

УДК 581.526.52

ДИНАМИКА АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ *BUPLEURUM FRUTICOSUM* L. В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИИ И ОНТОГЕНЕЗА

Симагина Н.О., Лысякова Н.Ю.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: nsimagina@list.ru*

Аллелопатический потенциал интродуцента *Bupleurum fruticosum* L. обусловлен водорасторимыми и газообразными выделениями. Установлено, что аллелопатическая активность *Bupleurum fruticosum* L. изменяется в течение вегетации и онтогенеза.

Ключевые слова: интродуцент, *Bupleurum fruticosum* L., аллелопатическая активность.

ВВЕДЕНИЕ

Организация и функционирование естественных растительных сообществ обусловлены сложными типами взаимодействий их компонентов. Химическое взаимодействие растений, составляющее основу аллелопатии, играет существенную роль в формировании фитоценозов, наряду с другими факторами, выступая регулятором видового состава и ценотической структуры в целом.

Под аллелопатией понимается круговорот физиологически активных веществ, которые играют роль регулятора внутренних и внешних взаимоотношений, возобновления и развития растительного покрова в биоценозе [1]. В фитоценозе аллелопатический фактор может выполнять стабилизирующую роль, препятствуя внедрению других видов, популяций [2, 3].

Вокруг каждого растения в пределах фитогенного поля формируется своеобразная «аллелопатическая сфера», существующая за счет накопления в среде растительных выделений [1]. Растения-интродуценты в процессе жизнедеятельности выделяют в среду фитоценоза химические соединения. С этих позиций аллелопатическая активность интродуцента и хемотолерантность растений аборигенной флоры, проявляющаяся в виде аллелопатической толерантности, является решающим фактором в формировании фитоценозов.

Интродуцент *Bupleurum fruticosum* L. в последние несколько десятилетий из парков Южного берега Крыма самостоятельно расселился в естественные фитоценозы и часто встречается в качестве одичавшего, образуя чистые насаждения. При этом он подавляет развитие аборигенной флоры. В связи с этим изучение аллелопатического аспекта средообразующих свойств растения является актуальным. Согласно анализу литературы подобные исследования не проводились, что определяет новизну данной работы. Цель исследований состояла в изучении аллелопатических свойств *Bupleurum fruticosum* L. В задачи исследований входило:

проведение серии биотестов, выявляющих аллелопатическую активность водорастворимых и газообразных выделений различных органов растения; установление аллелопатической активности в течение вегетации; определение аллелопатической составляющей фитогенного поля *Vupleurum fruticosum* L.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Vupleurum fruticosum L. – многолетний вечнозеленый кустарник высотой 0,2-1,5 (3) м, с длинными, густо облиственными ветвями. Листья почти сидячие, от широколанцетных до обратнойцевидных, жесткие, кожистые, с толстой выдающейся средней жилкой, снизу сизоватые, сверху зеленые и блестящие. Соцветие зонтик состоит из 15-25 цветков на коротких неравных цветоножках, лепестки желтовато-зеленого цвета. Плоды *Vupleurum fruticosum* L. продолговато-эллиптические, гладкие, блестящие, коричневые, до 6-8мм длиной, с острыми, крылато-окаймленными ребрами. *Vupleurum fruticosum* L. - ксеромезофит, сциогелиофит и гликофит [4]. Декоративность сохраняется в период плодоношения. Общий ареал распространения – Западное и Восточное Средиземноморье, Малая Азия [5].

Для изучения аллелопатических свойств *Vupleurum fruticosum* L. была проведена серия биотестов, в которых определялась активность водорастворимых и газообразных выделений листьев, стеблей, соцветий, корней растения. Исследования проводили в лабораторных условиях по общепринятым методикам [6].

Выявление пространственной структуры фитогенного поля *Vupleurum fruticosum* L. проводили в окрестностях пгт. Никита в сообществах ассоциации *Quercusetum (pubescentis) juniperosum (excelsae)*. В фитоценозе *Vupleurum fruticosum* L. рассматривали как донор аллелопатически активных веществ, а травянистые растения *Galium tauricum* (Willd.) Roem. et Schult, *Teucrium chamaedrys* L., *Carex cuspidata* Host., как акцепторы веществ. Возрастное состояние особей определяли на основе качественных и количественных морфологических признаков [7]. От основания стебля с ориентировкой по сторонам света закладывали полосные трансекты шириной 10 см и длиной 2м, с шагом 10 см. На отрезках трансект подсчитывали численность видов, их высоту.

Для выявления сезонной динамики аллелопатической активности *Vupleurum fruticosum* L. использовали водные экстракты концентрации 1:30 надземной и подземной частей растения, отобранных на протяжении вегетационного периода с мая по октябрь. Для анализа аллелопатической активности *Vupleurum fruticosum* L. в течение вегетации использовали индекс аллелопатической активности [8]:

$$A = (L_k - L_o) / L_k ;$$

где А – аллелопатическая активность вида;

L_к - длина проростков семян тест-объектов в контроле;

L_о - длина проростков семян тест-объектов в опыте.

Анализ результатов проводили методами математической статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В биотестах была установлена высокая аллелопатическая активность *Vupleurum fruticosum* L. Она обеспечивается водорастворимыми и газообразными выделениями органов растения. При действии водных экстрактов из листьев, стеблей, соцветий процесс прорастания семян и рост проростков тест-объектов характеризовался низкой интенсивностью. Концентрация 1:10 соответствует максимуму воздействия аллелопатического фактора. При снижении концентраций аллелопатически активных веществ отмечено увеличение всхожести семян и длины проростков. Эта тенденция свидетельствует о непосредственном влиянии количества действующих физиологически активных веществ *Vupleurum fruticosum* L. на степень ингибирования роста проростков и энергии всхожести семян тест-объекта, что согласуется с данными литературы [1, 3, 9]. Установлено, что аллелопатическая активность водорастворимых физиологически активных веществ органов *Vupleurum fruticosum* L. уменьшается в ряду: листья – соцветия – стебли.

Выделения растения-донора могут достигать акцепторного растения не только в растворенном виде, но и в газообразном [1]. Установлено, что аллелопатическая активность веществ, содержащихся в газообразных выделениях *Vupleurum fruticosum* L., уменьшается в ряду: выделения из соцветий, листьев, стеблей (рис. 1). Выделения соцветий оказывают выраженное ингибирующее воздействие на рост проростков *Triticum aestivum* L. Однако, наименьшая энергия всхожести у семян данного тест-объекта отмечена при влиянии аллелопатически активных веществ из листьев растения-донора. Аналогичная тенденция наблюдалась в эксперименте с тест-объектами *Alyssum rostratum* Stev. и *Origanum vulgare* L. Это согласуется с данными литературы [2, 3], свидетельствующими о специфичности воздействия аллелопатически активных веществ растения-донора на процессы развития растениях-акцептора.

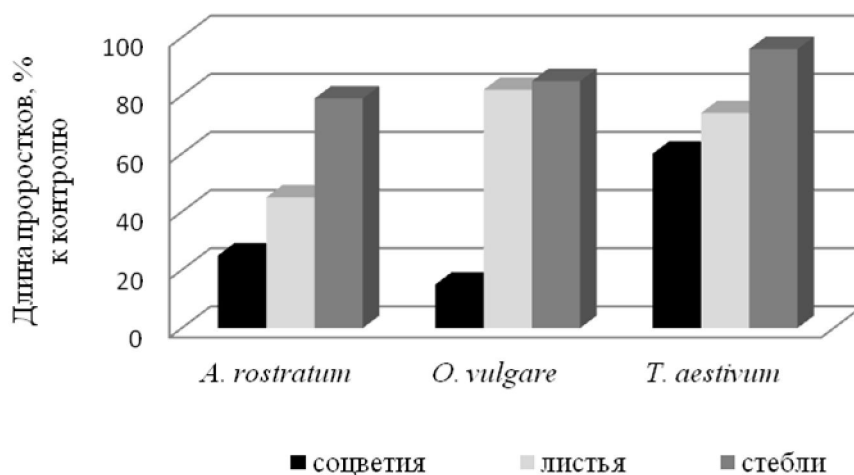


Рис.1. Длина проростков (в % к контролю) тест-объектов при действии газообразных выделений *Vupleurum fruticosum* L.

Выделительные особенности растений, обеспечивающие позицию вида в фитоценозе, могут варьировать в течение вегетационного периода [2, 3, 8]. В ходе исследования было установлено, что активность веществ, содержащихся в органах *Vupleurum fruticosum* L., отобранных на протяжении вегетационного периода, различна. Наибольшие показатели длины проростков тест-объекта *Triticum aestivum* L. ($3,7 \pm 0,5$ см) отмечены при влиянии аллелопатически активных веществ экстрактов надземных вегетативных органов, отобранных в мае (табл. 1).

Таблица 1

Длина проростков *Triticum aestivum* L. при увлажнении водными экстрактами органов *Vupleurum fruticosum* L., отобранных на протяжении вегетационного периода.

Месяцы	Длина проростков, см ($x \pm Sx$)		
	Надземные вегетативные органы	Надземные генеративные органы	Подземные органы
Май	$3,7 \pm 0,5$	$4,9 \pm 0,4$	$4,7 \pm 0,9$
Июнь	$0,5 \pm 0,6$	$3,0 \pm 0,6$	$4,3 \pm 0,8$
Июль	0	$2,6 \pm 0,7$	$3,6 \pm 1,0$
Август	$1,3 \pm 0,5$	$1,1 \pm 0,4$	$2,0 \pm 0,6$
Сентябрь	$1,1 \pm 0,7$	$0,3 \pm 0,5$	$2,2 \pm 0,3$
Октябрь	$2,0 \pm 1,0$	$2,6 \pm 1,1$	$3,0 \pm 0,8$

Установлено, что наибольшее количество веществ, ингибирующих прорастание тест-объекта, надземные вегетативные органы *Vupleurum fruticosum* L. содержат в июле. В данном варианте биотестов всхожесть семян *Triticum aestivum* L. была минимальной. При увлажнении семян тест-объекта экстрактами из этих органов, собранных в октябре, длина проростков составила $2,0 \pm 1,0$ см. Это свидетельствует о том, что к концу вегетационного сезона аллелопатическая активность листьев и стеблей снижается (рис. 2).

Установлено, что семена *Triticum aestivum* L. прорастают с различной интенсивностью при влиянии водорастворимых аллелопатически активных веществ, накапливающихся в генеративных органах в течение вегетации. С мая по сентябрь средние показатели длины проростков тест-объекта уменьшались с $4,9 \pm 0,4$ см до $0,3 \pm 0,5$ см соответственно. К концу вегетационного периода фитотоксический эффект физиологически активных веществ снижается. Длина проростков *Triticum aestivum* L. при этом составляет $2,6 \pm 1,1$ см.

Выявлено, что подземные органы не накапливают значительного количества аллелопатически активных веществ в течение вегетации. Рост проростков тест-объектов при увлажнении экстрактами из корней *Vupleurum fruticosum* L. характеризовался довольно высокой интенсивностью.

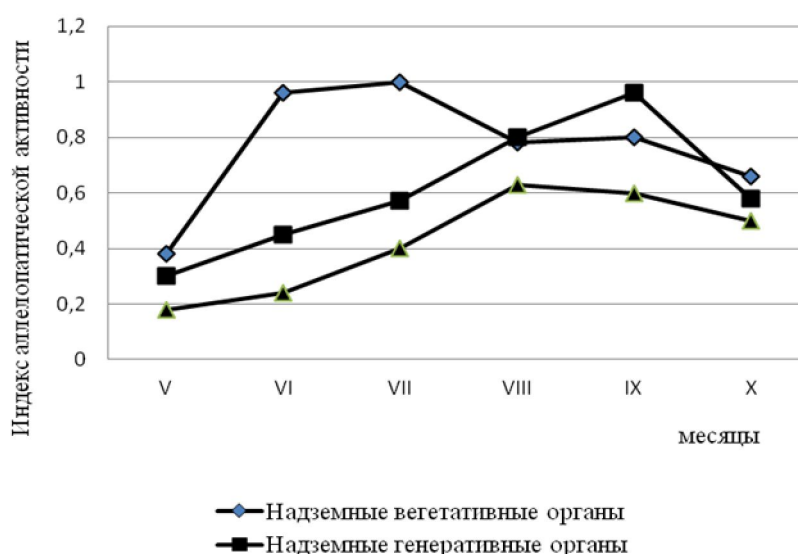


Рис.2. Динамика аллелопатической активности *B. fruticosum* L. в течение вегетации.

Наибольший показатель длины проростков *Triticum aestivum* L. ($4,7 \pm 0,9$ см) отмечен при воздействии аллелопатически активных веществ экстрактов корней, собранных в мае. Минимальное его значение наблюдалось при увлажнении семян экстрактами подземных органов, собранных в августе: $2,0 \pm 0,6$ см. К концу вегетационного периода аллелопатическая активность корней не значительна. Длина проростков при этом составила $3,0 \pm 0,8$ см.

Таким образом, в ходе эксперимента выявлена динамика аллелопатической активности *Bupleurum fruticosum* L. на протяжении вегетационного сезона. Индекс аллелопатической активности варьирует в широких пределах (рис.2). Фитотоксичность надземных вегетативных органов *Bupleurum fruticosum* L. увеличивается, начиная с мая, и достигает своего максимального значения к середине вегетационного сезона – в июле. Индекс аллелопатической активности при этом равен 1, что соответствует максимуму воздействия аллелопатического фактора. С июля по октябрь, прослеживается тенденция уменьшению степени аллелопатической активности вегетативных органов *Bupleurum fruticosum* L. К октябрю индекс аллелопатической активности достигает значения 0,65, но данный показатель почти в 2 раза превышает таковой в мае. Очевидно, что в последующие месяцы аллелопатическая активность вида продолжает снижаться. Значение индекса аллелопатической активности генеративных органов *Bupleurum fruticosum* L. постепенно увеличивается, начиная с мая, достигает пика в сентябре (от 0,3 до 0,95 соответственно). К октябрю ингибирующее действие физиологически активных веществ соцветий *Bupleurum fruticosum* L. снова снижается. Индекс аллелопатической активности при этом равен 0,55.

Установлено, что действие аллелопатически активных веществ подземных органов *Vupleurum fruticosum* L. на прорастание семян тест-объекта характеризуется меньшей степенью токсичности. Индекс аллелопатической активности подземных органов в мае составляет 0,18, что соответствует минимальному воздействию аллелопатического фактора. Максимальная аллелопатическая активность корней *Vupleurum fruticosum* L. отмечена в августе. Индекс аллелопатической активности водорастворимых физиологически активных веществ из подземных частей растения, отобранных в это время, значительно выше и составляет 0,64. К октябрю он снижается до 0,47.

Для выявления пространственной структуры фитогенного поля *Vupleurum fruticosum* L. в сообществе ассоциации *Quercusetum (pubescentis) juniperosum (excelsae)* были отобраны особи, находившиеся в прегенеративном и генеративном периоде онтогенеза. Среди генеративных особей были дифференцированы возрастные состояния g_1 , g_2 , g_3 .

В ходе исследований было установлено, что особи в прегенеративном и постгенеративном периоде онтогенеза не оказывают воздействия на растении-акцепторы. Достоверных различий между параметрами растений вблизи *Vupleurum fruticosum* L. и на удаленных от него контрольных участках не установлено.

Вокруг особей g_1 плотность растений-акцепторов изменялась неодинаково. На трансектах при увеличении расстояния от *Vupleurum fruticosum* L. наблюдалось увеличение численности видов *Galium tauricum* (Willd.) Roem. et Schult. (табл. 2). В непосредственной близости от донора физиологически активных веществ средний показатель плотности растений этого вида составил 4 – 6 особей на 100 см², что в 4 – 6 раз ниже, чем на контрольных участках. На расстоянии 1,8 – 2 м от *Vupleurum fruticosum* L. средние значения плотности *Galium tauricum* (Willd.) Roem. et Schult. возросли в 2 – 5 раз и составили 13 – 25 особей на 100 см².

Наблюдалось увеличение высоты *Teucrium chamaedrys* L. по градиенту удаленности от особей *Vupleurum fruticosum* L. в возрастном состоянии g_1 . Значение параметра при этом изменялось в среднем от 5,5 до 15,7 см. В контроле этот показатель составил 13,6±2,2 см.

В непосредственной близости от *Vupleurum fruticosum* L. средняя высота особей *Galium tauricum* (Willd.) Roem. et Schult. составила 7,0±1,2 см. При удалении от донора средний показатель высоты растений резко увеличивается (от 10,0±2,3 до 11,2±2,4 см). Вокруг особей *Vupleurum fruticosum* L. g_2 и g_3 были выявлены пространства, незанятые растительностью или в пределах которых особи представлены единично. Для растений *Vupleurum fruticosum* L. в возрастном состоянии g_2 граница этой области находится на расстоянии 60 см от донора аллелопатически активных веществ; g_3 – 100 см. Эта зона соответствует проекции надземной и подземной частей *Vupleurum fruticosum* L. За пределами этой зоны наблюдалось угнетение особей подчиненных видов.

Таблица 2

Изменение параметров подчиненных видов по градиенту удаленности от особей *Vupleurum fruticosum* L. различных возрастных состояний

Расстояние от <i>Vupleurum fruticosum</i> L., см	Параметры растений подчиненных видов					
	Плотность (шт /100см ²)			Высота, см (x ± sx)		
	<i>G. tauricum</i>	<i>T. chamaedrys</i>	<i>C. cuspidata</i>	<i>G. tauricum</i>	<i>T. chamaedrys</i>	<i>C. cuspidata</i>
0-20 g ₁	4	2	–	7,0±1,2	5,5±0,3	–
g ₂	–	–	–	–	–	–
g ₃	–	–	–	–	–	–
21-40 g ₁	6	3	–	10,0±2,3	0,7±0,6	–
g ₂	–	–	–	–	–	–
g ₃	–	–	–	–	–	–
41-60 g ₁	8	8	5	10,7±1,0	7,0±0,9	7,2±0,5
g ₂	–	–	–	–	–	–
g ₃	–	–	–	–	–	–
61-80 g ₁	7	12	–	11,2±2,4	10,5±1,1	–
g ₂	13	9	2	10,3±0,8	7,0±1,1	13,6±0,9
g ₃	–	–	–	–	–	–
81-100 g ₁	23	9	7	8,9±3,1	11,2±0,9	13,3±0,7
g ₂	21	8	–	9,9±0,5	10,6±0,7	–
g ₃	–	–	–	–	–	–
101-120 g ₁	22	15	3	8,8±1,9	11,3±1,8	17,0±0,4
g ₂	24	9	–	10,0±2,1	11,8±0,6	–
g ₃	10	13	9	12,1±1,9	8,1±1,8	16,0±1,6
121-140 g ₁	30	07	12	10,5±1,8	14,5±1,7	11,4±1,9
g ₂	30	10	16	11,3±1,2	14,0±0,7	10,5±2,1
g ₃	26	9	12	9,4±1,8	10,5±1,6	15,8±2,0
141-160 g ₁	25	5	16	10,1±2,0	10,8±0,2	18,2±1,4
g ₂	26	13	17	9,3±0,8	12,3±1,5	14,3±1,5
g ₃	30	16	9	13,6±0,9	11,6±2,4	15,9±0,7
161-180 g ₁	25	5	7	10,3±2,5	15,7±0,9	15,6±1,0
g ₂	25	05	15	9,5±0,9	16,6±1,2	16,5±0,9
g ₃	34	6	9	13,8±1,1	12,4±1,8	16,1±0,9
181-200 g ₁	13	6	–	10,0±1,5	10,7±2,1	–
g ₂	27	12	17	10,6±0,6	18,5±0,9	10,8±0,6
g ₃	34	12	11	13,3±0,9	13,9±1,5	16,4±1,4
контроль	27	9	15	12,0±1,7	13,6±2,2	16,3±2,5

Так, плотность произрастания *Galium tauricum*(Willd.) Roem. et Schult. по градиенту удаленности от особей g_2 и g_3 возрастает с 13 до 27 и с 10 до 34 особей на 100 см^2 соответственно (табл. 2). Изменение высоты растений этого вида прослеживается с увеличением расстояния от особей g_3 с $9,0 \pm 2,2 \text{ см}$ до $13,8 \pm 1,1 \text{ см}$.

С удалением от растения-донора аллелопатически активных веществ в возрастном состоянии g_2 увеличивается плотность произрастания *Carex cuspidata* Host. (с 2 до 17 особей на 100 см^2) и высота *Teucrium chamaedrys* L. (с $7,0 \pm 1,1 \text{ см}$ до $18,5 \pm 0,9 \text{ см}$). Увеличение высоты последнего наблюдалось на трансектах с удалением и от особей g_3 (с $8,1 \pm 1,8 \text{ см}$ до $13,9 \pm 1,5 \text{ см}$).

Изменение параметров растений – акцепторов позволило выделить различные концентрические зоны вокруг особей g_2 и g_3 . Были выявлены области с радиусом 60 – 100 см, незанятые растительностью. Эта зона соответствует проекции надземной и подземной частей *Bupleurum fruticosum* L. Аллелопатическое влияние кустарника на растения-акцепторы наблюдалось на участке, соответствующем второй зоне. Радиус ее составляет в среднем 120 – 160 см. Контур третьей зоны с радиусом 180 – 200 см соответствует границам внешней части фитогенного поля. За ее пределами наблюдается толерантность растений к действию выделений *Bupleurum fruticosum* L. Установлено, что напряженность фитогенного поля *Bupleurum fruticosum* L. возрастает в ходе онтогенеза и достигает максимума у зрелых генеративных особей.

ВЫВОДЫ

1. *B. fruticosum* L обладает высокой аллелопатической активностью, которая изменяется в течение вегетации.
2. Аллелопатический потенциал *B. fruticosum* L. обеспечивается водорастворимыми и газообразными выделениями вегетативных и генеративных органов. Наибольшее ингибирующее воздействие на растения-акцепторы оказывают выделения из листьев и соцветий.
3. Установлено, что *B. Fruticosum* L. является сильным эдификатором, оказывающим в зрелом генеративном состоянии в пределах фитогенного поля ингибирующее воздействие на растения-акцепторы.

Список литературы

1. Гродзинский А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление. Избр. Тр. / А.М. Гродзинский. - К.: Наукова думка. 1991. - 532с.
2. Головки Е.А. Аллелопатия культурных растений в аспекте проблем агрофитоценологии / Е.А. Головки, Т.М. Биляновская, И.И. Воробей // Физиология и биохимия культурных растений. - 1999. - т.31, №2. - С.103-113.
3. Юрчак Л.Д. Аллелопатия в агробиоценозах ароматичних рослин./ Л.Д. Юрчак.- К.: Фітосоціоцентр, 2005. - 411с.
4. Голубев В.Н. Биологическая флора Крыма / В.Н. Голубев. Ялта: ГНБС. 1996. – 106с.
5. Флора СССР(гл.ред.Комарова В.Л.).-М.:АН, 1960. Т.XVI (ред. Шишкина Н.И.).-1960.-С. 275-334.
6. Гродзинский А.М. Экспериментальная аллелопатия / А.М. Гродзинский, Е.А. Головки, С.А. Горобец.- К.: Наукова думка, 1975. - 230с.
7. Ценопопуляция растений (очерк популяционной экологии) / Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Смирнова А.С. – М.: Наука, 1988. – 182 с.

8. Симагина Н.О. Взаимодействия между растениями в сообществах галофитной растительности Крыма: аллелопатический аспект: автореферат дис. на соискание канд. биол. наук/ Н.О. Симагина; Никитский ботанический сад – национальный научный центр УААН. – Ялта., 2006. – 20 с.
9. Брыкалов.А.В. Аллелопатическая активность водных экстрактов некоторых сорных растений / А.В Брыкалов, Е.М.Головкина // Алелопатія та сучасна біологія: Матеріали Міжн. Наук.конф. «Алелопатія та сучасна біологія» (Київ,17-19 жовтня 2006р.).-К.: Фітосоціоцентр, 2006. - С.39-41.

Сімагіна Н.О. Динаміка аллелопатичної активності *Bupleurum fruticosum* L. протягом вегетації і онтогенезу / Н.О. Сімагіна, Н.Ю. Лисякова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 4. – С. 273-281.

Аллелопатичний потенціал інтродуцента *Bupleurum fruticosum* L. обумовлений водорозчинними і газоподібними виділеннями. Встановлено, що аллелопатична активність *Bupleurum fruticosum* L. змінюється протягом вегетації і онтогенезу.

Ключові слова: інтродуцент, *Bupleurum fruticosum* L., аллелопатична активність.

Simagina N.O. Dynamics of allelopathic activity *Bupleurum fruticosum* L. during vegetation and ontogenesis / N.O. Simagina, N.Yu. Lysyakova // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 4. – P. 273-281.

Allelopathic potential of introduced plant *Bupleurum fruticosum* L. conditioned by watersoluble and gaseous excretions. It was determined that allelopathic activity of *Bupleurum fruticosum* L. changes during a vegetation and ontogenesis.

Keywords: *Bupleurum fruticosum* L., allelopathic activity.

Поступила в редакцію 23.11.2011 г.