

УДК 574.3

**ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
*EUPHORBIA ZHIGULIENSIS* (PROKH.) PROKH.  
В ЖИГУЛЕВСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ**

© 2017 Д.С. Киселева

Жигулевский государственный заповедник им. И.И. Спрыгина, г. Жигулевск,  
с. Бахилова Поляна (Россия)

Поступила 11.06.2017

В статье представлены результаты экологического анализа местообитаний *Euphorbia zhiduliensis* в Жигулевском заповеднике по шкалам Д.Н. Цыганова. Рассчитаны потенциальная и реализованная экологические валентности, коэффициент экологической эффективности и индекс толерантности.

*Ключевые слова:* экологические шкалы, потенциальная и реализованная экологические валентности, коэффициент экологической эффективности, индекс толерантности.

**Kiseleva D.S. Ecological and phytocenotic characteristics of (Prokh.) Prokh. in Zhiduli state nature reserve.** – The article gives the results of an environmental analysis of populations of habitat *Euphorbia zhiduliensis* scale D.N. Tsiganiova in Zhiduli state nature reserve, besides the potential and realized ecological valency, ecological efficiency and tolerance index are calculated.

*Key words:* ecological scale, the potential and realized ecological valency, factor environmental performance, index of tolerance.

Одной из важнейших задач заповедников является изучение и сохранение редких видов растений. К категории редких относятся виды растений, включенные в Красные книги различных рангов, реликтовые и эндемичные виды. Для понимания их биологии и экологии необходимы комплексные исследования, связанные с изучением их мест обитания, что позволит понять ответную реакцию видов на изменение климатических и эдафических факторов, влияющих на популяцию редких видов растений.

Цель работы – выявить эколого-фитоценотические особенности местообитаний *Euphorbia zhiduliensis* (Prokh.) Prokh. в Жигулевском заповеднике.

*Euphorbia zhiduliensis* (молочай жигулевский) – стержнекорневой травянистый поликарпический многолетник из семейства Euphorbiaceae. Гемикриптофит. Стебли и листья голые. Листья немногочисленные (обычно не более 20), довольно густо расположены на стебле, линейные, в основании внезапно суженные, усеченные или округлые. Цветет в мае, плодоносит в июне. Растет на каменистых степях, в разреженных сосновых лесах, по каменистым склонам и скалам. Является узколокальным горностепным эндемиком Жигулевской возвышенности. Включен в Красную книгу России (2008) категория 3(а) – редкий таксон и Красную книгу Самарской области (2007) категория I – таксон, находящийся под угрозой исчезновения. Крайне редкий вид, плавно снижающий численность (Васюков и др.,

2015; Конева, 2011; Красная книга..., 2007; Красная книга..., 2008; Саксонов, 2005, 2006; Саксонов и др., 2006, 2009, 2017; Саксонов, Конева, 2007; Саксонов, Сенатор, 2010а, б, 2012).

Исследования проводились с 2015 по 2017 гг. на территории Жигулевского заповедника. Всего было исследовано 6 ценопопуляций (ЦП) *E. zhiguliensis* на горах Змеиная, Зольненская и в кв. 78 Зольненского лесничества. Отбор пробных площадей производился в соответствии с имеющимися рекомендациями (Ценопопуляции растений, 1976). На пробных площадях проводились геоботанические описания с учетом обилия видов по шкале О. Друде (Воронов, 1973), проводился подсчет генеративных и вегетативных особей.

Для оценки экологических режимов местообитаний *E. zhiguliensis* геоботанические описания обработаны с помощью фитоиндикационных экологических шкал Д.Н. Цыганова (1983). По ценофлоре оценивали экологические режимы по следующим шкалам: термоклиматической (Тм), континентальности (Кп); увлажнения почв (Нд), солевого режима почв (Tr); омброклиматической шкале аридности-гумидности (Om); криоклиматической (Cr); кислотности почв (Rc), богатства почв азотом (Nt), переменности увлажнения почв (fH), освещенности-затенения (Lc).

С использованием подходов Л.А. Жуковой (2004) были рассчитаны: потенциальная (PEV) и реализованная (REV) экологические валентности вида, коэффициент экологической эффективности ( $K_{ec. eff}$ ) и индекс толерантности ( $I_t$ ).

Экологическая валентность – это мера приспособленности популяций конкретного вида к изменению только одного экологического фактора. Потенциальная экологическая валентность (PEV) равна доле диапазона баллов (ступеней) конкретного вида ко всей шкале:

$$PEV = (A_{max} - A_{min} + 1) / n,$$

где  $A_{max}$  и  $A_{min}$  – максимальные и минимальные значения баллов (ступеней) шкалы, занятых отдельным видом;  $n$  – общее число баллов (ступеней) в шкале; 1 – добавляется как 1-е деление шкалы, с которого по данному фактору начинается диапазон вида.

При проведении исследований конкретных ЦП в сообществе можно определить реализованную экологическую валентность (REV) по следующей формуле:

$$REV = (A_{max} - A_{min} + 0,01) / n,$$

где  $A_{max}$  и  $A_{min}$  – максимальные и минимальные значения баллов (ступеней) шкалы, занятые конкретными ЦП на шкале;  $n$  – общее число баллов (ступеней) в шкале; 0,01 – добавляется как 1-е деление шкалы, с которого встречаются изученные ценопопуляции.

Эффективность освоения экологического пространства вида конкретными ЦП оценивается при помощи коэффициента экологической эффективности ( $K_{ec. eff}$ ) (Экологические шкалы ..., 2010), вычисляемого по формуле:

$$K_{ec. eff} = (REV / PEV) \times 100 \%,$$

где PEV – потенциальная экологическая валентность, REV – реализованная экологическая валентность.

Индекс толерантности ( $I_t$ ) рассматривали как отношение вида к группе факторов, и рассчитывали как отношение суммы PEV к сумме шкал (Жукова, 2004):

$$I_t = \sum PEV / \sum \text{шкал (в долях или процентах)}.$$

В основе распределения видов по фракциям валентности лежит экспертная оценка Л.А. Жуковой, согласно которой стеновалентными считаются виды,

занимающие мене 1/3 шкалы, эквивалентными – более 2/3 шкалы, остальные виды – мезовалентными (Жукова, 2004; Экологические шкалы, 2010).

Жигулевский заповедник располагается в умеренно континентальном климате с теплым летом и морозной зимой. Средние климатические показатели представлены в табл. 1. Для региона характерен быстрый переход от зимних холодов к летнему теплу и от летней жары к осенним холодам (Кудинов, 1982).

**Таблица 1.** Средние климатические показатели региона исследования

Показатели	Значение	Показатели	Значение
Ср.т зимы (°С)	-9,1	Сумма осадков зимой, мм	130,8
Ср.т весны (°С)	5,6	Сумма осадков весной, мм	106,9
Ср.т лета (°С)	19,1	Сумма осадков летом, мм	177,4
Ср.т осени (°С)	5,4	Сумма осадков осенью, мм	171,3

В исследуемых сообществах были заложены пробные площади размером 10 x 10 м, и две площади размером 5 x 10 м. Пять пробных площадей располагались в сообществах открытых каменистых степей юго-западной и юго-восточной экспозиций. Одна пробная площадь была заложена в низкогорном сосняке на южном склоне г. Змеиная. Были выполнены геоботанические описания растительных сообществ и произведен количественный учет вегетативных и генеративных особей *E. zhiguliensis* (табл. 2).

**Таблица 2.** Учет численности *E. zhiguliensis* на пробных площадях

ОПП, %	75 – 80	50 – 60	65 – 70	60	80 – 90	90
Вид сообщества* с <i>E. zhiguliensis</i>	ЛК	ТК	СРР	СК	РДЗС	ККР
Число генеративных особей <i>E. zhiguliensis</i>	49	19	28	0	7	56
Число вегетативных особей <i>E. zhiguliensis</i>	58	145	77	22	92	44
Общее количество особей <i>E. zhiguliensis</i>	107	164	105	22	99	100
Доля генеративных особей, %	46	12	27	0	7	56
Доля вегетативных особей, %	54	88	73	100	93	44
Плотность произрастания <i>E. zhiguliensis</i> (шт/м <sup>2</sup> )	1,07	3,28	2,1	0,22	0,99	1,0

\*Примечание: ЛК – луково-ковыльное; ТК – тимьяново-купеновое; СРР – седое розеточное разнотравье; СК – низкогорный сосняк душистокупеновый; РДЗС – разнотравно-дерновиннозлаковая степь; ККР – каменистая ковыльно-разнотравная степь.

Наибольшая плотность произрастания отмечена в луково-ковыльном сообществе, здесь же соотношение вегетативных и генеративных особей примерно одинаковое. Наименьшая плотность произрастания отмечена в сообществе низкогорного сосняка с купеной душистой. Доля вегетативных и генеративных особей во всех оставшихся сообществах неодинакова. Наибольшее число генеративных растений отмечено в сообществе ковыльно-разнотравной степи. Это единственное место, где доля генеративных растений оказалась выше вегетативных.

В остальных случаях, количество вегетативных особей явно преобладает над генеративными. Таким образом, учитывая соотношение генеративных и вегетативных особей, можно сделать вывод, что популяция молочая жигулевского относится к нормальному типу, когда растения находятся в малоблагоприятных условиях, а процент генеративных особей в популяции мал (Воронов, 1973).

В результате обработки полученных геоботанических описаний нами были получены экологические амплитуды местообитаний *E. zhiguliensis* в условиях Жигулей. Краткая характеристика обследованных ЦП приведена в табл. 3.

Из табл. 4 видно, что для местообитаний *E. zhiguliensis* в Жигулевском заповеднике характерны условия на границе между суббореальным и неморальным термоклиматическим режимом (Тм) в условиях субконтинентальности (Кп) с умеренными и теплыми зимами (Ср). Показатель влажности климата для местообитаний вида (Ом) находится между субаридным и субгумидным. Вид предпочитает (Lc) полуоткрытые пространства. Произрастает на почвах от слабокислых до нейтральных (Rc), довольно богатых или богатыми солями (Tr), с достаточным содержанием азота (Nt), с интервалом увлажнения от лугово-степного до сухолесолугового (Hd) с умеренно переменным увлажнением (fH).

**Таблица 3.** Характеристика обследованных ценопопуляций *E. zhiguliensis*

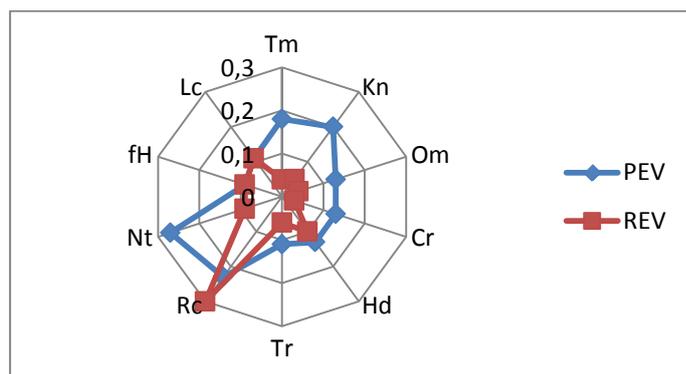
Фитоценоз	Доминанты травянисто-кустарникового яруса	Экологические шкалы									
		Tm	Kп	Om	Cr	Hd	Tr	Rc	Nt	fH	Lc
Луково-ковыльное разнотравье	<i>Allium strictum</i> , <i>Stipa pennata</i>	8,8	9,5	7,5	7,5	9,1	7,6	8,5	4,7	6,5	2,8
Тимьяново-купеновое разнотравье	<i>Thymus zhiguliensis</i> , <i>Polygonatum odoratum</i>	8,9	9,4	7,5	7,7	9,1	7,3	8,6	4,7	6,3	2,9
Седое розеточное разнотравье	<i>Thymus zhiguliensis</i> , <i>Sedum acre</i>	8,6	9,2	7,3	7,6	9,2	7,4	8,7	4,4	6,3	2,9
Низкогорный сосняк душисто-купеновый	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Polygonatum odoratum</i>	9,3	9,1	7,9	7,7	11,4	6,7	7,9	4,8	6,0	3,8
Разнотравно-дерновинно-злаковая степь	<i>Artemisia sericea</i> , <i>Saponaria officinalis</i> , <i>Gallium verum</i> , <i>Silene nutans</i>	8,9	9,5	7,4	7,3	10,1	7,7	8,4	5,4	7,0	3,1
Каменистая ковыльно-разнотравная степь	<i>Stipa pulcherrima</i>	8,9	9,9	7,3	7,7	9,3	7,9	9,6	5,0	6,9	2,8

Диапазоны шкал, экологическая валентность, экологическое пространство и индекс толерантности представлены в табл. 4.

**Таблица 4.** Характеристика местообитаний *E. zhiguliensis* в Жигулевском заповеднике по экологическим шкалам Д.Н. Цыганова (1983)

Факторы	Tm	Kn	Om	Cr	Hd	Tr	Rc	Nt	fH	Lc
Интервал	7 – 9	9 – 11	7 – 8	8 – 9	9 – 11	7 – 8	7 – 9	5 – 7	7	3
PEV	0,18	0,20	0,13	0,13	0,13	0,11	0,23	0,27	0,09	0,11
Реализов. экологическая позиция ЦП	8,6-9,3	9,1-9,9	7,3-7,9	7,3-7,7	9,1-11,4	6,7-7,9	7,9-9,6	4,4-5,4	6-7	2,8-3,8
REV	0,04	0,05	0,04	0,03	0,10	0,06	0,30	0,09	0,09	0,11
$K_{\text{ec. eff.}}$ , (%)	22	25	30	23	77	55	57	33	100	100
$I_t$	0,16				0,16					
$I_t$ общий	0,16									

Анализ экологической валентности (PEV) позволяет заключить, что по отношению ко всем рассматриваемым факторам *E. zhiguliensis* является стеновалентным видом, способным выдерживать лишь небольшие отклонения каждого фактора. При этом наибольшую требовательность он проявляет к переменности увлажнения (PEV=0,09), солевому режиму почв (PEV=0,11) и режиму освещенности (PEV=0,11). Для этих факторов характерны самые низкие значения экологической валентности, что позволяет рассматривать их как лимитирующие факторы для данного вида в условиях Жигулей.



**Рис.** Потенциальная и реализованная экологические валентности *E. zhiguliensis*

Анализ потенциальной и реализованной экологической ниши местообитаний *E. zhiguliensis* (рис.) показал, что только по шкале кислотности почв реализованная экологическая валентность превосходит потенциальную. По шкалам переменного увлажнения почв и освещенности-затенения потенциальная и реализованные экологические валентности полностью совпали. По остальным

факторам условия среды соответствуют требованиям вида.

Оценка экологических позиций местообитаний ЦП *E. zhiguliensis* показала, что видом охвачены не все предоставленные и возможные для использования экологические ниши. Так,  $K_{\text{ec. eff}}$  для климатических факторов составляет 22-30%, для почвенных факторов от 33 до 100%, по фактору освещенности  $K_{\text{ec. eff}}$  составил 100%.

Значения индекса толерантности ( $I_t$ ) говорит о стенобионтности изучаемого вида, как по климатическим, так и эдафическим характеристикам, и, соответственно, его узкой экологической амплитуде.

Таким образом, экологические позиции вида в естественных условиях по всем исследованным факторам оказались узкими, что подтверждается невысокими значениями реализованной экологической валентности и коэффициентом экологической эффективности, который оказался максимальным (100%) только по двум факторам: переменности увлажнения почв и освещенности-затемнения.

По результатам наших исследований, *E. zhiguliensis* является стеновалентным и стенобионтным видом для изучаемого региона.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**Васюков В.М., Саксонов С.В., Сенатор С.А.** Эндемичные растения бассейна Волги // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2015. Т. IX, № 3. С. 27–43. – **Воронов А.Г.** Геоботаника: Учеб. Пособие для университетов и пед. ин-тов. М.: Высш. школа, 1973. 384 с.

**Жукова Л.А.** Биоиндикационные оценки экологического разнообразия растительных сообществ и их компонентов // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: Материалы Всеросс. науч. конф. Йошкар-Ола: Изд. Мар. гос. ун-та, 2004. С. 13-15.

**Конева Н.В.** *Euphorbia zhiguliensis* Prokh. на Самарской Луке // Экология и география растений и сообществ Среднего Поволжья / под редакцией С.А. Сенатора, С.В. Саксонова, Г.С. Розенберга. 2011. С. 302-309. – **Конева Н.В., Сенатор С.А., Саксонов С.В.** Вся Красная книга Самарской области: растения лишайники, грибы. Тольятти: Кассандра, 2009. 272 с. – Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М., 2008. 782 с. – Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений, лишайников и грибов / Под ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга и проф. С.В. Саксонова. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2007. 372 с. – **Кудинов К.А.** Жигулевский государственный заповедник им. И.И. Спрыгина. Куйбышев: Кн. изд-во, 1982. 48 с.

**Саксонов С.В.** Ресурсы флоры Самарской Луки. Самара: Изд-во Самар. НЦ РАН, 2005. 416 с. – **Саксонов С.В.** Самаролукский флористический феномен / Отв. ред. Г.С. Розенберг. М.: Наука, 2006. 263 с. – **Саксонов С.В., Конева Н.В.** Я.И. Проханов – первый исследователь рода молочай в Среднем Поволжье // Самарская Лука: Бюл. 2007. Т. 16, № 1-2 (19-20). С. 307-331. – **Саксонов С.В., Васюков В.М., Сенатор С.А., Раков Н.С., Сидякина Л.В.** О некоторых реликтовых элементах флоры Среднего Поволжья // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26, № 4. С. 46-65. – **Саксонов С.В., Лысенко Т.М., Ильина В.Н., Конева Н.В., Лобанова А.В., Матвеев В.И., Митрошенкова А.Е., Симонова Н.И., Соловьева В.В., Ужамецкая Е.А., Юрицына Н.А.** Зеленая книга Самарской области: редкие и охраняемые растительные сообщества / Под ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга и докт. биол. наук С.В. Саксонова. Самара: СамНЦ РАН, 2006. 201 с. – **Саксонов С.В., Бирюкова Е.Г., Задульская О.А., Иванова А.В., Ильина Н.С., Конева Н.В., Кудинов К.А., Плаксина Т.И., Устинова А.А.** Молочайноцветные (Euphorbiales, Euphorbiaceae), Розоцветные (Rosales, Rosaceae), Миртоцветные (Myrtales, Onagraceae) и Ворсянкоцветные (Dipsacales: Valerianaceae, Dipsacaceae) в Красной книге Самарской области // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2006. № 1. С. 159-177. – **Саксонов С.В., Сенатор С.А.** Путеводитель по Самарской флоре (1851-2011) / Флора Волжского бассейна. Т. 1. Тольятти: Кассандра, 2012. 627 с. – **Сенатор С.А., Саксонов С.В.** Причины дизъюнкций ареалов растений в Самарско-Ульяновском Поволжье (в порядке дискуссии) // Теоретические проблемы экологии и эволюции. Теория ареалов: виды, сообщества, экосистемы (V Любищевские чтения) / Под ред. чл.-корр. Г.С. Розенберга и проф. С.В. Саксонова. Тольятти: Кассандра, 2010 б. С. 180-189. – **Сенатор С.А., Саксонов С.В.** Средне-Волжский биосферный резерват: раритетный флористический комплекс / Под ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга; посл. к.б.н. Ю.К. Рощевский. Тольятти: Кассандра, 2010 а. 251 с.

Ценопопуляции растений: (Основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 217 с. – **Цыганов Д.Н.** Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 196 с.

Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений / Л.А. Жукова [и др.]. Йошкар-Ола, 2010. 368 с.