

УДК 581.524.12

Влияние *Juncus soranthus* Schrenk на численность и жизненность *Salicornia perennans* Willd. в галофитных сообществах Северо-Западного Крыма

Котов С. Ф.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского
Симферополь, Республика Крым, Россия
sfktv@mail.ru

В сообществах галофитов, в Северо-Западном Крыму, изучали влияние *Juncus soranthus* на *Salicornia perennans* на ленточных трансектах, ориентированных по основным сторонам света. Трансекты были поделены на учетные площадки размером 5×5 см. При подсчете числа особей *S. perennans* на учетных площадках отмечено увеличение численности особей *S. perennans* по мере удаленности площадок от *J. soranthus*. Анализ эмпирических линий регрессии численности *S. perennans* по градиенту удаленности показал, что увеличение численности *S. perennans* происходит вплоть до расстояния в 30–40 см от *J. soranthus*. С увеличением расстояния от *J. soranthus* улучшается жизненность *S. perennans*: отмечается достоверный рост средней высоты растений ($P < 0,05$) вплоть до расстояния в 30–40 см от *J. soranthus*, количество боковых побегов *S. perennans* также увеличивается (с 0–1 на расстоянии в 5 см от *J. soranthus*, до 4–5 на расстоянии в 30–40 см). Общий тренд в изменении показателей численности и жизненности *S. perennans* с расстоянием от *J. soranthus* не зависит от ориентации трансект по сторонам света. Анализ динамики показателей численности и жизненности предполагает наличие межвидовой конкуренции в исследованных сообществах. *J. soranthus* путем конкурентного воздействия снижает численность и показатели жизненности *S. perennans* в пределах зоны изъятия ресурса (фитогенного поля). Зона изъятия ресурса *J. soranthus* носит концентрический характер с радиусом в 30–40 см. В силу особенностей архитектоники надземных побегов *J. soranthus* и *S. perennans* следует предположить наличие в сообществе межвидовой конкуренции за элементы подземного питания. Корневая система *J. soranthus* охватывает пространство радиусом 12–14 см от центра растения. Большие, по сравнению с распространением корневой системы *J. soranthus*, размеры зоны изъятия ресурса объясняются утратой мелких корней при раскопке корневой системы *J. soranthus* и предположительным увеличением площади сосущих корней за счет микоризы.

Ключевые слова: галофиты, конкуренция, *Juncus soranthus*, *Salicornia perennans*.

ВВЕДЕНИЕ

Основные характеристики сообществ засоленных земель определяются комплексом абиотических факторов. Биотические факторы, среди них такие, как конкуренция за ресурсы среды, благоприятствование и ряд других, также оказывают существенное влияние на структуру галофитных фитоценозов. В связи с этим исследования взаимодействий между растениями, по-прежнему, являются актуальными (Lee, Kim, 2018). Значимость таких исследований подчеркивается постоянным ростом площадей засоленных земель, вследствие нерационального ведения хозяйства на орошаемых угодьях с одной стороны и все возрастающими масштабами использования галофитов для удовлетворения потребностей человечества, с другой стороны (Gunning, 2016).

Целью нашей работы являлась оценка влияния многолетнего галофита *Juncus soranthus* Schrenk на обилие и жизненность однолетника *Salicornia perennans* Willd.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили с июня по ноябрь 2014 года, охватывая весь вегетационный период растений, начиная со стадии проростков и заканчивая стадией плодоношения и частичным отмиранием особей *S. perennans*. Материал был собран на участке солончаковой растительности, в районе станции Прибрежное, вблизи соленого озера Сасык-Сиваш. (Северо-Западный Крым).

Почвы рыхлые, песчаные, слабо гумусированные, с хлоридным типом засоления: содержание Cl⁻ колеблется в пределах 0,51 %–1,82%, SO₄²⁻ – 0,06–0,26 %. Материал отбирали в сообществах *Salicornietum purum*. Общее проективное покрытие составило 60 %. В сообществе доминирует *S. perennans* с проективным покрытием около 50 %, с небольшим обилием встречаются *J. soranthus* (проективное покрытие 5 %), *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb., *Limonium gmelinii* (Willd.) O.Kuntze (проективное покрытие по 3 %).

В данном сообществе изучали влияние многолетнего растения *J. soranthus* на однолетнее *S. perennans*; многолетник рассматривался как действующий вид – ДВ, а однолетник как подчиненный – ПВ (Уранов, 1955).

Для исследований был выбран участок растительности максимально выровненный по рельефу с отсутствием прямого антропогенного воздействия (выпас скота, рекреация и т. д.). На участке случайным методом (Василевич, 1969) были отобраны особи *J. soranthus*. От каждого из отобранных растений, в радиальном направлении, с ориентировкой по сторонам света, закладывали ленточные трансекты (длина трансекты 70 см, ширина 5 см); трансекты делили на площадки с шагом деления 5 см. На площадках учитывали численность *S. perennans* и измеряли параметры жизненности ПВ (высоту и количество боковых ветвей). Ранее нами было установлено, что у однолетних галофитов высота тесно коррелирует с воздушно-сухой массой, параметром, который наиболее адекватно отражает жизненность растения (Котов, 2010). Учет показателей жизненности проводили с периодичностью один раз в две недели в течение вегетационного сезона. Одновременно, в начале вегетации *S. perennans*, были заложены контрольные площадки на удалении 2–3 м от *J. soranthus*, на которых также проводили измерения указанных выше параметров ПВ. В конце периода вегетации, методом полной раскопки и отмывки подземных частей растений, была исследована корневая система *J. soranthus* (Рожков и др., 2008).

Количественные данные обрабатывали с использованием стандартных методов математической статистики (Урбах, 1964).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основной формой взаимодействий между растениями в сообществах является конкуренция за ресурсы среды. Как правило, конкуренция ассиметрична, то есть растение большее по размерам и лучше развитое поглощает ресурсов среды непропорционально больше по сравнению с растением меньших размеров (Stoll, Weiner, 2000). В соответствии с этим А. А. Уранов (1955) в системе взаимодействующих растений выделял действующий вид (ДВ) и подчиненный вид (ПВ). Действующий вид, в процессе своей жизнедеятельности изменяет условия среды в границах определенного пространства – фитогенного поля, зоны изъятия ресурса и тому подобное, оказывая тем самым, угнетающее влияние на подчиненный вид. В парах многолетнее растение-однолетник, исходя из габитуса жизненной формы растений, за действующий вид обычно принимается многолетник (Котов, 2014).

В данном исследовании изучалось одностороннее влияние многолетника на однолетник, так как взаимодействия между особями растений в сообществах осуществляются преимущественно по вертикали (Василевич, 1983), и растения более крупных по размерам жизненных форм в большей мере преобразуют условия среды обитания.

J. soranthus – многолетнее растение с коротко-ползучим и дернистым корневищем, высотой 30–50 см, с листьями при основании стеблей. Нижние влагалища светло-бурые, чешуевидные. Листья тонко заостренные, желобчатые, 2–2,5 мм шириной, достигающие по длине соцветие. Соцветие щитковидно-зонтиковидное, с немногочисленными веточками разной длины. Цветки 3–4 мм длиной, скучены по 2–4 на концах и в разветвлениях веточек. Коробочка 3,7–4 мм длиной, обратнойцевидная, рыжеватая, блестящая. Семена яйцевидные, 0,5–0,6 мм длиной. В Крыму встречается на солонцеватых местах (Флора Европейской..., 1976; Ольшанский, 2009). В пределах исследуемого участка образует небольшие дернины.

S. perennans травянистое однолетнее растение, высотой 10–35 см с голым, прямостоячим, членистым стеблем. От стебля супротивно отходят членистые ветви; листья редуцированы.

Растение часто краснеющее. Соцветия представлены сочными цилиндрическими колосками, которые сидят на концах стеблей и ветвей. Цветки погружены в ткань стебля, обоеполые, сидят по три. Околоцветник в виде ромбического цветка с отверстием, из которого выступают тычинки и рыльца. Завязь одногнездная. Плоды коротковолосистые, яйцевидные, вертикальные (Флора Восточной..., 1996).

Многочисленными исследованиями было показано, что в пределах фитогенного поля растения изменяется численность, жизненность, продуктивность других растений. Нами, в работах по взаимодействию многолетних и однолетних растений в солончаковых сообществах Крыма, были подтверждены эти результаты (Котов, Иванова, 1998; Котов, 2014). Однако, для разных характеристик обилия вида и для разных растений, а также для разных почвенно-растительных условий показатели интенсивности взаимодействий разнятся.

Анализ эмпирических линий регрессии численности *S. perennans* по градиенту удаленности от особей *J. soranthus* показал, что по мере удаления площадок от ДВ численность ПВ возрастает от одной-двух до десяти особей на площадке. Наименьшее количество особей *S. perennans* зарегистрировано на отрезке трансекты в 5–10 см. Увеличение численности *S. perennans* на учетных площадках прекращается с удалением их от *J. soranthus* на расстояние 30–40 см, в этой точке кривые выходят на плато и далее слабо флюктуируют. Общий ход кривой сходен для всех трансект вне зависимости от направления по сторонам света. При этом, на трансектах, ориентированных на юг, произрастает большее количество особей *S. perennans* как на отдельных площадках, так и по всей трансекте в целом.

В ответ на конкурентные воздействия растения реагируют снижением параметров своей жизненности. Параметры жизненности являются более «чувствительными» по сравнению с численностью, так как конкурентное давление не всегда приводит к гибели особи, но отрицательно отражается на ее жизненности.

Лучшим показателем, отражающим жизненность растений, является их воздушно-сухая масса. Однако, в ряде случаев, бывает трудно проследить динамику этого параметра, так как оценка воздушно-сухой массы сопряжена с удалением из почвы и прекращением жизни растения. Поэтому, зачастую используются параметры жизненности тесно коррелирующие с воздушно-сухой массой. Мы использовали в качестве параметра для оценки жизненности *S. perennans* высоту надземной части растений. Это оправдано с той точки зрения, что в силу своей архитектоники особи *S. perennans* не конкурируют за свет.

В таблице 1 отражена динамика высоты растений *S. perennans* на отрезках трансекты в течение вегетационного сезона 2014 года. Принимая во внимание разницу в численности ПВ на трансекте, ориентированной на юг, в таблице 1 приведены средние высоты растений на отрезках трансекты с ориентацией на восток; каждый отрезок объединял по две площадки.

Таблица 1
Высота растений *Salicornia perennans* в зависимости от удаленности от *Juncus soranthus*

Дата отбора проб	Расстояние от ДВ (см)					Контроль
	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	
29.07.14	2,5±0,1	5,2±0,3	4,3±0,3	5,2±0,3	8,6±0,7	10,4±0,2
12.08.14	5,0±0,1	10,0±0,2	8,4±0,4	10,0±0,3	13,7±0,3 ^{NS}	13,8±0,4
26.08.14	8,7±0,2	12,9±0,3	13,9±0,3	16,3±0,3	17,2±0,5 ^{NS}	18,4±0,4
09.09.14	10,2±0,2	13,4±0,3	14,5±0,4	16,6±0,3	17,5±0,4 ^{NS}	18,5±0,2
23.09.14	10,5±0,4	13,6±0,5	14,8±0,5	16,9±0,3	18,4±0,4 ^{NS}	18,8±0,3
07.10.14	10,7±0,4	13,3±0,4	15,1±0,5	17,1±0,3	18,0±0,4 ^{NS}	18,3±0,3
21.10.14	6,0±0,3	13,2±0,5	15,2±0,5	17,3±0,3	18,3±0,4 ^{NS}	18,4±0,3
04.11.14	6,2±0,3	13,4±0,4	15,2±0,5	17,4±0,3	18,3±0,3 ^{NS}	18,4±0,3

Примечание к таблице. NS – разница между средними в контроле и опыте недостоверна ($P \geq 0,05$).

Как видно из таблицы 1, в течение вегетационного сезона высота растений увеличивается. Существенное увеличение высоты ПВ наблюдается до конца августа. К этому времени заканчивается процесс накопления ассимилятов, ростовые процессы, характерные для первой фазы жизненного цикла однолетников, прекращаются и растения вступают во вторую фазу своего жизненного цикла, в которой накопленные ранее ассимиляты расходуются на процессы цветения и образования семян и плодов.

Данные по динамике высоты *S. perennans* показывают наличие тренда в увеличении этого показателя с удалением от действующего вида (табл. 1). Установлена статистически достоверная положительная связь ($P < 0,05$) высоты растений *S. perennans* с удаленностью площадок от *J. soranthus*; коэффициенты корреляции варьируют в диапазоне от $0,69 \pm 0,16$ до $0,89 \pm 0,09$. Разница между средними высоты *S. perennans* на учетных площадках и в контроле перестает быть статистически достоверной ($P < 0,05$) на расстоянии 40–50 см от центра ДВ. Это отмечено для всех трансект.

Жизненность *S. perennans* характеризует также такой параметр, как наличие и количество ветвей на стебле. Боковые побеги увеличивают площади фотосинтетической поверхности солероса, что положительно сказывается на его жизненности. Соответственно этому выделяют формы роста *S. perennans*, которые являются плотнозависимой характеристикой – степень обветвленности возрастает со снижением конкурентного давления (Котов, 1999). Наблюдается явный тренд в сторону увеличения количества боковых побегов у растений *S. perennans* с удаленностью площадок трансект от центра *J. soranthus*. Количество боковых побегов увеличивается с 0–1 на расстоянии в 5 см от ДВ до 4–5 на расстоянии в 30–40 см.

В сообществах галофитов превалирует корневая конкуренция за ресурсы среды (Schwinning, Weiner, 1998). Методом раскопок установлено, что корневые системы и *J. soranthus* и *S. perennans* находятся в одном почвенном горизонте. Корневая система *S. perennans* проникает вглубь почвы на 4–5 см, а основная масса корней *J. soranthus* находится на глубине от 2 до 7–8 см. Корневая система *J. soranthus* мочковатого типа и по периметру охватывает пространство радиусом 12–14 см от центра растения; корневая система *S. perennans* стержневого типа и не имеет ярко выраженных боковых корней. Вместе с тем, следует предположить, что зона изъятия ресурса у *J. soranthus* превышает вышеозначенное пространство, так как при раскопках корневой системы растения не учтена масса мелких корней, и зона изъятия ресурса может быть увеличена за счет микоризы, которая присуща многим галофитным растениям (Schwinning, Weiner, 1998). Ориентируясь на изменение показателя жизненности вида-фитометра (*S. perennans*), можно считать, что конкурентное воздействие *J. soranthus* на *S. perennans* распространяется на расстояние в 30–40 см от центра *J. soranthus* (табл. 1) и зона изъятия ресурса (фитогенное поле) *J. soranthus*. носит концентрический характер.

ВЫВОДЫ

1. В сообществах галофитов многолетнее растение *Juncus soranthus*, путем конкурентного воздействия, снижает численность и жизненность (высоту и количество боковых побегов) однолетника *Salicornia perennans*.

2. Конкурентное воздействие многолетника распространяется на расстояние в 30–40 см от *J. soranthus*.

3. Зона изъятия ресурса (фитогенное поле) *J. soranthus*. носит концентрический характер.

Благодарности. Автор признателен А. О. Бадисовой за помощь в сборе полевого материала.

Список литературы

- Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике. – Л.: Наука, 1969. – 232 с.
- Котов С. Ф. Конкурентные взаимодействия и аллометрия в ценопопуляциях *Salicornia europaea* L. // Украинський ботанічний журнал. – 1999. – Т. 56, № 4. – С. 369–373.
- Котов С. Ф. Влияние плотности ценопопуляции на жизненность, рост и размерную структуру *Halimione pedunculata* // Экосистемы, их охрана и оптимизация. – 2010. – Вып. 3. – С. 88–96.
- Котов С. Ф. Влияние многолетника *Halocnemum strobilaceum* на численность, жизненность и ростовые процессы однолетнего галофита *Salicornia perennans* // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2014. – Вып. 10. – С. 52–56.
- Котов С. Ф., Иванова С. Н. Оценка конкурентного воздействия многолетнего вида на однолетник в полынно-петросимониевых сообществах Крыма // Ученые записки Симферопольского государственного университета. – 1998. – № 5 (44). – С. 13–17.
- Ольшанський І. Г. Географічний аналіз *Juncaceae* Juss. флори України // Український ботанічний журнал – 2009. – Т. 66, № 4. – С. 554–565.
- Рожков В. А., Кузнецова И. В., Рахматуллоев Х. Р. Методы изучения корневых систем растений в поле и лаборатории. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – 51 с.
- Уранов А. А. Количественное выражение межвидовых отношений в растительном ценозе // Бюллетень МОИП. Отдел биологии. – 1955. – Т. 60, вып. 3. – С. 165–198.
- Урбах В. Ю. Биометрические методы. – М.: Наука, 1964. – 415 с.
- Флора Европейской части СССР. Т. 2 / [Отв. ред. Ан. А. Федоров]. – Л.: Наука, 1976. – 236 с.
- Флора Восточной Европы. Т. 9 / [Ред. Н. Н. Цвелев]. – СПб.: Мир и семья-95, 1996. – 456 с.
- Gunning D. Cultivating *Salicornia europaea* (Marsh Samphire) / BIM. – 2016. – 92 p. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bim.ie/media/bim/content/news,and,events/BIM,Cultivating,,Salicornia,europaea,-,Marsh,Samphire.pdf>. Дата обращения 01.06.18.
- Lee J.-S., Kim J.-W. Dynamics of zonal halophyte communities in salt marshes in the world // Journal of Marine and Island Cultures. – 2018. – N 7 (1). – P. 84–106.
- Schwinning S., Weiner J. Mechanisms determining the degree of size asymmetry in competition among plants // Oecologia – 1998. – Vol. 113. – P. 447–455.
- Stoll P., Weiner J. A neighborhood view of interactions among individual plants // The geometry of ecological interactions: Simplifying spatial complexity. – Cambridge University Press, 2000. – P. 11–27.

Kotov S. F. Influence of *Juncus soranthus* Schrenk on density and vitality of *Salicornia perennans* Willd. in halophytic plant communities in the northwest Crimea // Ekosistemy. 2019. Iss. 20. P. 52–56.

In the halophytic communities in the north-west Crimea the influence of *Juncus soranthus* on *Salicornia perennans* was studied with the help of belt transects oriented to the main cardinal directions. The belt transects were divided into discount areas measuring 5 to 5 cm. While counting the number of specimens of *S. perennans* on the discount areas, it was observed that the population of *S. perennans* rose as the distance between the discount areas and *J. soranthus* increased. The analysis on the empirical regression lines of *S. perennans* population upon the gradient of distance showed that the increase in population occurs at the distance of up to 30–40 cm away from *J. soranthus*. As the distance away from *J. soranthus* increases, the vitality of *S. perennans* improves: positive growth of average plant height ($P < 0.05$) was observed occurring at the distance of up to 30–40 cm away from *J. soranthus*; number of lateral buds of *S. perennans* increases as well (from 0–1 at a distance of 5 cm away from *J. soranthus*, up to 4–5 at the distance of 30–40 cm). A general tendency of the increase in density and vitality of *S. perennans* with the growing distance away from *J. soranthus* doesn't depend on the orientation of belt transects according to the cardinal directions. The analysis on the dynamics of density and vitality criteria suggests interspecies competition in the studied communities. *J. soranthus* decreases the density and vitality of *S. perennans* by means of its competitiveness in the resource withdrawal area. The *J. soranthus* resource withdrawal area is of a concentric nature with the radius of 30–40 cm. Due to the peculiarities in the architectonics of aboveground sprouts of *J. soranthus* and *S. perennans* the interspecies competition for the elements of the ground water inflow is suggested. The root system of *J. soranthus* occupies the radius span of 12–14 cm from the plant core. The bigger resource withdrawal areas in comparison to the *J. soranthus* root system expansion can be explained by the loss of smaller roots while excavation of the *J. soranthus* root system and by implicit increase of area of absorbing roots as a result of rhizobium.

Key words: halophytes, competition, *Juncus soranthus*, *Salicornia perennans*.

Поступила в редакцию 07.10.19