

УДК 581.524.12

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНИКА *HALOCNEMUM STROBILACEUM* НА ЧИСЛЕННОСТЬ, ЖИЗНЕННОСТЬ И РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ОДНОЛЕТНЕГО ГАЛОФИТА *SALICORNIA PERENNANS*

Котов С. Ф.

Таврический национальный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, sfktv@ukr.net

Установлено влияние многолетнего галофита *Halocnemum strobilaceum* на численность и жизненность однолетника *Salicornia perennans*. С удалением от особей *H. strobilaceum* увеличивается численность и улучшается жизненность *S. perennans*.

Ключевые слова: галофиты, многолетники, однолетники, численность, жизненность, *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia perennans*.

ВВЕДЕНИЕ

Сообщества галофитной растительности представляют собой системы надорганизменного уровня, связанные посредством взаимодействий с абиотической средой и биотическими элементами. Несмотря на свою относительную простоту, фитоценозы галофитов включают ряд видов, как однолетних, так и многолетних. Исследования особенностей взаимодействий между растениями-галофитами различных жизненных форм поможет глубже понять функциональную структуру растительного блока экосистем засоленных земель и, в конечном счете, будет способствовать разработке комплекса фитомелиорационных мероприятий.

Цель данной работы состоит в оценке влияния многолетнего галофита *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Vieb. на численность, жизненность и продуктивность однолетника *Salicornia perennans* Willd.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал был собран в вегетационный сезон 2013 года (с июня по сентябрь), на участке солончаковой растительности в районе станции Прибрежное (Северо-Западный Крым).

Почвы рыхлые, песчаные, слабогумусированные. Тип засоления хлоридный: содержание Cl^- колеблется в среднем за сезон в диапазоне от 0,51 до 1,82 %, SO_4^{2-} – от 0,06 до 0,26 %.

Отбор материала производился в сообществах ас. *Halocnemum salicorniosum*. Общее проективное покрытие травостоя составило 50 %, виды-доминанты – *H. strobilaceum* и *S. perennans* характеризовались проективным покрытием в 30 % и 15 % соответственно. С небольшим покрытием встречались *Suaeda prostrata* Pall. и *Limonium gmelinii* (Willd.) O. Kuntze. Для исследований выбирали участки с отсутствием признаков выпаса скота, рекреации и других форм антропогенного воздействия. На участке случайным методом [1], были отобраны особи *H. strobilaceum*. От каждой из особей *H. strobilaceum*, в радиальном направлении, с ориентировкой по сторонам света, закладывали ленточные трансекты длиной 50 см и шириной 5 см, которые делили на площадки с шагом деления 5 см.

На площадках определяли численность *S. perennans*, и измеряли высоту надземной части, диаметр стебля в области гипокотила, количество боковых ветвей. Измерение параметров морфоструктуры и подсчет численности *S. perennans* проводили с интервалом в две недели на протяжении всего срока вегетации однолетника, с момента появления проростков до обсеменения растений. В конце вегетационного сезона особи *S. perennans* извлекали из почвы вместе с корневой системой, высушивали в термостате при температуре +60 °С в течение 7 дней и взвешивали.

Для анализа динамики роста рассчитывали абсолютный прирост (ΔH), относительный прирост ($\Delta H/H_2$), абсолютную скорость роста (AGR) и относительную скорость роста (RGR) растений в единицу времени (одна неделя) [2].

При обработке количественных данных использовали стандартные методы математической статистики [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В фитоценозах на растения воздействует комплекс абиотических и биотических факторов. Немалую роль в распределении галофитов по площади растительного сообщества, в определении их жизненного состояния играют взаимодействия между растениями. Как правило, взаимодействия осуществляются посредством создания фитосреды, при этом более крупные растения обладают большей средообразующей способностью – их влияние распространяется на более значительное расстояние. Эти положения легли в основу концепции фитогенного поля [4] и явились условным критерием для разделения всех видов в фитоценозе на действующие виды (оказывающие наиболее сильный средообразующий эффект – ДВ) и подчиненные виды (ПВ); последние служили своеобразными «биологическими» маркерами при исследовании средообразующей роли ДВ.

В солеросово-сарсазановом сообществе за действующий вид был принят многолетник *H. strobilaceum*, а за подчиненный – однолетник – *S. perennans*.

H. strobilaceum – полукустарник с недоразвитыми листьями и сочными цилиндрическими годичными побегами. Ветви распостерты по поверхности почвы, большей частью укореняются. Листья не развиты, в виде супротивных, тупоугольных, почти щитковидных чешуек. Цветки по 2–3 находятся в пазухе прицветного, чешуевидного листа, несколько углублены в ось колосовидного соцветия. Цветок обоеполый с булавовидным, трехлопастным околоцветником, одной передней тычинкой и вертикальным пестиком с двумя шиловидными рыльцами, без прицветничков. Цветет в августе – сентябре [5].

S. perennans – травянистый однолетник высотой 10–35 см. Стебель голый, членистый, прямостоячий, с членистыми супротивными ветвями, часто краснеющий. Листья редуцированы. Соцветия представлены сочными цилиндрическими колосками, которые находятся на концах стеблей и ветвей. Цветки обоеполые, погружены в ткань стебля, сидят по три. Околоцветник в виде ромбического щитка с отверстием, из которого выступают тычинки и рыльца. Завязь одногнездная. Плоды коротковолосистые, яйцевидные, вертикальные. Цветет с июля по сентябрь [5].

Растения поглощают ресурсы среды в границах определенного пространства, в виде более или менее правильной концентрической зоны с центром в проекции основания. При перекрытии концентрических зон особей ПВ и особи ДВ происходит конкуренция за ресурсы среды. Снижение потребления ресурсов среды в результате перехвата их конкурентами отражается на жизненности растения и, в конечном счете, на численности популяции.

Численность учитывали путем подсчета особей *S. perennans* на площадках ленточной трансекты. Трансекта начиналась от края подушковидной особи *H. strobilaceum*. Размеры площадок были сопоставимы с размерами *S. perennans*. Особенности заложения трансект диктовались формой роста *H. strobilaceum* – в процессе онтогенеза отдельные веточки, поначалу моноцентричной особи, могут укореняться и особь становится полицентричной. Таким образом, учитывали «краевые» эффекты влияния многолетника на однолетник.

Анализ данных числа особей ПВ на площадках показал, что имеется четко выраженный тренд увеличения численности с удалением площадок от ДВ. Корреляционный анализ связи числа особей *S. perennans* на площадках с удаленностью их от *H. strobilaceum* показал наличие достоверной положительной связи ($P \leq 0,05$). Коэффициент корреляции колеблется в диапазоне от $0,52 \pm 0,19$ до $0,79 \pm 0,16$. Статистически достоверная связь ($P \leq 0,05$) установлена для трансект с ориентацией на север и юг. Для трансект, ориентированных на запад и восток, отмечен только тренд в увеличении численности ПВ с удалением от ДВ.

Увеличение численности *S. perennans* с удалением от *H. strobilaceum* свидетельствует о постепенном снятии негативного влияния со стороны многолетника. Механизм такого влияния может быть поливариантным – здесь могут иметь место топические связи, выражающиеся в перераспределении основных абиотических факторов посредством изменения рельефа, снижение

корневой конкуренции за воду и элементы минерального питания, изменение характера конкурентных взаимодействий путем выделения аллелопатически активных веществ особями ДВ.

В процессе роста *H. strobilaceum* несколько изменяет рельеф, создавая микросайты, через посредство небольших повышений. Ранее нами было показано, что нанорельеф является значимым фактором в пространственном распределении и конкурентоспособности однолетних галофитов [6]. Из всех однолетних галофитов *S. perennans* является наиболее влаголюбивым видом, предпочитающим депрессивные формы рельефа. На численность однолетника может влиять и корневая конкуренция со стороны ДВ. Рядом исследований показано, что в надземных органах *H. strobilaceum* содержатся аллелопатически активные вещества; накопление фенольных соединений в пределах зоны влияния ДВ препятствует развитию *S. perennans* [7].

Наиболее адекватным показателем, характеризующим жизненность растений, является их воздушно-сухая масса. Однако не всегда представляется возможным ее измерить в динамике, так как это означает прекращение существования особи. Ранее было показано, что воздушно-сухая масса особей однолетних галофитов тесно коррелирует с высотой надземной части растений [8]. Это позволяет использовать в качестве показателя жизненности высоту надземной части растений. В таблице 1 приведены средние значения высоты надземной части растений в течение вегетационного сезона.

Из данных таблицы 1 видно наличие тренда в сторону увеличения высоты растений с удалением площадки от края проекции куста *H. strobilaceum*. Наиболее отчетливо этот тренд проявляется во втором периоде жизненного цикла *S. perennans*. Это свидетельствует о том, что со снижением напряженности фитогенного поля жизненность однолетника повышается. В таблице 1 также приведены коэффициенты корреляции высоты ПВ с расстоянием площадок трансекты от ДВ: в большинстве случаев установлена статистически достоверная связь ($P \leq 0,05$), коэффициенты корреляции достаточно высоки и колеблются в диапазоне от $0,78 \pm 0,08$ до $0,89 \pm 0,06$. Наиболее отчетливо влияние многолетника на жизненность *S. perennans* прослеживается на трансектах с ориентировкой север-юг.

В сообществах однолетних галофитов превалирует подземная симметричная конкуренция за воду и элементы минерального питания, которая является существенным фактором, влияющим на обилие, жизненность, рост и продуктивность растений [8, 9]. *S. perennans* и *H. strobilaceum* произрастают в одном и том же диапазоне засоления почвы [10]; *H. strobilaceum* имеет вертикальную и латеральную корневую систему, которая захватывает горизонт питания *S. perennans* [11, 12, 13]. Поэтому, с большой долей вероятности, можно утверждать, что в сообществах, образованных ценопопуляциями *S. perennans* и *H. strobilaceum*, присутствует корневая конкуренция за элементы минерального питания и воду, в ходе которой многолетний вид снижает жизненность однолетника.

Таблица 1

Динамика влияния *Halocnemum strobilaceum* на высоту ($\bar{x} \pm m_x$) надземной части *Salicornia perennans*

Направление трансекты / фенофаза		Расстояние от ДВ до учетной площадки, см					Коэффициент корреляции ($r \pm m_r$)
		0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	
Север	1	0	10,2±0,1	19,1±7,4	35,5±9,2	38,0±10,5	0,81±0,08
	2	21,2±8,0	24,3±7,3	23,2±7,3	36,5±10,5	46,0±11,4	0,78±0,08
Юг	1	18,2±0,8	25,3±9,3	39,5±9,3	56,2±8,3	76,3±2,3	0,88±0,06
	2	27,0±9,3	28,2±6,3	49,0±10,8	68,3±11,1	100,0±12,0	0,89±0,06
Запад	1	27,2±11,5	37,0±13,2	24,0±9,4	25,3±8,0	29,45±8,7	NS
	2	25,0±7,9	38,0±1,2	28,0±10,2	29,5±11,2	49,0±28,1	NS
Восток	1	15,4±10,9	27,5±10,1	45,1±10,1	62,1±10,1	34,2±16,5	NS
	2	25,0±8,7	28,3±7,9	47,12±7,2	100,2±0	44,6±17,3	0,79±0,08

Примечание к таблице. В колонке «фенофаза» 1 – период формирования вегетативной сферы, 2 – период формирования генеративных органов, NS – наличие статистически достоверной связи не доказано ($P \geq 0,05$).

Важнейшей характеристикой жизненности растений является рост [2]. В таблице 2 приведены средние выборочные показатели характеристик интенсивности роста *S. perennans* на трансектах различной ориентации по сторонам света. Ростовые характеристики даны в зависимости от фенофаз однолетника.

Таблица 2

Влияние *Halocnemum strobilaceum* на ростовые процессы *Salicornia perennans*

Направление трансекты	Период фенофазы	ΔH , мм	$\Delta H/H_2$	AGR, мм/нед.	RGR, мм/мм/нед.
Север	Формирование вегетативной сферы	13,4	0,20	0,95	0,010
	Формирование генеративных органов	9,9	0,10	0,70	0,007
Юг	Формирование вегетативной сферы	14,4	0,24	1,03	0,020
	Формирование генеративных органов	6,6	0,08	0,47	0,005
Запад	Формирование вегетативной сферы	13,9	0,19	0,99	0,010
	Формирование генеративных органов	1,0	0,01	0,07	0,001
Восток	Формирование вегетативной сферы	13,5	0,22	0,96	0,010
	Формирование генеративных органов	7,3	0,08	0,52	0,007

Ростовые характеристики являются производными от морфометрических параметров жизненности. Конкуренция за ресурсы среды тормозит ростовые процессы в популяциях однолетних галофитов [8]. Данные таблицы 2 подтверждают основные закономерности интенсивности ростовых процессов у однолетних растений. В первую фазу жизненного цикла растений наблюдается равномерное увеличение величины RGR, как результат накопления пластических веществ и нарастания ассимиляционной поверхности, а затем происходит постепенное замедление к периоду формирования генеративной сферы особи. С переходом к цветению (вторая фаза) интенсивность ростовых процессов снижается.

ВЫВОДЫ

1. В сообществах ас. *Halocnemum salicorniosum* отмечено наличие конкурентных взаимодействий между ценопопуляциями многолетнего галофитного вида *H. strobilaceum* и однолетнего галофита *S. perennans*.

2. В результате конкурентного воздействия *H. strobilaceum* снижается численность и ухудшается жизненность *S. perennans*.

3. Интенсивность ростовых процессов *S. perennans* определяется фенологической фазой в развитии однолетника: наиболее интенсивный рост отмечен в фазу формирования вегетативной сферы.

Благодарности. Автор приносит благодарность А. С. Гурской за помощь в обработке полевого материала.

Список литературы

1. Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике / В. И. Василевич – Л.: Наука, 1969. – 239 с.
2. Карманова И. В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений / И. В. Карманова. М.: Наука, 1976. – 222 с.
3. Урбах В. Ю. Биометрические методы / Урбах В. Ю. – М.: Наука, 1964. – 415 с.

4. Уранов А. А. Фитогенное поле / А. А. Уранов – Проблемы современной ботаники. – Т. 1. – М.: Наука, 1965. – С. 251–254.
5. Флора Восточной Европы. Т. 9 / [ред. Н. Н. Цвелев]. – СПб.: Мир и семья-95, 1996. – 456 с.
6. Котов С. Ф. Конкуренция между ценопопуляциями некоторых галофитов вдоль градиента повышения рельефа / С. Ф. Котов // Питання біоіндикації та екології. – 2000. – Вип. 5, № 1. – С. 52–56.
7. Симагина Н. О. Взаимодействия в сообществах галофитов: аллелопатический аспект / Н. О. Симагина, С. Ф. Котов. – Lambert Academia Publishing, 2014. – 214 с.
8. Котов С. Ф. Влияние плотности ценопопуляции на жизненность, рост и размерную структуру *Halimione pedunculata* / С. Ф. Котов // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 3. – С. 88–96.
9. Котов С. Ф. Механизмы конкуренции в сообществах однолетних суккулентных галофитов / С. Ф. Котов // Укр. бот. журнал. – 2001. – Т. 58, № 4. – С. 465–470.
10. Ajmal Khan. Halophytes seed germination / Ajmal Khan, Bilauees Gul // Ecophysiology of high salinity tolerant plants. – Dordrecht: Springer Science + Business Media B. V., 2008. – P. 11–30.
11. Lingshao M. The biological characteristics of *Halocnemum strobilaceum* and its community on the border of oasis in hutubi, Xinjiang / M. Lingshao // Acta Ecologica Sinica. – 1995. – N. 15 (4). – P. 351–358.
12. Hosseini S. A. Autecology of *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb. in saline and alkaline rangelands of Golestan province / S. A. Hosseini, A. A. Shahmoradi // Journal of Plant Science Reseach. – Ser. 22. – 2011. – N 2. – P. 30–43.
13. Котов С. Ф. Оценка взаимодействий между растениями в галофитных сообществах Крыма / С. Ф. Котов // Рациональное использование и охрана экосистем Крыма. – К.: УМК ВО, 1992. – С. 15–20.

Котов С. Ф. Вплив багатолітника *Halocnemum strobilaceum* на чисельність, життєвість і ростові процеси однорічного галофіта *Salicornia perennans* // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2014. Вип. 10. С. 52–56.

Встановлено вплив багатолітнього галофіта *Halocnemum strobilaceum* на чисельність і життєвість однорічника *Salicornia perennans*. З віддаленням від особин *H. strobilaceum* збільшується чисельність і покращується життєвість *S. perennans*.

Ключові слова: галофіти, багатолітники, однорічники, чисельність, життєвість, *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia perennans*.

Kotov S. F. The influence of perennial halophyte *Halocnemum strobilaceum* on density and vitality of annual species *Salicornia perennans* // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 10. P. 52–56.

The influence of perennial halophyte *Halocnemum strobilaceum* on density and vitality of annual species *Salicornia perennans* are established. Density and vitality of *S. perennans* increases when the distance between it and *H. strobilaceum* growth.

Key words: halophytes, perennials, annuals, density, vitality, *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia perennans*.

Поступила в редакцію 19.02.2014 г.