

УДК 581.524.12:581.522.5

Жалдак С. Н.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНКУРЕНЦИИ НА АНАТОМИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ РАСТЕНИЙ ГАЛОФИТНЫХ СООБЩЕСТВ КРЫМА

Растительное сообщество представляет собой совокупность растительных организмов, занимающих определенную территорию и связанных между собой системой сложных взаимоотношений. Эти взаимоотношения определяют количественный и качественный состав, строение и динамику фитоценоза [1]. Влияние растений друг на друга при совместном произрастании осуществляется опосредованно, путем изменения условий местообитания: влажности, освещенности, почвенных условий и др. Мощность развития растения, его семенная продуктивность определяется потреблением достаточного количества необходимых ему элементов минерального питания. Поскольку ресурсы питательных веществ в почве обычно бывают ограничены, между составляющими фитоценоза растениями, возникает конкуренция за их использование [2]. Результатом этого является дифференциация особей в фитоценозе по основным показателям жизнеспособности: высоты, надземной и подземной массы растений, темпов развития и интенсивностью их физиологических процессов. Это было подтверждено в ходе многочисленных исследований проведенных как в естественных, так и в искусственных фитоценозах [3, 4, 5, 6, 7]. Однако в этих работах, не учитывалась степень варьирования анатомо-морфологических характеристик особи при конкурентном взаимодействии. Вместе с тем, изменение морфометрических параметров, является следствием развития и формирования анатомических структур растения [8].

Целью нашего исследования является изучение зависимости формирования анатомических структур растений от конкурентных взаимодействий в моноценозах *Salicornia europaea* L.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в течение лета-осени 1999г. в моноценозах ассоциации *Salicornietum purum* (общее проективное покрытие - 45-60%), на берегу соленого озера Сасык (ст. Прибрежное, Северо-Западный Крым)[9].

Изучаемый объект – Солерос европейский (*Salicornia europaea* L.), типичный галофит относится к семейству маревых (Chenopodiaceae). Основные местообитания морские побережья и мокрые солончаки [10].

В трех ценопопуляциях *S. europaea*, образующих ряд вдоль градиента увлажненности экотопа влажных солончаков (условно: “умеренно-влажная”, “высокая”, “очень-высокая”), выделили по два участка- контроль и опыт. На опытных участках случайным способом выбирали 25 особей *S.europaea*. Для исключения взаимодействия между растениями, вокруг особи в пределах радиуса фитогенного поля ($R=10-15$ см.), удаляли все соседние растения вместе с корневой системой [3]. Эксперимент по удалению соседей проводили в начале вегетационного периода *S. europaea* (первая декада июля 1999г.). Контрольные участки оставались без изменений до момента сбора материала после фазы цветения *S. europaea*. (вторая декада сентября 1999г.). Именно к периоду формирования генеративной сферы растения, происходит окончательное становление жизненной формы особи и стабилизация конкурентных отношений в галофитных сообществах [3]. С помощью метода ближайшего соседа, на контрольных участках отбирались пары растений с перекрывающимися фитогенными полями. Объем выборки составил 25 (опыт) и 50 (контроль) растений.

При анатомическом анализе каждое растение изучали индивидуально. Анатомические препараты стебля готовились по общепринятой методике [11]. Измерение и подсчет анатомических структур *S.europaea* проводили на срезах и постоянных препаратах в 30- кратной повторности, с использованием светового микроскопа Биолам-д2, окуляр-микрометра АН9-2 и окулярную сеточку ($S=0,56$ мм²).

Статистическая обработка проведена по каждой выборке [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Характер взаимоотношений растений с друг другом в фитоценозе определен содержанием в окружающей среде доступных элементов питания. Появление в растительном сообществе новой особи или увеличение мощности уже существующей, связано с дополнительным потреблением воды, питательных веществ и др. [2]. Следовательно - это позволяет предположить наличие у них структурных изменений, направленных на процессы новообразования и развития организма. Полученные размерные величины эпидермальных клеток и количество их в единице площади поверхности эпидермы различны ($P<0,05$) у контрольных и экспериментальных растений в трех ценопопуляциях *S. europaea*. (табл. 1.) Так, на «умеренно-влажном» участке, плотность эпидермальных клеток (мм²) в контроле составило $534,0 \pm 16,8$ шт., в опыте $476,2 \pm 11,1$ шт.; длина эпидермальных клеток возрастает с $32,5 \pm 0,13$ мкм. в контроле до $42,6 \pm 0,21$ мкм. в опыте. (табл. 1.) Это указывает, на то, что снятие конкурентного давления на опытных участках, благоприятно отразилось на росте эпидермальных клеток. В то же время, плотность устьиц в одном мм² возрастает с $168,80 \pm 2,48$ шт. (опыт) до $217,21 \pm 0,84$ шт. (контроль), аналогичная зависимость характерна и по двум другим ценопопуляциям *S. europaea*. (табл. 1.).

Усиление “ксероморфности” признаков в отношении длины эпидермальных клеток и числа устьиц на единицу площади (мм²) эпидермы (контроль) указывает на

то, что конкурирующие особи находятся в условиях затруднительного почвенного водоснабжения и минерального питания.

Таблица 1

Влияние конкуренции на анатомические структуры *Salicornia europaea* L.

Показатель	Увлажненность экотопа	Количественная характеристика ($\bar{X} \pm M_x$)	
		контроль (n=50)	опыт (n=25)
Высота клеток эпидермы, мкм.	Умеренная	32,54±0,13	42,69±0,21(у-в) •
	Высокая	36,90±1,14	42,70±2,81(в-о.в) •
	Очень высокая	40,12±0,18	44,79±1,36
Длина устьичной щели, мкм.	Умеренная	26,47±0,11*	26,14±0,41*
	Высокая	27,97±2,32*	28,12±0,25*
	Очень высокая	26,35±0,98*	26,32±1,57*
Плотность устьиц шт./мм ² . эпидермы	Умеренная	217,21±0,84	168,80±2,48
	Высокая	186,78±3,23	131,54±1,45
	Очень высокая	164,28±0,14	119,36±1,71
Плотность эпидермальных клеток, шт./мм ² .	Умеренная	534,04±16,80	476,25±11,10
	Высокая	529,81±10,04	462,95±3,29
	Очень высокая	500,08±5,62	403,40±13,21
Толщина хлоренхимы, мкм.	Умеренная	182,40±4,72•(у-в)	227,20±6,61
	Высокая	184,44±11,30•(у-в)	235,70±1,32
	Очень высокая	165,05±6,74	209,45±3,66
Толщина водоносной паренхимы, мкм.	Умеренная	564,45±24,27	603,85±13,09
	Высокая	511,25±1,69	552,41±7,11
	Очень высокая	557,38±6,26	569,58±2,37

Примечание. *-различия между средними контроля и опыта недостоверны. ($P > 0,05$);

(у-в)•- различия между средними высоты эпидермальных клеток и толщины хлоренхимы при разной степени увлажненности экотопа недостоверны ($P > 0,05$) («умеренная» и «высокая»); (в-о.в)•-- («высокая» и «очень высокая») ($P > 0,05$)

В ряде исследований, проведенных в галофитных сообществах, была установлена внутривидовая конкуренция за элементы почвенного питания, а именно за почвенный азот [13]. Недостаток получения азота растением приводит к ранней остановке роста клетки, её растяжения и, в результате, мелкоклеточности тканей [14]. Кроме обеспеченности элементами минерального питания на рост и развитие растений оказывает влияние увлажненность местообитания. Эти обуславливающие друг друга условия находятся в тесной взаимосвязи [15]. Приуроченность *S. europaea* к влажным солончакам связано в первую очередь с достаточной влажностью экотопа [16, 17]. Насыщаемость водой клеток водоносной паренхимы при интенсивном росте *S. europaea*, предохраняет ассимилирующую ткань от токсического влияния солей, в частности хлористого натрия [18]. При сравнении толщины водоносной паренхимы у экспериментальных и контрольных растений, выявлено сокращение её величины у конкурирующих особей. (табл. 1.). Однако, в процентном соотношении площадей тканей к общей площади поперечного среза стебля (100%), контрольные экземпляры практически не отличаются от опытных. Это происходит за счет сокращения площади хлоренхимы и тканей центрального цилиндра у конкурирующих растений (табл. 2.).

Таблица 2

Процентное отношение площадей тканей к общей площади среза стебля *Salicornia europaea* L. (общая площадь поперечного среза принята за 100%)

Зоны и ткани стебля	Увлажненность экотопа	Количественная характеристика ($X \pm M_x$)	
		контроль (n=50)	опыт (n=25)
Первичная кора: Хлоренхима, %	Умеренная	31,93±0,13	33,72±1,05
	Высокая	31,72±1,19	35,03±0,11
	Очень высокая	31,21±0,68	34,71±1,23
Водоносная паренхима, %	Умеренная	59,56±0,64	55,60±1,55
	Высокая	56,02±1,95	52,69±0,36
	Очень высокая	61,77±1,32	56,73±2,92
Центральный цилиндр: Проводящие ткани + сердцевина, %	Умеренная	7,54±0,81	9,63±0,99
	Высокая	11,22±0,22*	10,83±0,96*
	Очень высокая	6,01±0,14	7,69±1,03

Примечание. *-различия между средними контроля и опыта недостоверны. ($P > 0,05$);

Эти изменения могут свидетельствовать о том, что при угнетении растения в молодом возрасте, деятельность меристематической ткани направлена на максимально возможное формирование тех структур, которые позволят им существовать на почвах с высоким содержанием солей.

По трем ценопопуляциям *S. europaea*, между контрольными и опытными растениями не выявлено достоверных различий ($P > 0,05$) между средними по длине устьичной щели ($26,89 \pm 0,94$ мкм.)

Как указывалось ранее, при снятии конкурентного воздействия в галофитных сообществах, лимитирующими факторами в распределении растений выступают засоление и увлажненность экотопа [16]. В нашем исследовании, на экспериментальных участках в трех ценопопуляциях *S. europaea* наблюдается незначительное увеличение длины клеток эпидермы по мере возрастания увлажненности экотопа с $42,6 \pm 0,21$ мкм. (степень увлажнения «умеренная») до $44,7 \pm 1,36$ мкм, («очень высокая»), а так же сокращение числа устьиц в единицу площади эпидермы с $168,8 \pm 2,48$ шт. до $119,3 \pm 1,71$ шт. в мм.² соответственно ($P < 0,05$). (табл. 1.) Такая тенденция, обусловлена различной степенью увлажненности экотопа от «умеренной» до «очень высокой». В тоже время это связано с ингибирующим влиянием на рост растений *S. europaea*, подтоплением солеными водами озера Сасык (первая декада августа 1999г.) двух ценопопуляций («высокая» – «очень высокая»).

Таким образом, степень варьирования анатомических параметров растений, обусловлена не только влиянием экологических факторов, но и конкурентными взаимодействиями, существующими в сообществах *S. europaea* L.

Список литературы

1. Марков М. В. Экспериментальное изучение взаимоотношений между растениями в растительном сообществе // Экспериментальная геоботаника. – Казань: Изд-во Каз.гос.ун-та, 1965. – С.9-89.
2. Куркин К. А. Фитоценотическая конкуренция. Системные особенности и параметрические характеристики // Бот. журн. – 1984. – Т.69, №4. – С. 437-447.
3. Котов С. Ф. Количественный анализ взаимодействия в ценопопуляциях некоторых галофитных растений // Укр. бот. журн. – 1997. – т.54, №1. – С.57-62.
4. Котов С. Ф. Конкурентные взаимодействия и аллометрия в ценопопуляциях *Salicornia europaea* L. // Укр. бот. ж. – 1999. – Т.56. № 4. – С. 364-369.
5. Трусов М. Ф. Развитие фотосинтетического аппарата картофеля и эффективность его работы в посадках разной густоты // Фотосинтез и продукционный процесс. – Свердловск: Изд-во Урал.ун-та, 1988. – С.95-103.
6. Wilkon-Michalska J. Structure and dynamics of the inland populations of *Salicornia patula* // Vegetatio. – 1985. – V.61. – P.145-154.
7. Weiner J., Thomas S. C. Size variability and competition in plant monocultures // Oikos. – 1986. – V.47, №2. – P.211-222.
8. Николаевский В. Г. Внутривидовые взаимоотношения у деревьев на ранних этапах развития // Бюлл. МОИП. – 1961. – Т.66, №1. – С.80-88.
9. Білік Г. І. Рослинність засоленних ґрунтів України, її розвиток, використання та поліпшення. - К.: Вид-во АН УРСР, 1963. – 300 с.
10. Большой практикум по экологической анатомии покрытосеменных растений / А. К. Тимонин, А. А. Нотов. – Тверь: Изд-во Твер.гос.ун-та, 1993. – 184с.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНКУРЕНЦИИ
НА АНАТОМИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ РАСТЕНИЙ
ГАЛОФИТНЫХ СООБЩЕСТВ КРЫМА**

11. Фурст Г. Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. – М.: Наука, 1979. – 155с.
12. Плохинский Н. А. Биометрия. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 367 с.
13. Котов С. Ф., Бондарева Л. В. Внутривидовая конкуренция в ценопопуляциях солероса европейского: эксперимент с удобрениями // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 1997. – Вып. 9. – С. 119-121.
14. Миллер М. С. Зависимость ксероморфной структуры растений от азотного обмена // Водный режим растений в связи с обменом веществ и продуктивностью. – М.: Наука, 1963. – С. 214-219.
15. Петин Н. С., Шань Лушь. Влияние водного режима и минерального питания на фотосинтез растений в связи с продуктивностью // Физ. раст. – 1962. – Т. 9, № 3. – С. 309-317.
16. Генкель К. А., Шахов А. А. Экологическое значение водного режима некоторых галофитов // Бот. ж. – 1945. – Т. 30, № 4. – С. 154-166.
17. Jefféries R. L., Davy A. J., Rudmic T. Population biology of the salt marsh annual *S. europaea* agg. // J. Ecol. – 1981. – V. 69. – P. 17-32.
18. Келлер Б. А. Избранные сочинения. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – 496с.

Статья поступила в редакцию 09.01.2001