
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

BIOLOGICAL SCIENCES

УДК 635.925:581.524.13

DOI: 10.18413/2075-4671-2018-42-1-5-11

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ ТКАНЕЙ КОРНЕЙ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ ПАРКОВЫХ СООБЩЕСТВ

RESEARCH OF BIOGENIC ACTIVITY OF ROOT TISSUES OF ORNAMENTAL PLANTS OF PARK COMMUNITIES

В.П. Коба¹, О.О. Коренькова²
V.P. Koba¹, O.O. Korenkova²

¹ Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Россия, 298648, г. Ялта, Никитский спуск, 52

² Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Россия, 295007, г. Симферополь, просп. Академика Вернадского, 4

¹ Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Centre RAS, 52 Nikitsky Descent St, Yalta, 298648, Russia

² The V.I. Vernadsky Crimean Federal University, 4 Academic Vernadsky Ave, Simferopol, 295007, Russia

E-mail: kobavp@mail.ru; o.o.korenkova@mail.ru

Аннотация

Проведено изучение биогенной активности тканей корней некоторых видов декоративных растений парковых сообществ. С использованием тест-культуры выявлены различия интенсивности снижения жизненной активности *Paramecium caudatum* при контакте с веществами тканей корней некоторых видов декоративных растений. Максимальная скорость подавления жизнедеятельности *P. caudatum* наблюдалась при действии компонентов тканей корней *Pyracantha crenulata*. Наиболее низкие биогенные свойства проявили водные растворы веществ тканей корней *Laurocerasus lusitanica* и *Forsythia viridissima*. Выделено три группы декоративных растений по уровню биогенной активности тканей корней. У представителей первой и второй группы интенсивность негативного действия тканей корней на *P. caudatum* снижается равномерно, в третьей группе этот показатель характеризуется значительным градиентом. Отмечена тенденция увеличения длительности экспозиции летального воздействия на *P. caudatum* веществ тканей корней древесных растений. Показано, что при формировании парковых сообществ необходимо учитывать уровень биогенной активности корней различных видов растений.

Abstract

The study of the biogenic activity of root tissues of some species of ornamental plants of park communities has been carried out. With the use of the test culture, differences in the intensity of the decrease in the vital activity of *Paramecium caudatum* were revealed by contact with root tissue substances of certain types of ornamental plants. The maximum rate of suppression of vital activity of *P. caudatum* was observed under the action of the components of the tissues of the roots of *Pyracantha crenulata*. The aqueous solutions of the tissues of the roots of *Laurocerasus lusitanica* and *Forsythia viridissima* showed the lowest biogenic properties. Three groups of ornamental plants are distinguished according to the level of biogenic activity of root tissues. In the representatives of the first and second groups, the intensity of the negative action of the root tissues in *P. caudatum* decreases uniformly, in the third group this parameter is characterized by a significant gradient. The tendency of an increase in the



duration of exposure of the lethal effect on *P. caudatum* substances of tissues of the roots of woody plants was noted. It is shown that when forming pack communities, it is necessary to take into account the level of biogenic activity of the roots of various plant species.

Ключевые слова: декоративные растения, жизненные формы, корни, ткани, тест-культура, биогенная активность.

Keywords: ornamental plants, life forms, roots, tissues, test culture, biogenic activity.

Введение

Корневая система обеспечивает потребление минеральных веществ, при этом в процессе роста и развития растений через коневые выделения происходит активное насыщение почвенной среды различными химическими компонентами [Мурсалиев, Эрнazarова, 2017; Tsunoda, Van Dam, 2017; Zhiquan et al., 2017]. Некоторые из них способствуют улучшению минерального питания. Ипатов Другие, в результате аллелопатического действия, могут повышать жизненные преимущества растений за счет подавления роста корней конкурентных видов при совместном произрастании [Ипатов, Кирикова, 2000; Паркина 2006; Байтулин, 2007; Василенко, 2008; Groppa et al., 2012; Boudiaf et al., 2013; Rasmann, Turlings, 2016]. К достаточно распространенным также относится явление, когда при длительном возделывании монокультуры, наряду с истощением почвенной среды по уровню минерального питания, происходит ее насыщение химическими веществами, угнетающими рост и развитие растений данной культуры [Волков, 2010; Duhamel, Vandenkoornhuuse, 2013.]. Эти вопросы достаточно широко рассмотрены в исследования, связанных с изучением сельскохозяйственных культур. Декоративные растения парковых сообществ в данной проблематике изучены в меньшем объеме. Во многом это определяется тем, что выявление специфики биогенного действия корневых выделений древесно-кустарниковых растений требует проведения значительного объема трудоемких исследований, так как их корневая система развивается длительное время и распространяется в более глубоких горизонтах почвы в сравнении с травянистыми растениями. Поэтому в данной ситуации большое значение приобретает использование косвенных методов оценки уровня биогенной активности корней растений различных видов.

Целью исследований являлось изучение уровня биогенной активности тканей корней некоторых видов декоративных растений парковых сообществ.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в арборетуме Никитского ботанического сада. На куртинах парков были выбраны некоторые декоративные растения различных жизненных форм и географического происхождения [Кормилицын, Голубева, 1970; Галушко и др., 1993]. В осенний период 2016 г. у изучаемых растений были взяты образцы тканей корней. При исследовании биогенной активности веществ, содержащихся в тканях корней, использовался метод оценки интенсивности подавления жизнедеятельности простейших организмов [Токин, 1980]. В качестве тест-объекта использовали культуру *Paramecium caudatum*. Навеска корней изучаемых растений массой 1.0 г измельчалась, посредством растирания в керамической ступке, после чего тщательно перемешивалась с 4 см³ дистиллированной воды. Экстрагирование субстрата проводили в течение 1 часа. В дальнейшем на предметное стекло помещались каплю культуры *P. caudatum*, в которую вводили в таком же объеме водную вытяжку тканей корней растений. Уровень биогенной активности водного раствора веществ, оценивали по длительности периода полного подавления жизнедеятельности *P. caudatum*. Наблюдения проводили в трехкратной повторности с использованием микроскопа ЛОМО Микмед-5. Количественные результаты исследований обрабатывали, применяя методы вариационной статистики [Лакин, 1990].

Результаты исследований и их обсуждение

Исследованиями было охвачено 32 таксона декоративных растений: *Berberis soulieana* Schneid., *Myrtus communis* L., *Aucuba japonica* Thunb., *Sarcococca humilis* Stapf., *Lagerstroemia indica* L., *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl., *Phillyrea latifolia* var. *Media* (L.) Schneid., *Laurocerasus lusitanica* L., *Laurus nobilis* L., *Pyracantha crenulata* (D. Don) Roem. x Mohave, *Ligustrum lucidum* Ait., *Magnolia grandiflora* L. f. *Hartwissiana* Zabel., *Lonicera fragrantissima* Lindl. et Paxt., *Pittosporum tobira* Ait., *Pittosporum heterophyllum* Franch., *Pittosporum xylocarpus* Huet Wang, *Viburnum tinus* L., *Jasminum mesney* Hance, *Osmanthus fragrans* Lour., *Forsythia viridissima* Lindl., *Nerium oleander* L., *Taxus baccata* L., *Cotoneaster salicifolius* French, *Cotoneaster glaucophyllus*, Franch. f. *serotinus* (Hutchins.), *Campsis radicans* (L.) Seem., *Cotoneaster divaricatus* Rend. Et Wils., *Cerasus serrulata* Lundl., *Exochorda korolcovii* Lav., *Hibiscus syriacus* L., *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach, *Ilex aquifolium* L., *Euonymus japonicus* Thunb.

По флоро-географическим областям в наибольшем количестве представлены растения из Восточной Азии – 56.3% общего числа таксонов (табл.). Растения средиземноморской флоры составляли 28.1%. На североамериканские виды приходилось 12.5%. Растения из Средней Азии составили 3.1%. По жизненным формам, изучаемые таксоны имели следующее распределение: вечнозеленые кустарники – 43.8%; вечнозеленые деревья – 21.9%; листопадные кустарники – 21.8%; хвойные деревья – 6.3%; листопадные деревья – 3.2%; лианы – 3.0%.

Таблица
Table

Характеристика жизненных форм, ареалов естественного произрастания и биогенной активности тканей корней изучаемых растений
Characteristics of life forms, areas of natural growth and biogenic activity of root tissues of the studied plants

Виды растений	Жизненная форма	Ареал естественного произрастания	Экспозиция подавления жизнедеятельности <i>Paramecium caudatum</i> , сек.
			$M \pm s^*$
1	2	3	4
<i>P. crenulata</i>	Полувечнозеленый кустарник	Гималаи	57.3±4.9
<i>M. communis</i>	Вечнозеленый кустарник	Зап. Средиземноморье	81.2±6.3
<i>E. korolcovii</i>	Листопадный кустарник	Средняя Азия: Туркестан	124.5±11.3
<i>M. grandiflora</i>	Вечнозеленое лиственное дерево	Сев. Америка	145.8±11.3
<i>E. japonicus</i>	Вечнозеленый кустарник	Япония, п-ов Корея	151.4±12.5
<i>V. tinus</i>	Вечнозеленый кустарник	Средиземноморье	172.1±14.7
<i>L. nobilis</i>	Вечнозеленое лиственное дерево	Средиземноморье	175.8±16.9
<i>C. serrulata</i>	Листопадное дерево	Япония, Корейский полуостров и часть территории Китая	180.8±17.6
<i>O. fragrans</i>	Вечнозеленое лиственное дерево	Гималаи, Китай, Япония	183.7±14.8
<i>A. japonica</i>	Вечнозеленый кустарник	Китай, Корея, Япония	191.7±18.5
<i>S. humilis</i>	Вечнозеленый кустарник	Китай: Хубэй, Сычуань	192.5±19.0
<i>P. latifolia</i>	Вечнозеленое лиственное дерево	Средиземноморье	195.4±18.1



Окончание таблицы
End of table

1	2	3	4
<i>P. xylocarpus</i>	Вечнозеленый кустарник	Китай	215.3±20.7
<i>C. salicifolius</i>	Вечнозеленый кустарник	Зап. Китай, Сычуань	231.9±21.4
<i>J. mesney</i>	Вечнозеленый кустарник	Зап. Китай	232.7±21.0
<i>P. heterophyllum</i>	Вечнозеленый кустарник	Зап. Китай	243.1±21.9
<i>C. divaricatus</i>	Листопадный кустарник	Китай: Зап. Сычуань, Зап. Хубэй	276.2±24.8
<i>H. syriacus</i>	Листопадный кустарник	Китай, Индия	281.3±24.0
<i>P. tobira</i>	Вечнозеленый кустарник	Япония, Китай	310.6±28.9
<i>L. fragrantissima</i>	Вечнозеленый кустарник	Вост. Китай	311.9±30.2
<i>S. sempervirens</i>	Хвойное дерево	США: Калифорния	382.3±34.6
<i>B. soulieana</i>	Вечнозеленый кустарник	Китай, Гансу, Шанси	405.7±38.1
<i>C. radicans</i>	Листопадная лиана	Юго-Восток США	433.8±37.1
<i>C. japonica</i>	Листопадный кустарник	Япония	442.5±39.7
<i>C. glaucophyllus</i>	Вечнозеленый кустарник	Зап. Китай, Юньнань	476.3±39.5
<i>L. lucidum</i>	Вечнозеленое лиственное дерево	Китай, Корея, Япония	596.1±58.3
<i>L. indica</i>	Листопадный кустарник	Китай, п-ов Корея	747.2±60.9
<i>T. baccata</i>	Хвойное дерево	Средиземноморье	851.6±76.1
<i>I. aquifolium</i>	Вечнозеленое лиственное дерево	Средиземноморье	928.7±75.3
<i>N. oleander</i>	Вечнозеленый кустарник	Зап. Средиземноморье	3183.2±311.8
<i>L. lusitanica</i>	Вечнозеленое лиственное дерево	Испания, Португалия	3379.8±312.7
<i>F. viridissima</i>	Листопадный кустарник	Китай	3586.9±334.7

*Примечание: средняя величина – *M*, ошибка среднего – *s*.

Уровень биогенной активности тканей корней изучаемых растений характеризовался значительными различиями. Максимальная скорость подавления жизнедеятельности *P. caudatum* при контакте с веществами тканей корней была отмечена у *P. crenulata*. Наиболее низкое биогенное действие проявляли компоненты тканей корней *L. lusitanica* и *F. viridissima*, их активность более чем 60 раз меньше в сравнении с *P. crenulata*.

В целом по показателю скорости подавления жизнедеятельности *P. caudatum* изучаемые виды растений можно разделить на три группы. В первую группу входят 12 видов растений: *P. crenulata*, *M. communis*, *E. korolcovii*, *M. grandiflora*, *E. japonicus*, *V. tinus*, *L. nobilis*, *C. serrulata*, *O. fragrans*, *A. japonica*, *S. humilis*, *P. latifolia*. Вещества, содержащиеся в тканях их корней, проявляют эффект летального воздействия на *P. caudatum* в течение 57–200 секунд. Вторая группа включает 9 видов растений: *P. xylocarpus*, *C. salicifolius*, *J. mesney*, *P. heterophyllum*, *C. divaricatus*, *H. syriacus*, *P. tobira*, *L. fragrantissima*, *S. sempervirens*. Они характеризуются экспозицией летального воздействия на тест-культуру в пределах 215–400 секунд. Третья группа состоит из 11 растений, проявляющих невысокий уровень биогенной активности: *B. soulieana*, *C. radicans*, *C. japonica*, *C. glaucophyllus*, *L. lucidum*, *L. indica*, *T. baccata*, *I. aquifolium*, *N. oleander*, *L. lusitanica*, *F. viridissima*. Следует отметить, что в первых двух группах растений уровень действия веществ тканей корней снижается достаточно равномерно, в то время как в третьей этот показатель изменяется более интенсивно.

В первой и во второй группе по жизненным формам преобладают вечнозеленые кустарники, по флоро-географическим областям растения из Восточной Азии. В третьей группе увеличивается доля древесных и представленность средиземноморских видов растений. Снижение активности биогенного действия тканей корней древесных растений, очевидно, может быть связано с тем, что у многих видов представителей древесных

повышение эффективности функционирования корневой системы происходит вследствие формирования симбиотических связей с различными видами микроорганизмов [Мамай, 2014; Evangelisti et al., 2014; Molina-Montenegro et al., 2016]. Козволюция древесных растений и некоторых микроорганизмов способствовала снижению синэкологического антагонизма и определила формирование новых биологических структур – экзогенную и эндогенную микоризу, обеспечивающих существенное улучшение минерального питания растений [Аристовская, 1980; Мамай, 2014; Meena et al., 2017]. Поэтому при формировании паковых сообществ необходимо учитывать уровень биогенной активности корней различных видов растений. Не исключается, что растения с высокой биогенной активностью тканей корней в процессе функционирования могут выделять в почвенную среду вещества, подавляющие жизнедеятельность микоризообразующих организмов. При совместном произрастании в парковых сообществах это может оказать негативное влияние на состояние растений, которые в своем развитии формируют симбиотические связи с различными видами микроорганизмов.

Заключение

С использованием тест-культуры выявлены различия интенсивности снижения жизненной активности *P. caudatum* при контакте с веществами тканей корней некоторых видов декоративных растений. Максимальная скорость подавления жизнедеятельности *P. caudatum* наблюдалась при действии компонентов тканей корней *P. crenulata*. Наиболее низкие биогенные свойства проявили вещества тканей корней *L. lusitanica* и *F. viridissima*.

Выделено три группы декоративных растений по уровню биогенной активности тканей корней. У представителей первой и второй группы интенсивность действия веществ тканей корней снижается равномерно, в третьей группе этот показатель характеризуется значительным градиентом. Отмечена тенденция увеличения длительности экспозиции летального воздействия на *P. caudatum* веществ тканей корней древесных растений.

При формировании паковых сообществ необходимо учитывать уровень биогенной активности корней различных видов растений. Растения с высокой биогенной активностью тканей корней могут выделять в почвенную среду вещества, негативно влияющие на микоризообразующие организмы и, как следствие, состояние растений, которые в своем развитии формируют симбиотические связи с различными видами простейших организмов.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-29-02596.

Список литературы

References

1. Аристовская Т.В. 1980. Микробиология процессов почвообразования. Л., 187.
Aristovskaja T.V. 1980. Mikrobiologija processov pochvoobrazovanija [Microbiology of soil formation processes]. Leningrad, 187. (in Russian)
2. Байтулин О.И. 2007. Роль корневой системы во взаимоотношениях между растениями в ценозе. *Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия биологическая*, 4: 3–13.
Bajtulin O.I. 2007. The role of the root system in the relationship between plants in the cenosis. *Izvestiya of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Biological series*, 4: 3–13. (in Russian)
3. Василенко Н.А. 2008. Самоорганизация древесных ценозов. Владивосток, 171.
Vasilenko N.A. 2008. Samoorganizacija drevesnyh cenozov [Self-organization of wood cenoses]. Vladivostok, 171. (in Russian)
4. Волков О.И. 2010. Влияние корневых выделений прорастающих семян ячменя (*Hordeum vulgare* L.) на качественный и количественный состав органических компонентов почвы. *Журнал общей биологии*, 71 (4): 359–368.



Volkov O.I. 2010. Effect of root secretions of germinating barley seeds (*Hordeum vulgare* L.) on the qualitative and quantitative composition of organic soil components. *Biology Bulletin Reviews*, 71 (4): 359–368. (in Russian)

5. Галушко Р.В., Захаренко Г.С., Кузнецова В.М., Максимов А.П., Михайленко Д.М., Подгорный Ю.К., Сильвестрова М.В., Шкарлет О.Д. 1993. Каталог дендрологической коллекции арборетума ГНБС. Ялта, 102.

Galushko R.V., Zaharenko G.S., Kuznecova V.M., Maksimov A.P., Mihajlenko D.M., Podgorny Ju.K., Sil'vestrova M.V., Shkarlet O.D. 1993. Katalog dendrologicheskoi kollekcii arboretuma GNBS [Catalog of the dendrological collection of the Arboretum of the SNBG]. Yalta, 102. (in Russian)

6. Ипатов В.С., Кирикова Л.А. 2000. Классификация отношений между растениями в сообществах. *Ботанический журнал*, 7: 92–100.

Ipatov V.S., Kirikova L.A. 2000. Classification of relations between plants in communities. *Botanical Journal*, 7: 92–100. (in Russian)

7. Кормилицын А.М., Голубева И.В. 1970. Каталог дендрологических коллекций арборетума Государственного Никитского ботанического сада. Ялта, 90.

Kormilicyn A.M., Golubeva I.V. 1970. Katalog dendrologicheskikh kollekcij arboretuma Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada [Catalog of arboretum dendrology collections of the State Nikitsky Botanical Garden]. Yalta, 90. (in Russian)

8. Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М., 352.

Lakin G.F. 1990. Biometrija [Biometrics]. Moscow, 352.

9. Мамай А.В. 2014. Микробная трансформация соединений азота и углерода в лесных почвах средней тайги (на примере Карелии). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 153.

Mamaj A.V. 2014. Mikrobnaja transformacija soedinenij azota i ugleroda v lesnyh pochvah srednej tajgi (na primere Karelii) [Microbial transformation of nitrogen and carbon compounds in forest soils of the middle taiga (on the example of Karelia)]. Abstract. dis. ... cand. boil. sciences. Moscow, 153. (in Russian)

10. Мурсалиев А.М., Эрнazarова Э.Э. 2017. Биогеохимические особенности биологического круговорота веществ в условиях природно-техногенных экосистем Ташкумырского каменноугольного месторождения. *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета*, 17 (1): 191–194.

Mursaliev A.M., Jernazarova Je.Je. 2017. Biogeochemical features of the biological cycle of substances in conditions of natural-technogenic ecosystems of the Tash-Kumyr coal deposit. *Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University*, 17 (1): 191–194. (in Russian)

11. Паркина И.Н. 2006. Особенности биологической активности почвы в фитогенном поле березы повислой. *Вестник Самарского государственного университета. Естественнонаучная серия*, 7 (47): 148–152.

Parkina I.N. 2006. The biological activity of the soil in the phylogenous field of the birch is peculiar. *Bulletin of the Samara State University. Natural Science Series*, 7 (47): 148–152. (in Russian)

12. Токин В.Л. 1980. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах. Л., 277.

Tokin V.L. 1980. Celebnye jady rastenij. Povest' o fitoncidah [Healing poisons of plants. The Tale of Phytoncides]. Leningrad, 277. (in Russian)

13. Boudiaf I., Baudoin E., Sanguin H., Beddiar A., Thioulouse J., Galiana A., Prin Y., Roux C.Le, Lebrun M., Duponnois R. 2013. The exotic legume tree species, *Acacia mearnsii*, alters microbial soil functionalities and the early development of a native tree species, *Quercus suber*, in North Africa. *Soil Biology and Biochemistry*, 65: 172–179.

14. Duhamel M., Vandenkoornhuysen P. 2013. Sustainable agriculture: possible trajectories from mutualistic symbiosis and plant neodomestication. *Trends in Plant Science*, 18 (11): 597–600.

15. Evangelisti E., Rey T., Schornack S. 2014. Cross-interference of plant development and plant–microbe interactions. *Current Opinion in Plant Biology*, 20: 118–126.

16. Groppa M.D., Benavides M.P., Zawoznik M.S. 2012. Root hydraulic conductance, aquaporins and plant growth promoting microorganisms: A revision. *Applied Soil Ecology*, 61: 247–254.

17. Meena V.S., Meena S.K., Verma J.P., Kumar A., Aeron A., Mishra P.K., Bisht J.K., Pattanayak A., Naveed M., Dotaniya M.L. 2017. Plant beneficial rhizospheric microorganism (PBRM) strategies to improve nutrients use efficiency: A review. *Ecological Engineering*, 107: 8–32.

18. Molina-Montenegro M.A., Osés R., Atala C., Torres-Díaz C., Bolados G., Leon-Lobos P. 2016. Nurse effect and soil microorganisms are key to improve the establishment of native plants in a semiarid community. *Journal of Arid Environments*, 126: 54–61.

19. Rasmann S., Turlings T.C.J. 2016. Root signals that mediate mutualistic interactions in the rhizosphere. *Current Opinion in Plant Biology*, 32: 62–68.

20. Tsunoda T., Van Dam N.M. 2017. Root chemical traits and their roles in belowground biotic interactions. *Pedobiologia – Journal of Soil Ecology*, 154. Date Views 07.11.2017 www.dx.doi.org/10.1016/j.pedobi.2017.05.007.

21. Zhiqun T., Jian Z., Junli Y., Chunzi W., Danju Z. 2017. Allelopathic effects of volatile organic compounds from *Eucalyptus grandis* rhizosphere soil on *Eisenia fetida* assessed using avoidance bioassays, enzyme activity, and comet assays. *Chemosphere*, 173: 307–317.