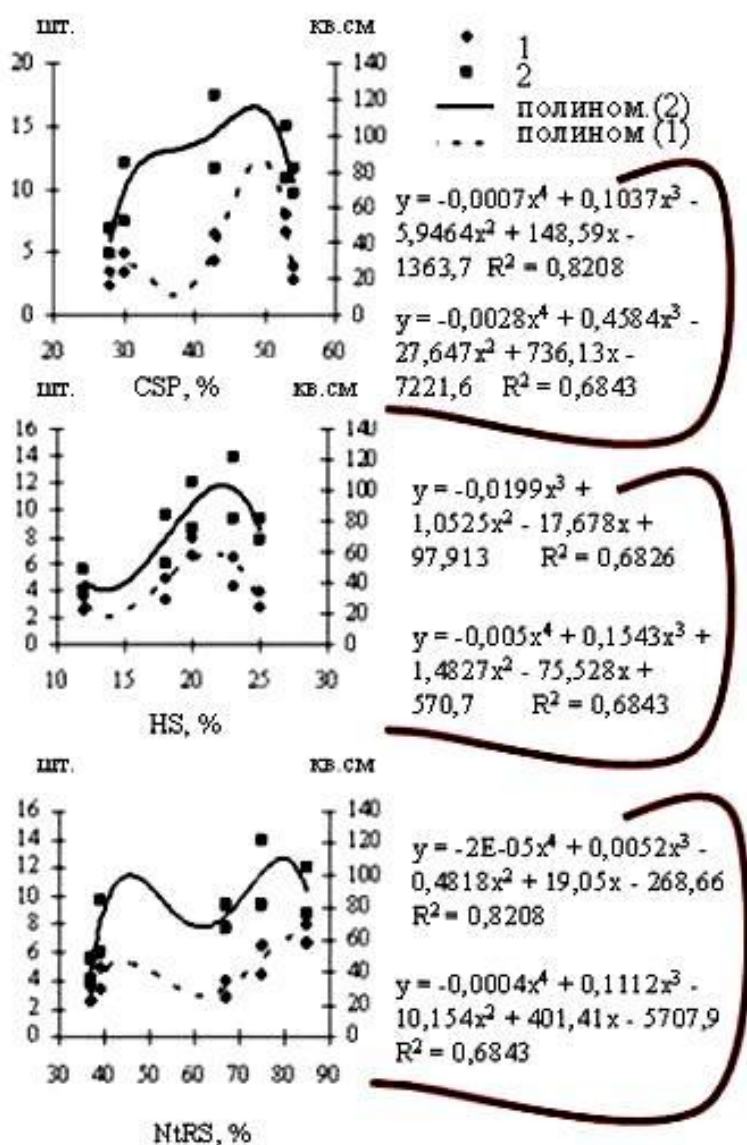
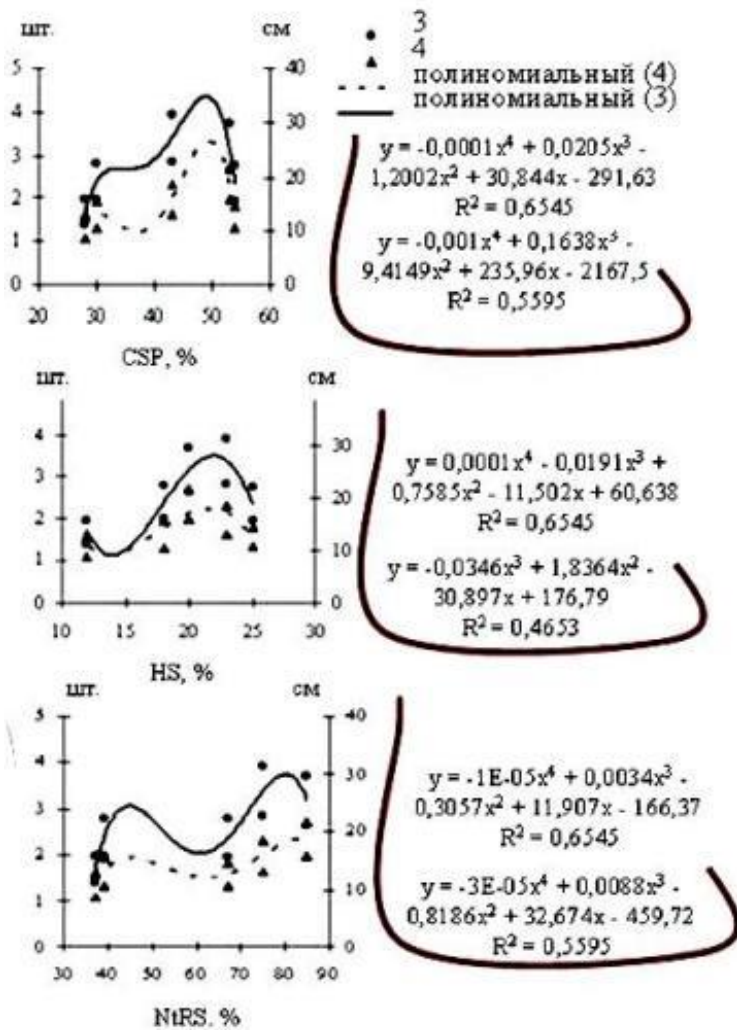


Рис. 1. Изменение показателей роста особей (y) в зависимости от изменения эколого-ценотических факторов (x) в популяции *Asarum europaеum*. Точки отражают границы доверительного интервала показателей на уровне значимости 90 %. Уравнения описывают линии аппроксимации (R^2 коэффициенты их достоверности). Данные 28.06.01-2.07.01.

1 - количество листьев (шт.), уравнение приведено в верхнем ряду около каждой диаграммы; 2 - площадь листовой поверхности (кв.см), уравнение - в нижнем ряду



Продолжение рис. 1.

Изменение показателей роста особей (y) в зависимости от изменения эколого-ценотических факторов (x) в популяции *Asarum europaeum*. Точки отражают границы доверительного интервала показателей на уровне значимости 90 %. Уравнения описывают линии аппроксимации (R^2 коэффициенты их достоверности). Данные 28.06.01-2.07.01.

3 - количество плагиотропных побегов (шт.), уравнение приведено в верхнем ряду около каждой диаграммы; 4 - длина таких побегов (см), уравнение - в нижнем ряду

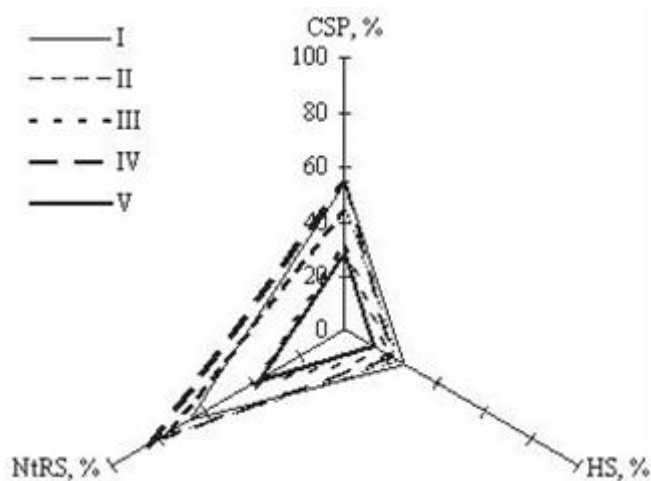


Рис. 2. Ординация местообитаний *Asarum europaeum* в трёхмерной системе экологических координат: I-V - № ЦП
Список литературы

- Дымова О.В., Тетерюк Л.В. 2000. Физиологическая и популяционная экология неморальных травянистых растений на севере. Екатеринбург. 144 с.
- Закамская Е.С. 2000. Особенности организации и динамика продуктивности ценопопуляций *Asarum europaeum* L. в Республике Марий Эл: автореф. дис... канд. биол. наук. Воронеж. 20 с.
- Любарский Е.Л. 1974. Об оценке проективного покрытия компонентов травостоя // Экология. № 1. С. 155-058.
- Иванова Н.А. 1936. Семейство Aristolochiaceae // Флора СССР в 54-х томах. М. Л. Т.V. С. 431-441.
- Смирнова О. В. 1987. Структура травяного покрова широколиственных лесов. М. 139 с.
- Цыганов Д.Н. 1983. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. 196.с.
- Фёдорова С.В. 2008. Структура и организация популяций ряда наземно-ползучих растений в разных эколого-фитоценологических условиях: автореф. дис... канд. биол. наук. Казань. 22 с.
- Фёдорова С.В. 2010. Популяционные отклики *Fragaria vesca* L. (Rosaceae) на смену эколого-фитоценологических факторов // Труды Тигирекского заповедника. Вып. 3. С. 160-165.