

УДК 581.524.1/582.661(477.75)

АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА *HALIMIONE VERRUCIFERA* (M.BIEB.) AELLEN

Ганусяк А. П., Симагина Н. О.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: golden-1392@mail.ru*

Выявлены аллелопатические свойства *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen. Установлено ингибирующее влияние водных экстрактов из надземных и подземных органов многолетника *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen на однолетник *Suaeda prostrate* Pall. Определен аллелопатический порог чувствительности тест-объекта *Suaeda prostrate* Pall., соответствующий 1 % концентрации водного экстракта органов *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen. При увеличении концентраций аллелопатически активных веществ *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen отмечено снижение показателей всхожести семян, длины проростков и биомассы тест-объекта *Suaeda prostrate* Pall. Установлено, что наибольшая аллелопатическая активность при 10 % концентрации водного экстракта свойственна водорастворимым веществам, содержащимся в листьях, а наименьшая – в стеблях *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen.

Ключевые слова: аллелопатия, *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen, *Suaeda prostrate* Pall.

ВВЕДЕНИЕ

Перспективным направлением исследований мировых растительных ресурсов является оценка средообразующей функции галофитов. Галофиты являются высокоспециализированной группой высших растений, выработавшей в процессе эволюции механизмы устойчивости к специфическим абиотическим факторам экотопа. Произрастание галофитной растительности определено как абиотическими, так и биотическими факторами. Проявляясь на всех уровнях организации живой материи, аллелопатические связи оказывают влияние на сбалансированность процессов в биосфере и жизнь биогеоценозов. Определенный аллелопатический режим, создаваемый растительными выделениями, является неотъемлемой частью фитоценоза. Наряду с другими факторами они выполняют существенную экологическую роль в формировании сообществ, т. к. выступают как активный регулятор видового состава и ценотической структуры в целом [1]. Исследование межвидовых взаимодействий позволяет решить теоретические и практические аспекты современной биологической науки [2].

Ранее проводимые исследования были посвящены установлению механизмов конкуренции галофитной растительности [3–5], а также изучению аллелопатических аспектов комплекса межвидовых взаимодействий на солончаках умеренного климата [6]. Однако вопросы, касающиеся биохимической природы

аллелопатических свойств представителей рода *Halimione*, остаются неизученными, что обуславливает актуальность проводимых научных исследований.

Целью данного исследования являлось изучение аллелопатических свойств *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen. В задачи исследования входили: оценка аллелопатической активности водных экстрактов листьев, корней, стеблей, соцветий *H. verrucifera*; определение всхожести семян и длины проростков *S. prostrate* при влиянии водных экстрактов *H. verrucifera*; установление степени ингибирования тест-объекта *S. prostrate* аллелопатически активными веществами *H. verrucifera*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования – *H. verrucifera* – многолетнее растение (донор аллелопатических веществ); *S. prostrate* – однолетнее растение (акцептор аллелопатических веществ (тест-объект)). Материал для исследования отбирался в вегетационный период 2016 г. в западном Крыму в прибрежной зоне между двумя солеными озерами: Ярылгач и Джарылгач (с. Межводное, Черноморский район). Лабораторные исследования проводили на базе Таврической академии (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского».

Для определения аллелопатических свойств *H. verrucifera* была проведена серия биотестов, в которых определялась аллелопатическая активность листьев, корней, стеблей, соцветий. Аллелопатическое влияние *H. verrucifera* оценивалось по влиянию водных экстрактов различных концентраций 1 %, 5 %, 10 % на всхожесть семян и рост проростков тест-объекта *S. prostrate*. В конце вегетационного периода была собрана зеленая масса *H. verrucifera*, высушена до воздушно-сухого состояния, и использована для получения водных экстрактов. Приготовление экстрактов физиологически активных веществ проводили по методике А. М. Гродзинского [7].

Семена тест-объекта проращивались в чашках Петри на ложе из фильтровальной бумаги при температуре 23⁰С в количестве 10 семян при увлажнении водными экстрактами *H. verrucifera* при пяти вариантах условий: увлажнение водным экстрактом из листьев; увлажнение водным экстрактом из корней; увлажнение водным экстрактом из стеблей; увлажнение водным экстрактом из соцветий; увлажнение дистиллированной водой (контроль).

Повторность опытов трехкратная. Определение всхожести семян и измерение длины проростков проводили в течение 10 суток по общепринятым методикам. Полученные результаты обрабатывались стандартными методами математической статистики [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования влияния водных экстрактов *H. verrucifera* различных концентраций на прорастание семян и рост проростков была отмечена различная аллелопатическая толерантность у тест-объекта *S. prostrate*. Определив всхожесть

семян тест-объекта *S. prostrate* в опытных и контрольных вариантах, возможно заключить, что экстракты из различных органов *H. verrucifera* оказывают как ингибирующее, так и стимулирующее действие на определенных этапах прорастания семян и роста проростков *S. prostrate* (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Динамика роста проростков *Suaeda prostrate* Pall. при увлажнении водными экстрактами *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen разных концентраций.

День эксперимента/ Экстракт из	Длина проростков, см			
			Концентрация экстракта	
листьев	контроль	1%	5%	10%
3-й	2,7±0,3	2,9±0,3	1,0±0,2	-
6-й	4,5±0,1	4,6±0,2	2,4±0,3	-
8-й	4,7±0,1	4,8±0,3	2,5±0,3	-
10-й	4,9±0,2	5,0±0,3	2,6±0,3	-
Масса, мг	3,6±0,4	4,8±0,3	3,0±0,2	-
корней				
3-й	1,4±0,1	1,2±0,1	0,6±0,1	0,6±0,1
6-й	4,5±0,2	3,9±0,2	1,4±0,1	1,5±0,1
8-й	4,9±0,1	4,0±0,2	2,2±0,1	2,1±0,1
10-й	5,4±0,1	4,4±0,2	2,6±0,1	2,4±0,1
Масса, мг	5,8±0,2	4,8±0,2	3,2±0,1	3,4±0,1
стеблей				
3-й	1,7±0,2	2,6±0,3	1,8±0,2	0,8±0,1
6-й	4,6±0,2	5,0±0,2	4,1±0,3	2,7±0,2
8-й	4,6±0,2	5,1±0,2	4,5±0,3	3,5±0,2
10-й	5,2±0,1	5,3±0,2	4,4±0,3	3,6±0,2
Масса, мг	5,5±0,2	5,6±0,2	4,4±0,4	4,0±0,2
соцветий				
3-й	3,2±0,4	2,2±0,2	1,4±0,2	0,6±0,1
6-й	4,3±0,2	2,9±0,1	2,0±0,1	0,7±0,1
8-й	4,1±0,2	3,0±0,1	2,5±0,1	1,0±0,1
10-й	4,2±0,2	3,9±0,2	3,3±0,1	1,4±0,1
Масса, мг	4,1±0,1	4,0±0,2	3,8±0,2	3,5±0,1

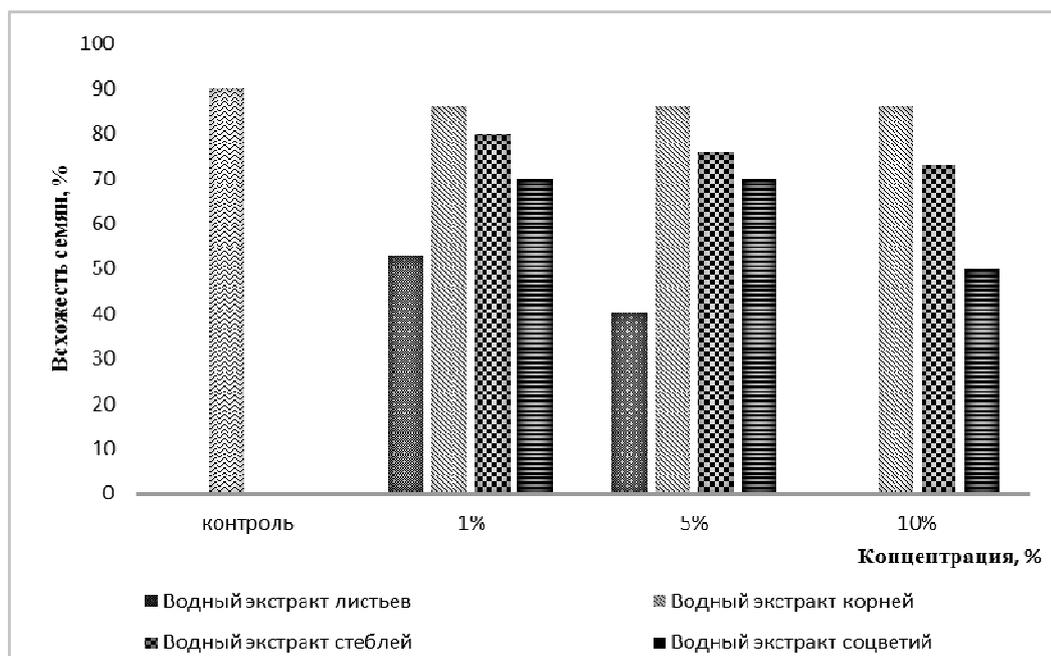


Рис.1. Влияние аллелопатически активных веществ органов *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen разных концентраций на всхожесть семян *Suaeda prostrate* Pall.

В ходе эксперимента установлено, что при увлажнении 1 % водным экстрактом из листьев *H. verrucifera* стимулировалась как всхожесть семян *S. prostrate*, так и рост проростков тест-объекта. С увеличением концентрации до 5 % происходило ингибирование прорастания семян тест-объекта, показатели длины проростков *S. prostrate* при этом составили $2,6 \pm 0,3$ (см), что на 46 % ниже, чем в контроле. Под воздействием высоких концентраций 10 % водного экстракта из листьев у семян тест-объекта *S. prostrate* установлено отсутствие всхожести, что свидетельствует о сильном ингибирующем эффекте аллелопатически активных веществ *H. verrucifera*.

При снижении концентраций аллелопатически активных веществ *H. verrucifera* отмечено увеличение показателей всхожести семян и длины проростков тест-объекта *S. prostrate* (табл. 1, рис. 1). Эта тенденция свидетельствует о непосредственном влиянии количества действующих физиологически активных веществ *H. verrucifera* на степень ингибирования роста проростков семян тест-объекта, что согласуется с данными литературы [9].

В ходе исследования установлен аллелопатический порог чувствительности тест-объекта *S. prostrate* – минимальная концентрация (1 % водный экстракт) физиологически активных веществ *H. verrucifera*, выше которой начинается угнетение прорастания семян и роста проростков растения-акцептора *S. prostrate* [2]. Всхожесть семян тест-объекта при увлажнении водными экстрактами

H. verrucifera 1 % концентрации из листьев составила 51 %, из корней – 82 %, из стеблей – 76 %, из соцветий – 64 %, что на 8–39 % ниже, чем в контроле.

Полученные данные воздействия аллелопатически активных водорастворимых веществ 1 % концентрации из стеблей *H. verrucifera* также свидетельствуют о стимулирующем воздействии на рост проростков тест-объекта. Показатели длины проростков *S. prostrate* в течение эксперимента при увлажнении 1 % водным экстрактом из стеблей *H. verrucifera* были на 1,8 % выше, чем в контроле. Итоговые показатели длины проростков *S. prostrate* на 10 день эксперимента составили $5,3 \pm 0,2$ (см), а в контроле $5,2 \pm 0,1$ (см). При анализе всхожести семян при увлажнении водным экстрактом *H. verrucifera* из стеблей установлено снижение показателей всхожести семян *S. prostrate* при увлажнении экстрактом 1 % концентрации на 11 %, при 5 % концентрации на 15 %, при 10 % концентрации на 18 % по сравнению с контролем соответственно.

При аллелопатических взаимодействиях важнейшую роль играют вещества, входящие в состав корневых выделений [7]. Водные экстракты из корней *H. verrucifera* оказывают ингибирующее действие на тест-объект. Всхожесть семян *S. prostrate* в контроле составила 90 %, тогда как при увлажнении водным экстрактом *H. verrucifera* концентрации 1 %, 5 % и 10 % наблюдались одинаковые показатели прорастания семян – 86 %. Наиболее ингибирующее действие на рост проростков тест-объекта оказывают аллелопатически активные вещества водного экстракта *H. verrucifera* 10 % концентрации, при этом длина проростков *S. prostrate* составляет $2,4 \pm 0,1$ (см), что на 55 % меньше, чем в контроле.

При воздействии водных экстрактов из соцветий *H. verrucifera* на прорастание семян тест-объекта наблюдалась аналогичная тенденция увеличения показателей длины проростков *S. prostrate* при снижении концентрации аллелопатически активных веществ *H. verrucifera* от $1,4 \pm 0,1$ (см) (10 % концентрация) до $3,9 \pm 0,2$ (см) (1 % концентрация). В данной серии биотестов при увлажнении водными экстрактами *H. verrucifera* минимальная всхожесть семян *S. prostrate* составила 50 % (10 % концентрации), максимальная – 70 % при увлажнении водным экстрактом 1 % концентрации, что на 20 % меньше, чем в контроле.

Аллелопатически активные вещества, содержащиеся в водных экстрактах *H. verrucifera*, оказывают ингибирующее влияние на формирование биомассы проростков (табл. 1). При сравнении влияния экстрактов различных органов *H. verrucifera* установлены минимальные показатели биомассы проростков тест-объекта *S. prostrate* при увлажнении водным экстрактом соцветий *H. verrucifera* концентрации 1 % $4,0 \pm 0,2$ мг и максимальные $5,6 \pm 0,2$ мг – при увлажнении водным экстрактом стеблей *H. verrucifera*. При увеличении концентраций аллелопатически активных веществ *H. verrucifera* отмечено снижение показателей биомассы проростков тест-объекта *S. prostrate*.

Таким образом, водный экстракт *H. verrucifera* ингибирует прорастание семян и первоначальный рост проростков тест-объектов даже в небольших концентрациях (1 %), выбранных для исследований. Данный факт дает основания предполагать, что *H. verrucifera* принадлежит к видам-эдификаторам, средообразующее действие которых в значительной степени определяет структуру фитоценоза. Изучение

взаимоотношений растений друг с другом при совместном произрастании является одним из важнейших вопросов фитоценологии и биоценологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что водные экстракты из различных органов *H. verrucifera* оказывают ингибирующее действие на прорастание семян и рост проростков *S. Prostrate*, снижая показатели всхожести на 42 % при максимальной концентрации экстракта (10 %) по сравнению с контрольными показателями.
2. Определено, что водные экстракты *H. verrucifera* 1 % концентрации оказывают не только ингибирующее, но и стимулирующее воздействие на прорастание семян тест-объекта.
3. Выявлено, что при снижении концентраций аллелопатически активных веществ *H. verrucifera* отмечено увеличение показателей всхожести семян, длины проростков и биомассы тест-объекта *S. prostrate*.
4. Установлено, что наибольшая аллелопатическая активность при 10 % концентрации водного экстракта свойственна водорастворимым веществам, содержащимся в листьях *H. verrucifera*, а наименьшая – в стеблях.

Список литературы

1. Гродзинский А. М. Аллелопатия растений и почвоутомление / А. М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка, 1991. – 430 с.
2. Симагина Н. О. Аллелопатические взаимодействия в сообществах галофитов Крыма / Н. О. Симагина // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2001. – Т. 14, № 1. – С. 203–206.
3. Котов С. Ф. Анализ межвидовых взаимодействий в сообществах ассоциации *Halimionetum (pedunculatae) salicorniosum* / С. Ф. Котов // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2004. – Т. 17 (56), № 1. – С. 137–142.
4. 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 Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2005. – Т. 18 (57), № 2. – С. 50–55.
5. Котов С. Ф. Влияние влажности, засоления, конкуренции и аллелопатических взаимодействий между растениями на жизнеспособность и рост сведы в галофитных сообществах Крыма / С. Ф. Котов, С. Н. Жалдак, Н. О. Симагина // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия – 2006. – Т. 19 (58), № 1. – С. 57–67.
6. Шамсутдинов Н. З. Мировые растительные ресурсы галофитов и проблемы их многоцелевого использования в сельском хозяйстве / Н. З. Шамсутдинов, З. Ш. Шамсутдинов // Сельскохозяйственная биология. Серия биология растений. – 1998. – № 1. – С. 3–17.
7. Иванов В. П. Растительные выделения и их значение в жизни фитоценозов / В. П. Иванов. – М.: Наука, 1973. – 293 с.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
9. Гродзинский А. М. Экспериментальная аллелопатия / А. М. Гродзинский, Г. П. Богдан, Э. А. Головки. – Киев: Наукова думка, 1987. – 226 с.

ALLELOPATHIC ACTIVITY OF
HALIMIONE VERRUCIFERA (M. BIEB.) AELLEN

Ganusyak A. P., Simagina N. O.

V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia
E-mail: golden-1392@mail.ru

The formation and existence of plant communities are based on interspecific interactions, one of the forms of which is allelopathy. Allelopathy is a cycle of physiologically active substances in phytocenosis, which play the role of regulator of internal and external relationships. Allelopathic activity of a particular species is determined by a certain set of different nature chemicals. It is known that the allelopathic activity of many plants is quite high. In the process of growth and development they release biological inhibitors through the root system into the soil, which can substantially inhibit neighboring plants. This work is devoted to the study of the allelopathic effect of water-soluble extracts from the aqueous extract of *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen on the *Suaeda prostrata* Pall. test object. The high inhibitory activity of the aquatic extract of *H. verrucifera* on germination of seeds and the initial growth of seedlings of test objects was revealed.

The laboratory experiment was performed to determine the effect of water extracts *H. verrucifera*, in concentrations of 1 %, 5 %, 10 % and moistened with distilled water (control) for laboratory germination of *S. prostrata* seeds. The seeds of the test object germinated in Petri dishes, at a temperature of 23°C in an amount of 10 seeds by moistened with aqueous extracts.

In the majority cases, the seed germination of *S. prostrata* has decreased in comparison with the control. Under the action of the was extract *H. verrucifera*: 72 % (1 % concentration), 68 % (5 % concentration) and 52 % (10 % concentration), respectively at 90 % in the control. Germination of *S. prostrata* seeds at the concentration of 1 % is close to the control value. Complete suppression of germination was revealed in variants with the extract of 10 % extracts concentration from the leaves. Number of germinated seeds *S. prostrata* at the influence of 10 % concentration of *H. verrucifera* extracts is an average 42 % less than in the control. Seedling of the test object under the action of 10 % concentration extract from the roots reached length $2,4 \pm 0,1$ cm, under the action of the extract from the inflorescences – $1,4 \pm 0,1$ cm, and the stems – $3,6 \pm 0,2$ cm. The highest lengths of seedlings of the test object at a high concentration (10 %) were noted when exposed to water extracts from the stems.

As a result of the action of the aqueous *H. verrucifera* extract (1 % concentration) from leaves and stems, the stimulating effect on the length of the seedlings were observed. The length of seedlings in this case was $4,9 \pm 0,2$ cm in the control, and under the action of aqueous leaves extract $5,0 \pm 0,3$ cm, the effect on the length of seedlings moistened with the extract from the stems was $5,3 \pm 0,2$ cm, in the control $5,2 \pm 0,1$ cm.

As a result of the study, it can be concluded that aquatic extracts from aboveground and underground parts of *H. verrucifera* had inhibitory and stimulating effect on germination and growth of seedlings *S. prostrata*.

Keywords: allelopathy, *Halimione verrucifera* (M. Bieb.), *Suaeda prostrata* Pall.

References

1. Grodzinsky A.M., *Allelopathy of plants and soil fatigue*, 430 (Naukova Dumka, Kiev, 1991).
2. Simagina N.O., *Allelopathic interactions in the Halophyte communities of the Crimea*, Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Biology, Chemistry, **14**, 1, 203 (2001).
3. Kotov S. F. *Analysis of interspecific interactions in community association Halimionetum (pedunculatae) salicorniosum*, Scientific notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. Series: Biology, Chemistry, **17** (56), 1, 137 (2004).
4. Kotov S. F., Simagina N. O. *The influence of perennial plants on annual succulent species in halophyte vegetation communities in the Crimea*, Scientific notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. Series: Biology, Chemistry, **18** (57), 2, 50 (2005).
5. Kotov S. F., Zhaldak S. N. and Simagina N. O., *The Influence of humidity, salinity, competition, and of interactions between plants on the vitality and growth Suaeda in halophytic communities of the Crimea*, Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Biology, Chemistry, **19** (58), 1, 57 (2006).
6. Shamsutdinov N. Z., Shamsutdinov Z. S., *World plant resources of halophytes and problems of their multipurpose use in agriculture*, Agricultural Biology. A series of plant biology, **1**, 3 (1998).
7. Ivanov V. P. *Plant extracts and their significance in the life of phytocenoses*, 293 (Science, Moscow, 1973).
8. Lakin G. F., *Biometrics*, 293 (Higher School, Moscow, 1990).
9. Grodzinsky A. M., Bogdan G. P., Golovko E. A., *Experimental allelopathy*, 226 (Naukova Dumka, Kiev, 1987).