

УДК 581.524.12

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ НА ЖИЗНЕННОСТЬ, РОСТ И РАЗМЕРНУЮ СТРУКТУРУ *HALIMIONE PEDUNCULATA*

Котов С. Ф.

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

Установлено влияние плотности популяции (530, 400, 100, 44, 25 особей/м²) на жизненность и рост *Halimione pedunculata*. Со снижением плотности улучшается жизненность растений, усиливаются ростовые процессы. Размерная структура популяции практически не изменяется в течение периода вегетации.

Ключевые слова: плотность, жизненность, рост, размерная структура, *Halimione pedunculata*.

ВВЕДЕНИЕ

В популяциях растений конкурентные взаимодействия влияют на скорость роста и развитие отдельных особей. В свою очередь, это приводит к плотностно зависимым изменениям в составе популяций [1]. Скорость и конечные результаты этих изменений зависят от видовой принадлежности данной популяции и от конкретных эколого-ценотических условий, в которых она находится.

В составе растительного покрова Степного Крыма относительно велика доля солончаковых сообществ, как природных, так и антропогенного происхождения. Среди них достаточно часто встречаются ценозы, образованные популяциями однолетних галофитов, в том числе и популяциями *Halimione pedunculata* (L.) Aell. В настоящий момент отмечено усиление галофитизации растительности равнинной части полуострова, чему в немалой степени способствовали неадекватные мероприятия по орошению сельскохозяйственных земель и перевыпас скота. Разработка комплекса мер по рекультивации засоленных земель, в качестве предпосылки, делает необходимым детальное изучение распространения и структуры сообществ галофитной растительности.

Ранее нами был выполнен ряд работ по изучению влияния комплекса эколого-ценотических факторов на жизненность, ростовые процессы и цветение *H. pedunculata* [2–5]. Цель данного исследования состоит в определении влияния различной плотности популяции на жизненность, рост и размерную структуру *H. pedunculata*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в Центральном Присивашье (Северо-восточный Крым) в июне–сентябре 2007 года в ассоциации *Halimionetum* (*pedunculatae*) *salicorniosum*, на участке расположенном 5 км севернее с. Мелководное (Джанкойский район) по берегу одного из отрогов Сиваша. Сообщество находится в

депрессии рельефа (заливаемая засуха), которая занята ценозами галофитной растительности, концентрическими кругами, идущими от дна депрессии к ее краям. Сообщества образуют эколого-фитоценотический ряд по градиентам увлажнения и засоленности экотопа; эти градиенты в свою очередь сопряжены с градиентом повышения в рельефе [6]. Почвы солончаковые, суглинистые, с хлоридно-сульфатным типом засоления [3]. При общем проективном покрытии в 96% покрытие *H. pedunculata* составляло 60%, *Salicornia perennans* Willd. – 15%. К доминантам примешиваются *Limonium gmelinii* (Willd.) O. Kuntze, *Bromus squarrosus* L., *Artemisia santonica* L., *Aeluropus littoralis* (Gouan.) Pall., *Frankenia hirsuta* auct. p.p. и *Tripolium vulgare* Ness., характеризующиеся незначительным проективным покрытием в ценопопуляции (до 2–3%).

Для создания ценопопуляций различной плотности, в сообществах ассоциации *Halimionetum (pedunculatae) salicorniosum* в начале вегетационного сезона (первой декаде июня) организовали эксперимент с удалением ближайших растений – соседей (remove experiment). На участке, методом ближайшего соседа [7], выбрали и промаркировали отдельные особи *H. pedunculata*, вокруг которых в радиусах 3, 6, 9 и 12 ($1 \cdot 10^{-2}$) м удалили с корневой системой все другие растения (соседи – конкуренты) и прикрыли ими оголившиеся участки почвы.

Соответственно плотность экспериментально созданных популяций рассчитывали как $D = 1 / M$, где D – плотность, M – площадь, приходящаяся на одну особь. $M = [(\bar{r}) / 0,6]^2$, где M – площадь, приходящаяся на одну особь, (\bar{r}) – среднее расстояние между особями [8].

Объем выборки для каждого из вариантов опыта с удалением составил 20 особей. У экспериментальных растений, в течение вегетации, с периодичностью раз в 2 недели, измеряли морфометрические параметры жизненности (высоту надземной части и диаметр стебля над гипокотилем), регистрировали начало и конец цветения. За начало цветения приняли срок раскрытия цветков у 1–3 особей ценопопуляции, когда внутри цветков можно было обнаружить пыльники тычинок или рыльца пестиков, процесс пыления в это время отсутствовал [9]. Конец фазы цветения устанавливали по сроку, когда у подавляющего большинства особей *H. pedunculata* цветки завядали, что свидетельствовало о завершении процесса опыления и потери физиологической активности рылец пестиков. Конец фазы цветения соответствовал отцветанию 60% особей ценопопуляции [9]. В конце вегетационного сезона экспериментальные растения извлекали из почвы и определяли высоту, диаметр стебля, а также массу. Для определения массы особи извлеченные из почвы растения высушивали в термостате при температуре +70°C в течение 10 дней до воздушно – сухого состояния. В дальнейшем высушенные растения взвешивали. В этой же ценопопуляции одновременно с началом эксперимента заложили площадку (1 × 1 м), в пределах которой отметили 40 контрольных особей *H. pedunculata*, у которых в течение вегетации с той же периодичностью измеряли параметры жизненного состояния, что и для экспериментальных особей.

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) по следующим формулам [10]: $\Delta H = H_2 - H_1$, где H_1 – средняя высота растения в каждый предыдущий срок отбора, а H_2 – в каждый последующий; $AGR = H_2 - H_1 / t_2 - t_1$, где t_2 – время, прошедшее с момента предыдущей (t_1) регистрации высоты растения; $RGR = \Delta \ln H / t_2 - t_1$.

Интенсивность конкуренции оценивали с помощью индекса конкуренции (*CI*) [11]. Количественные данные обрабатывали стандартными методами математической статистики [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Распространение, состав и смены сообществ однолетних галофитов детерминированы условиями экотопа; ведущими экотопическими факторами являются увлажненность и засоление почвы [2, 13–15]. На исследованном участке, от дна засухи к ее краю, сообщества образуют эколого-фитоценотический ряд по градиенту повышения рельефа: *Salicornietum purum* – *Suaedetum (prostratae) salicorniosum* – *Halimionetum (pedunculatae) salicorniosum* – *Halimionetum pedunculatae purum* – *Halimionetum (pedunculatae) petrosimoniosum (oppositifoliae)* – *Petrosimonietum oppositifoliae purum*. Повышение в рельефе связано с изменением влажности почвы и содержанием в ней солей. Наиболее влажные местообитания дна засухи с наибольшим содержанием хлорид-анионов и сульфат-анионов занимают моноценозы *S. perennans*, далее в эколого-фитоценотическом ряду располагаются ценозы, занимающие экотопы с меньшим содержанием влаги и солей в почве [6]. Экотопические факторы, и, в первую очередь, влажность почвы, влияют на жизненность галофитных растений. Ранее нами это было показано на примере ценопопуляций *S. perennans*, *Suaeda acuminata* (С. А. Mey.) Moq., *H. pedunculata*, *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv. [2, 16–18]. В этих же работах отмечается влияние на параметры жизнестойкости галофитов взаимодействий между растениями.

Растения, являясь прикрепленными организмами, в отличие от животных, не могут перейти в более благоприятные местообитания. Для них важно сочетание ресурсов среды в конкретной точке местообитания (микросайте). Эти же ресурсы потребляются их соседями, причем в силу низкой степени пищевой специализации растений, особи одних видов потребляют те же ресурсы, что и особи других видов. Поэтому в жизни растительных организмов большую роль играет так называемое явление соседства (*neighbor effects* [19]). Взаимодействия между соседями могут быть положительными или отрицательными. Отрицательные взаимодействия проявляются в виде конкуренции в широком смысле, или интерференции по Харперу [1]. В свою очередь, отрицательные взаимодействия могут быть порождены перехватом ресурсов со стороны соседей (конкуренция в узком смысле слова) или же вызваны другими причинами (например, аллелопатией). В сообществах однолетних галофитов присутствуют все выше перечисленные типы взаимодействий [2–5, 11, 16–18, 20].

Конкуренция за ресурсы среды осуществляется путем перекрытия «зон изъятия ресурса» или «фитогенных полей растений». Схематично их можно представить в виде концентрических полей с проекцией основания особи растения в центре. Показано, что интенсивность взаимодействий находится в обратнопропорциональной зависимости с расстоянием от центров взаимодействующих особей [2, 11, 17]. В конечном счете, на известном удалении, взаимодействия между особями растений прекращаются. Наш опыт помимо того, что моделирует различную плотность ценопопуляции в одних и тех же условиях абиотической среды, позволяет также определить то расстояние, на котором взаимодействия между растениями прекращаются. Растительные организмы реагируют на конкуренцию изменением параметров своей жизненности. Лучшим показателем, отражающим жизненность растений, является их масса. Но показатели жизненности довольно тесно коррелируют между собой [8]. Как видно из таблицы 1, воздушно-сухая масса особей *H. pedunculata* тесно коррелирует с высотой надземной части растений, коэффициент корреляции колеблется в пределах от $0,97 \pm 0,19$ до $0,99 \pm 0,01$. Это позволяет использовать в качестве показателя жизненности высоту надземной части растений.

Таблица 1

Влияние плотности популяции на жизненность *Halimione pedunculata*

Морфометрические параметры	Плотность популяции (особей на м ²)				
	530 (I)	400 (II)	100 (III)	44 (IV)	25 (V)
Высота, (1 * 10 ⁻²) м ($\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$)	10,18±0,31 (V)	15,35±0,25 (V)	16,31±0,41	17,53±0,38 (V)	19,93±0,36 (I, II, IV)
Масса, (1 * 10 ⁻⁶) кг ($\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$)	242,8±7,5 (V)	365,0±5,9 (V)	390,0±10,8	417,4±9,2 (V)	472,5±8,5 (I, II, IV)
Коэффициент корреляции высоты с массой ($r \pm m_r$)	0,99±0,01	0,98±0,06	0,99±0,05	0,99±0,05	0,97±0,19

Примечание к таблице: в скобках обозначены средние значения высоты надземной части растений и воздушно-сухой массы растений между которыми выявлены достоверные различия ($p < 0,05$).

В таблице 1 приведены средние значения высоты надземной части растений и их воздушно-сухой массы в конце вегетационного сезона (30.09), когда растения прекратили рост, и стало возможным извлечь их из почвы. Анализ морфометрических параметров растений показывает наличие отчетливого тренда в сторону увеличения массы и высоты растений при снижении плотности популяции. Достоверность различий между средними массы и высоты существенна только для популяций плотности 25 особей/м² при сравнении с вариантами всех других плотностей (табл. 1). Вариант с плотностью 25 особей/м² был получен в результате эксперимента с удалением ближайших соседей в радиусе 12 (1 * 10⁻²) м. Очевидно, взаимодействия между растениями в популяциях *H. pedunculata* прекращаются при

расстоянии 9–12 ($1 \cdot 10^{-2}$) м между особями и радиус фитогенного поля *H. pedunculata* составляет половину этого расстояния.

По условиям опыта растения находятся в одних и тех же условиях экотопа. Поэтому в системе растение – окружающая среда на первый план выступают явления соседства. Большинство экологов растений рассматривают конкуренцию за ресурсы среды наиболее важным из всех эффектов соседства [19]. Из таблицы 2 видно, что интенсивность конкуренции зависит от плотности популяции.

Таблица 2

Оценка интенсивности конкурентных взаимодействий (индекс конкуренции – *CI*) в ценопопуляциях *Halimione pedunculata* с различной плотностью

Плотность популяции (особей/м ²)	Сроки наблюдений						
	24.06	08.07	29.07	12.08	31.08	15.09	30.09
530	0,396	0,286	0,283	0,297	0,305	0,448	0,486
400	0,167	0,175	0,202	0,237	0,246	0,223	0,225
100	0,179	0,184	0,202	0,224	0,303	0,177	0,181
44	0,108	0,099	0,119	0,148	0,145	0,118	0,118

В таблице приведены значения индексов конкуренции, рассчитанные по отношению средних высоты разных по плотности популяций к средней высоте в ценопопуляции с плотностью 25 особей/м², в соответствующие сроки вегетационного периода. В течение всего срока вегетации интенсивность конкуренции, измеренная индексом конкуренции, снижается по градиенту плотности. Индекс конкуренции увеличивается по мере роста растений, начиная снижаться к моменту окончания цветения *H. pedunculata* (конец августа). Это характерно для однолетних галофитов – наиболее интенсивное потребление ресурсов наблюдается в первую фазу жизненного цикла *H. pedunculata* – фазу накопления ассимилятов, начиная с момента массового цветения растений, интенсивность ростовых процессов существенно падает [2, 5]. Наблюдается некоторое нарушение общей закономерности в популяциях самой высокой плотности. Это может быть обусловлено выпадением осадков в засушливый период года наблюдений, что привело к интенсивному потреблению ресурсов. В целом, индексы конкуренции достаточно низкие, в особенности при плотности от 400 особей/м² и ниже; растения в результате конкуренции за ресурсы среды теряют 10–25% от максимально возможного показателя высоты надземной части в условиях отсутствия взаимодействий.

Конкуренция за ресурсы среды тормозит ростовые процессы – показатели интенсивности роста (абсолютная – *AGR* и относительная – *RGR* скорости роста) *H. pedunculata* в эксперименте с удалением соседей-конкурентов при плотности популяции 25 особей/м² превышают аналогичные показатели у растений в ненарушенной части популяции при плотности 530 особей/м² (табл. 3).

Общие тренды в изменениях показателей интенсивности ростовых процессов аналогичны изменениям показателей жизненности растений и связаны

Таблица 3

Влияние плотности популяции на рост *Halimione pedunculata*

Параметры роста	Сроки наблюдений							
	10.06	24.06	08.07	29.07	12.08	31.08	15.09	30.09
Высота, $1 * 10^{-2}$ м ($\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$)	$\frac{4,6 \pm 0,2}{5,0 \pm 0,3}$	$\frac{4,9 \pm 0,2}{7,1 \pm 0,3}$	$\frac{6,9 \pm 0,2}{8,7 \pm 0,4}$	$\frac{7,5 \pm 0,2}{9,6 \pm 0,5}$	$\frac{8,0 \pm 0,2}{11,4 \pm 0,3}$	$\frac{8,1 \pm 0,2}{11,8 \pm 0,3}$	$\frac{10,1 \pm 0,3}{19,7 \pm 0,4}$	$\frac{10,2 \pm 0,3}{19,9 \pm 0,4}$
(Δh) , $1 * 10^{-2}$ м		$\frac{0,3}{2,1}$	$\frac{2,0}{1,6}$	$\frac{0,6}{0,9}$	$\frac{0,5}{1,8}$	$\frac{0,1}{0,4}$	$\frac{2,0}{7,9}$	$\frac{0,1}{0,2}$
$(\Delta h / h_2)$, %		$\frac{6,1}{29,6}$	$\frac{29,0}{18,4}$	$\frac{8,0}{9,4}$	$\frac{6,2}{15,8}$	$\frac{1,2}{3,4}$	$\frac{19,8}{40,1}$	$\frac{1,0}{0,2}$
AGR , $1 * 10^{-2}$ м / нед		$\frac{0,15}{1,05}$	$\frac{1,0}{0,80}$	$\frac{0,21}{0,32}$	$\frac{0,25}{0,90}$	$\frac{0,04}{0,15}$	$\frac{1,0}{3,95}$	$\frac{0,05}{0,10}$
RGR , $1 * 10^{-2}$ м / $1 * 10^{-2}$ м × нед		$\frac{0,030}{0,185}$	$\frac{0,170}{0,102}$	$\frac{0,028}{0,034}$	$\frac{0,035}{0,087}$	$\frac{0,006}{0,019}$	$\frac{0,110}{0,256}$	$\frac{0,005}{0,005}$

Примечание к таблице: над чертой приведены средние для растений в популяции с плотностью 530 особей/м², под чертой – для популяции с плотностью 25 особей/м².

с интенсивностью конкуренции (см. табл. 2). В качестве критерия относительной скорости размножения живой массы, т.е. ее метаболической активности, выступает относительная скорость роста (RGR). Анализ динамики относительной скорости роста, характеризует основные этапы роста растения. В первую фазу жизненного цикла особи наблюдается равномерное увеличение величины RGR , в результате нарастания ассимиляционной поверхности, затем постепенная остановка роста к периоду формирования генеративной сферы растения. С переходом к цветению, т.е. в период образования генеративных органов, интенсивность ростовых процессов снижается до невысоких величин.

Конкуренция – фактор, порождающий неоднородность в размерной структуре популяции [19, 21]. Помимо конкуренции неоднородность структуры популяции может быть вызвана разницей в возрасте, генетической неоднородностью, гетерогенностью в распределении ресурсов и воздействием травоядных, паразитов или патогенных факторов [19]. При оценке степени неоднородности и ее динамики в течение вегетационного периода *H. pedunculata* мы можем пренебречь возмущающим воздействием перечисленных выше факторов: *H. pedunculata* – однолетнее растение и все ценопопуляции фактически занимали один и тот же экотоп, что касательно генетического варьирования и воздействия травоядных, паразитов и патогенов, то эти факторы в равной степени вероятны для всех вариантов исследованных ценопопуляций. Конкуренция может быть причиной неоднородности размерной структуры или усилить ее. Для оценки неоднородности размеров растений в ценопопуляциях нами использован коэффициент вариации высоты надземной части растений (табл. 4).

Как видно из таблицы 4, в целом невысокие по значению показатели коэффициента вариации мало изменяются в течение вегетационного сезона. Резкое

Таблица 4

Влияние плотности ценопопуляции на варьирование размерной структуры
(коэффициент вариации $V \pm m_v$, %) *Halimione pedunculata*

Плотность популяции (особей на м ²)	Сроки наблюдений							
	10.06	24.06	08.07	29.07	12.08	31.08	15.09	30.09
530	24,0±2,7	21,0±2,4	18,2±2,0	18,3±2,0	18,5±2,1	19,3±2,2	19,2±2,2	19,4±2,2
400	23,8±3,8	10,6±2,2	7,3±1,5	8,3±1,7	8,1±1,7	7,4±1,5	5,7±1,2	5,6±1,1
100	20,9±4,7	12,8±2,9	10,5±2,3	10,8±2,4	10,9±2,5	10,2±2,3	7,0±1,6	7,3±1,6
44	23,6±5,3	11,2±2,5	10,1±2,2	10,2±2,3	9,7±2,2	9,3±2,1	5,3±1,2	5,2±1,2
25	21,1±4,7	9,3±2,1	5,4±1,2	6,1±1,4	5,2±1,2	4,9±1,1	3,8±0,8	3,3±0,7

снижение величины коэффициента вариации в выборках, где проводили удаление ближайших соседей, вызвано выпадением особей малых классов размерности. Отсутствие значительных изменений размерной структуры в ценопопуляциях позволяет предположить равномерный отпад особей по всем классам размерности, что наблюдается при симметричной конкуренции за ресурсы среды [21]. Размерно-пропорциональное потребление ресурса характерно для бедных элементами питания экотопов, в данном случае, местообитаний солончаков.

В течение вегетационного сезона наблюдалась гибель изолированных растений в эксперименте с удалением ближайших соседей, причем число погибших особей было прямо пропорционально размерам площади удаления. Во всех случаях гибнут особи с более низкими показателями жизненности.

Явление соседства предполагает наличие положительных взаимодействий между растениями. В более или менее сомкнутом сообществе возникает фитосреда, способствующая растениям успешно противостоять негативному влиянию жестких режимов абиотической среды. Хорошим примером являются эффекты так называемых растений-няnek (nurse plants), когда в аридных условиях одни растения предохраняют другие от интенсивной радиации, снижают тем самым транспирационные потери воды и способствуют выживанию семян [22]. Условия солончаков аналогичны условиям аридных пустынь, здесь также наблюдаются явления благоприятствования со стороны растений-соседей [23], при устранении последних растения подвергаются жесткому экотопическому отбору и зачастую гибнут.

ВЫВОДЫ

1. В ценопопуляциях *H. pedunculata* отмечено наличие конкурентных взаимодействий между растениями. Интенсивность конкуренции снижается со снижением плотности популяции. Конкурентные взаимодействия между соседними растениями прекращаются на расстоянии 9–12 ($1 \cdot 10^{-2}$) м.

2. Конкуренция снижает жизненность и интенсивность роста взаимодействующих растений. Снижение параметров жизненности и показателей скорости роста *H. pedunculata* прямо пропорционально плотности популяции.

3. Размерная структура популяции *H. pedunculata* не изменяется в течение вегетационного периода.

Благодарности. Автор приносит благодарность Е.А. Калинушкиной за помощь в сборе полевого материала.

Список литературы

1. Бигон М. Экология. Особи, популяции и сообщества. Т.1. / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд; пер. с англ. В.Н. Михеев, М.А. Снетков. – М.: Мир, 1989. – 667 с.
2. Котов С.Ф. Анализ межвидовых взаимодействий в сообществах ассоциации *Halimionetum (pedunculatae) salicorniosum* / С.Ф. Котов // Ученые записки Тавр. нац. ун-та. Серия «Биология, химия». – 2004. – Т. 17 (56), №1. – С. 137–142.
3. Котов С.Ф. Конкуренция и аллометрические соотношения растений в ценопопуляциях *Halimione pedunculata* (L.) Aell. / С.Ф. Котов, О.М. Грузинова // Ученые записки Тавр. нац. ун-та. Серия «Биология, химия». – 2009. – Т. 22 (61), №3. – С. 83–88.
4. Котов С.Ф. Особенности цветения *Halimione pedunculata* (L.) Aell. (Chenopodiaceae Vent.) в ценопопуляциях различной плотностью. / С.Ф. Котов, Е.А. Калинушкина // Экология та ноосферология. – 2009. – Т. 20, №1-2. – С. 172–180.
5. Котов С.Ф. Влияние влажности и конкурентных взаимодействий между растениями на жизненность и рост *Halimione pedunculata* (L.) Aell. (Chenopodiaceae Vent.) / С.Ф. Котов, С.Н. Жалдак, О.М. Грузинова // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2009. – Вып. 19. – С. 46–52.
6. Багрикова Н.А. Распространение и структура сообществ однолетних суккулентных галофитов в Центральной и Восточной части Крымского Присивашья / Н.А. Багрикова, С.Ф. Котов // Ученые записки Тавр. нац. ун-та. Серия «Биология». – 2003. – Т. 16 (55), №2. – С. 3–13.
7. Cottam G. The use of distance measures in phytosociological sampling / G. Cottam, J.T. Curtis // Ecology. – 1956. – V. 37, №3. – P. 451–460.
8. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике / В.И. Василевич. – Л.: Наука, 1969. – 239 с.
9. Голубев В.Н. Ритмика цветения растительных сообществ Керченского полуострова Крыма / В.Н. Голубев, Т.В. Сова // Бюлл. Моск. общ. испытателей природы. Отдел биологический. – 1988. – Т. 93. – Вып. 3. – С. 77–87.
10. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений / И. В. Карманова. – М.: Наука, 1976. – 222 с.
11. Котов С.Ф. Конкурентные взаимодействия и аллометрия растений в ценопопуляциях *Salicornia europaea* L. (Chenopodiaceae Vent.) / С.Ф. Котов // Укр. ботан. журн. – 1999. – № 4. – С. 369–373.
12. Урбах В.Ю. Биометрические методы / В.Ю. Урбах. – М.: Наука, 1964. – 415 с.
13. Галофітна рослинність / [Дубіна Д.В., Дзюба Т.П., Нойгойзлова З. та ін.]; відп. ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. – К.: Фітосоціоцентр, 2007. – 315 с.
14. Gough L. Effects of flooding, salinity and herbivory on coastal plant communities / L. Gough, J.B. Grace // Oecologia. – 1998. – V. 117, N. 4. – P. 527–535.
15. Keiffer C. H. Effect of salinity and water logging on growth and survival of *Salicornia europaea* L. an inland halophyte / C. H. Keiffer, B. C. McCarthy, I. A. Ungar // Ohio J. Sci. – 1994. – V. 94, N 3. – P. 70–73.
16. Котов С.Ф. Влияние эколого-ценотических факторов на жизненное состояние *Salicornia europaea* L. / С.Ф. Котов, А.И. Репецкая // Уч. зап. Таврич. нац. универ. – 2002. – Т. 15 (54), №1. – С.41–45.
17. Котов С.Ф. Взаимодействия между растениями в моноценозах и смешанных сообществах *Salicornia perennans* Willd. и *Suaeda prostrata* Pall. / С.Ф. Котов // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – Вып. 12. – 2002. – С. 3–8.
18. Котов С.Ф. Оценка взаимодействий между растениями в петросимониевых сообществах Крымского Присивашья / С.Ф. Котов // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – Вып. 14. – 2004. – С. 29–34.
19. Stoll P. A neighborhood view of interactions among individual plants / P. Stoll, J. Weiner // The geometry of ecological interactions: Simplifying spatial complexity. – Cambridge University Press, 2000. – P. 11–27.

20. Котов С.Ф. Аллелопатическое влияние многолетних видов растений на однолетние суккулентные виды в сообществах галофитной растительности Крыма / С.Ф. Котов, Н.О. Симагина // Ученые записки Тавр. нац. ун-та. Серия «Биология, химия». – 2005.– Т. 18 (57), № 2. – С. 50–55.
21. Schwinning S. Mechanisms determining the degree of size asymmetry in competition among plants / S. Schwinning, J. Weiner // *Oecologia*. – 1998. – V. 113. – P. 447–455.
22. Franko Pizana J. G. Shrub emergence and seedling growth in microenvironments created by *Prosopis glandulosa* / J.G. Franko Pizana , T.E. Fulbright, D.T. Gardiner, A.R. Tipton // *J. Veget. Sc.* – 1996. – N 7. – P. 257–264.
23. Котов С.Ф. Взаимодействия в ценопопуляциях *Salicornia perennans* Willd.: соотношение конкуренции и благоприятствования / С.Ф. Котов // Ученые записки Тавр. нац. ун-та. Серия «Биология, химия». – 2009.– Т. 22 (61), №1. – С. 42–49.

Котов С. Ф. Вплив щільності ценопопуляції на життєвість, ріст і розмірну структуру *Halimione pedunculata* // Екосистеми, їх оптимізація та охорона. Сімферополь: ТНУ, 2010. Вип. 3. С. 88–96.

Встановлено вплив щільності популяції (530, 400, 100, 44, 25 особин/м²) на життєвість і ріст *Halimione pedunculata*. Зі зниженням щільності покращується життєвість рослин, посилюються ростові процеси. Розмірна структура популяції практично не змінюється протягом періоду вегетації.

Ключові слова: щільність, життєвість, ріст, розмірна структура, *Halimione pedunculata*.

Kotov S. F. The influence of density on vitality, growth and size structure *Halimione pedunculata* // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2010. Iss. 3. P. 88–96.

The influence of density in coenopopulation of *Halimione pedunculata* are established. The increase of density reduces the vitality and growth of *Halimione pedunculata*. Size structure of population are constant during the vegetation period.

Key words: density, vitality, growth, size structure, *Halimione pedunculata*.

Поступила в редакцію 14.12.2010 з.