



БИОМИКА/BIOMICS

<http://biomics.ru>



ЭФФЕКТИВНЫЕ РАСТИТЕЛЬНО-МИКРОБНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ И РИЗОСФЕРНЫХ БАКТЕРИЙ

Клименко О.Е., Клименко Н.И.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Россия, Ялта, e-mail - olga.gnbs@mail.ru

Приведены данные полевых мелкоделяночных опытов по созданию эффективных растительно-микробных ассоциаций в ризосфере саженцев декоративных растений *Prunus pissardii* Carr., *Wisteria sinensis* (Sims) Sweet и *Campsis radicans* (L.) Seem. при применении микробных препаратов (МП), созданных на базе азотфиксирующих, фосфатмобилизующих и биопротекторных бактерий, а также их комплекса. Показано положительное влияние применения МП на ризогенез, рост и выход посадочного материала указанных высокодекоративных деревьев и лиан в открытом грунте. Установлено улучшение агрохимических свойств почвы и минерального питания саженцев под действием МП, а также специфичность видов декоративных растений к ассоциации с интродуцированными бактериями. Наиболее эффективными для большинства культур были взаимодействия в ризосфере с биоагентами азотобактерина и комплекса микробных препаратов.

Ключевые слова: декоративный питомник, микробные препараты, растительно-микробные взаимодействия.

Цитирование - Клименко О.Е., Клименко Н.И. Эффективные растительно-микробные взаимодействия декоративных растений и ризосферных бактерий. *Биомика*. 2018. 10(1). С. 42-46.
DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2018-10

EFFECTIVE PLANT-MICROBIAL INTERACTIONS OF ORNAMENTAL PLANTS AND RHIZOSPHERE BACTERIA

Klimenko O.E., Klimenko N.I.

Nikitsky Botanical Gardens – National Science Center of RAS, Russia, Yalta, e-mail - olga.gnbs@mail.ru

The data of field small-scale experiments on the creation of effective plant-microbial associations in the rhizosphere of ornamental plants seedlings *Prunus pissardii* Carr., *Wisteria sinensis* (Sims) Sweet and *Campsis radicans* (L.) Seem. with using microbial preparations (MP), created on the basis of nitrogen fixing, phosphate-mobilizing and bioprotective bacteria, as well as their complex has been presented. The positive effect of MP application on rhizogenesis, growth and output of these highly decorative trees and vines in the open ground is shown. Improved agrochemical properties of soil and mineral nutrition of seedlings under the influence of MP, as well as the specificity of the species of ornamental plants to associate with the introduced bacteria are established. The most effective for most cultures were interactions in the rhizosphere with Azotobacterin and a complex of microbial preparations bioagents.

Keywords: decorative nursery, microbial preparations, plant-microbial interactions.

Citation - Klimenko O.E., Klimenko N.I. Effective plant-microbial interactions of ornamental plants and rhizosphere bacteria. *Biomics*. 2018. 10(1). P. 42-46. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2018-10 [In Russian]

Выращивание саженцев декоративных растений является важным этапом создания зеленых насаждений, парков, защитных лесных полос, озеленения населенных мест. Одним из путей повышения эффективности выращивания саженцев при условии сохранения окружающей среды и повышения плодородия почвы

является биологизация интенсификационных процессов [Жученко, 2008], которая заключается в более эффективном управлении адаптивными реакциями основных биотических компонентов агробиоценозов и агроландшафтов с целью обеспечения их высокой продуктивности, экологической устойчивости,

ресурсоэкономичности и рентабельности. Применение микробных препаратов (МП) для создания эффективных ассоциативных взаимоотношений бактерий и растений – одно из проявлений биологизации. При создании микробно-растительных ассоциаций происходит не только улучшение питания растений за счет азотфиксации и фосфатмобилизации, которые проявляют микроорганизмы, но и стимуляция роста, защита от патогенов, повышение устойчивости растений [Алещенкова и др., 2011]. Однако применение таких препаратов в декоративном питомниководстве ограничено [Войнило и др., 2010]. В питомниках косточковых плодовых культур показано, что биоагенты МП способны повышать всхожесть семян, стимулировать рост сеянцев и саженцев, улучшить питание растений без внесения высоких доз минеральных удобрений [Клименко, Клименко, 2014]. Однако многие из декоративных растений имеют невысокую корнеобразовательную способность [Иванова, 1982]. В связи с этим целью исследования было изучение применения МП для повышения коэффициента размножения, усиления роста и улучшения питания декоративных растений при снижении доз минеральных удобрений.

Исследования проводили в полевых мелкоделяночных опытах в производственном питомнике лаборатории степного садоводства НБС–ННЦ (Крым, Симферопольский район) в 2011–2015 гг. Объектами исследования были семена и сеянцы *Prunus cerasifera* Ehrh., являющиеся подвоем для *Prunus pissardii* Carg., а

также одревесневшие черенки и саженцы *Wisteria sinensis* (Sims) Sweet и *Campsis radicans* (L.) Seem.

Из МП применяли: азотобактерин (АБ), созданный на базе активного штамма *Azotobacter chroococcum* 10702, обладающего азотфиксирующими свойствами; фосфоэнттерин (ФЭ) – на основе штамма *Enterobacter nimipressuralis* 32-3, трансформирующий труднодоступные фосфаты в доступное растениям состояние; комплекс микробных препаратов (КМП), состоящий из смеси в равных долях трех препаратов: диазофита (*Agrobacterium radiobacter* 204) азотфиксатора, ФЭ и биополицида (*Paenibacillus polymyxa* П). Контролем служили растения, обработанные водопроводной водой.

Содержание подвижных форм фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) в почве определяли методом Мачигина по ГОСТ 26205-91, азот нитратный (N-NO₃) – потенциометрически по ГОСТ 26951-86. Содержание элементов в листьях (N, P₂O₅, K₂O) определяли из одной навески после мокрого (смесью серной и хлорной кислот) озоления по [Гинзбург и др., 1963].

Полученные данные свидетельствуют о том, что МП способствовали усилению корнеобразования и роста побегов *P. cerasifera* (табл. 1). Наибольший общий выход саженцев *P. pissardii* получен при использовании АБ и ФЭ. В среднем за три года превышение было существенным и составило 41–48% от контроля. Применение МП приводило к увеличению содержания нитратного азота в ризосфере, особенно значительному и существенному в 2,2 раза при использовании АБ вследствие азотфиксации.

Таблица 1

Влияние МП на рост, минеральное питание, выход саженцев и содержание элементов питания в ризосфере *Prunus pissardii* (2012–2014 гг.)

Table 1 – Effect of MP on growth, mineral nutrition, output of seedlings and nutrient content in the rhizosphere of *Prunus pissardii* (2012–2014)

Вариант Variant	Число боковых корней шт. Number of side roots, pcs	Общий прирост побегов, см Total length of shoots, cm	Общий выход саженцев Total output of seedlings		Содержание элементов питания в почве Content of nutrients in soil			Содержание элементов питания в листьях Content of nutrients in leaves		
			% от числа посеянных семян % of number seeds sown	% от контроля % of control	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль Control	5,9	35,0	31,4	100	6,8	18,6	295	2,25	0,190	1,58
АБ AB	7,5	45,6	46,5*	148	15,0*	17,0	317	2,43*	0,210*	2,19*
ФЭ FE	6,9	39,8	44,4*	141	10,6	19,8	311	2,45*	0,204*	1,94*
КМП KMP	7,5	47,9	38,5	123	9,0	16,8	278	2,27	0,218*	2,02*

* разница с контролем значима, p ≤ 0,05.

* the difference with the control is significant, p ≤ 0.05.

Все примененные МП способствовали улучшению питания растений основными элементами (табл. 1). Лучшими по влиянию на питание растений азотом оказались АБ и ФЭ, по калию – АБ, по фосфору – все МП. По сбалансированности элементов питания в листьях наиболее оптимальным признано применение АБ и ФЭ.

Укореняемость стеблевых черенков *W. sinensis* и *C. radicans* в контроле была невысокой (табл. 2). МП увеличивали ее на 10–50%, наиболее существенно ФЭ при выращивании *W. sinensis* и АБ при применении на *C. radicans*. Общий выход саженцев этих растений также значительно увеличивался под действием МП на 40–120%. Более

чувствительной к этому приему оказалась *W. sinensis*. Этому способствовало увеличение содержания элементов питания в ризосфере, особенно N-NO₃ и K₂O под действием АБ и КМП и P₂O₅ в варианте с ФЭ в результате фосфатмобилизации. Под саженцами *C. radicans* наибольшее и существенное увеличение содержания N-NO₃ в почве отмечено при применении ФЭ в 2,4 раза по сравнению с контролем. Содержание подвижного фосфора и обменного калия в большей мере возрастало при применении АБ и КМП. Это позволит снизить дозы азотных и фосфорных удобрений на 20–50 кг/га, калийных – на 100–300 кг/га.

Таблица 2

Влияние МП на укореняемость черенков, выход саженцев и содержание элементов питания в ризосфере *Wisteria sinensis* и *Campsis radicans* (2012–2014 гг.)
Table 2 – Effect of MP on the rooting of cuttings, output of seedlings and nutrient content in the rhizosphere *Wisteria sinensis* and *Campsis radicans* (2012–2014)

Вариант Variant	Укореняемость черенков The rooting of cuttings		Общий выход саженцев Total output of seedlings		Содержание элементов питания в почве Content of nutrients in soil		
	% от числа посаженных черенков % of the number of planted cuttings	% от контроля % of control	% от числа посаженных черенков % of the number of planted cuttings	% от контроля % of control	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
<i>Wisteria sinensis</i>							
Контроль Control	34,0	100	25,0	100	7,8	12,2	307
АБ AB	34,7	123	45,0	180	13,5*	22,0	369*
ФЭ PE	48,0	153	35,0	140	7,5	23,6*	349
КМП KMP	43,0	137	56,0	224	11,6*	13,9	367*
<i>Campsis radicans</i>							
Контроль Control	26,0	100	21,6	100	6,8	4,3	336
АБ AB	39,0	151	35,5	164	5,8	6,3*	352
ФЭ PE	31,0	119	29,3	136	16,6*	5,0	336
КМП KMP	28,0	110	24,6	114	9,4*	8,2*	407*

* разница с контролем значима, $p \leq 0,05$.

* the difference with the control is significant, $p \leq 0.05$.

Повышение содержание элементов питания в ризосфере под влиянием МП способствовало улучшению минерального питания саженцев. Так, содержание элементов питания в листьях *C. radicans* в контроле было достаточно высоким по азоту и фосфору, и низким по калию (рис. 1). Применение АБ и ФЭ увеличивало концентрацию последнего на 0,06 и 0,12% соответственно по сравнению с контролем. Применение КМП приводило к снижению содержания валового азота в листьях. На содержание фосфора в листьях МП не оказывали существенного влияния. Наиболее сбалансированный состав элементов питания в листьях этой культуры, на наш взгляд, складывался при использовании ФЭ. При этом выход стандартных саженцев возрастал на 136% от контроля. Максимальный выход стандартных саженцев отмечен при бактериализации черенков *C. radicans* препаратом АБ. При этом существенно снижалось содержание фосфора в листьях, что свидетельствует о необходимости внесения небольших стартовых доз фосфорных удобрений при подготовке почвы к высадке черенков.

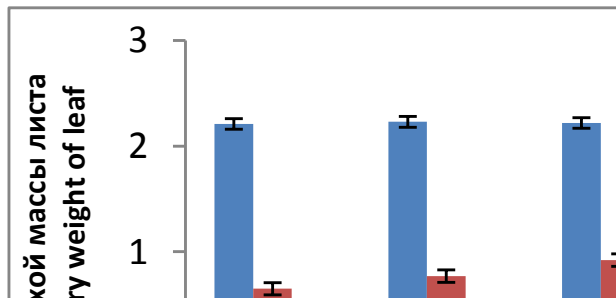


Рис. 1. Содержание элементов питания в листьях саженцев *Campsis radicans* при использовании микробных препаратов, $n = 4$, $p \leq 0,05$.
Fig. 1. Content of nutrients in the leaves of seedlings *Campsis radicans* with the use of microbial preparations, $n = 4$, $p \leq 0.05$.

Таким образом, установлено положительное влияние АБ и ФЭ на всхожесть семян *P. cerasifera*, увеличение составило 40–50% по отношению к контролю. На развитие и рост сеянцев *P. cerasifera* большее влияние оказали АБ и КМП. Наибольший выход саженцев *P. pissardii* получен при использовании АБ, где получено стандартных саженцев с 1 га на 48% больше, чем в контроле. При этом происходило увеличение содержания подвижных форм элементов питания в ризосфере и улучшение минерального питания растения. Показано, что ФЭ и КМП способствовали увеличению приживаемости черенков *W. sinensis* на 34 и 72% соответственно. АБ и КМП увеличивали выход стандартных саженцев на 180 и 224% от

контроля соответственно. Применение МП способствовало увеличению содержания элементов питания в ризосфере, что улучшало минеральное питание растений и позволит снизить нормы минеральных удобрений. Установлено, что лучшим сочетанием МП для *C. radicans* при выращивании саженцев из черенков является применение АБ и ФЭ. При этом выход стандартных саженцев увеличивался на 140–160%. Показано улучшение питания растений азотом и калием, однако растения испытывают недостаток в фосфоре, что свидетельствует о необходимости применения небольших стартовых доз этого элемента (P_{10-20} по д.в.) при посадке черенков.

Литература / References

1. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В 3-х томах. М. : Изд-во Агрорус, 2008. Т. 1. 816 с. (in Russian) [Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy). Teoriya i praktika. V 3-h tomah. M. : Izd-vo Agoror, 2008. T. 1. 816 s.]
2. Алешенкова З.М., Сафронова Г.В., Картыжова Л.Е., Васина Е.В., Федоренчик А.А., Соловьева Е.А., Семенова И.В. Роль микробно-растительных ассоциаций в восстановлении деградированных и загрязненных почв // Микробные технологии. Фундаментальные и прикладные аспекты. Сб. науч. тр. Минск. 2011. Т. 3. С. 120–141. (in Russian) [Aleshchenkova Z.M., Safronova G.V., Kartyzhova L.E., Vasina E.V., Fedorenchik A.A., Solov'eva E.A., Semenova I.V. Role of microbial-plant associations in the restoration of degraded and contaminated soils // Micr. technol. Fundamental and applied aspects. Proc. Minsk. 2011. T. 3. P. 120–141]
- Голубева В.С., Дишук Н.Г., Суховицкая Л.А., Сафронова Г.В., Мельникова Н.В. Применение биологического препарата фитостимифос в лекарственном и декоративном растениеводстве // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии : матер. VII Межд. конф. (Минск, 31 мая – 4 июня 2010). Минск: «Беларуская навука», 2010. С. 230–231. (in Russian) [Golubeva V.S., Dishuk N.G., Suhovickaya L.A., Safronova G.V., Mel'nikova N.V. Primenenie biologicheskogo preparata fitostimifos v lekarstvennom i dekorativnom rastenievodstve // Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya mikrobiologii i biotekhnologii : mater. VII Mezhd. konf. (Minsk, 31 maya – 4 iyunya 2010). Minsk: «Belaruskaya navuka», 2010. S. 230–231].
- Клименко Н.И., Клименко О.Е. Биологизированный способ производства однолетних привитых саженцев *Prunus pissardii* Carr. // Бюлл. Никитск. ботан. сада. 2014. Вып. 113. С. 49–57. (in Russian) [Klimenko N.I., Klimenko O.E. The biologized way of producing annual

grafted seedlings *Prunus pissardii* Carr. // Bull. Nikitsk. botan. gard. 2014. V. 113. P. 49–57].

Иванова З.Я. Биологические основы и приемы вегетативного размножения древесных растений стеблевыми черенками. К.: Наук. думка, 1982. 288 с. (in Russian) [Ivanova Z.Ya. Biologicheskie osnovy i priemy vegetativnogo razmnozheniya drevesnyh rastenij steblevymi cherenkami. K.: Nauk. dumka, 1982. 288 s.].

Гинзбург К.Е., Щеглова Г.М., Вульфийус Е.В. Ускоренный метод сжигания почв и растений // Почвоведение. 1963. № 5. С. 89–96. (in Russian) [Ginzburg K.E., Shcheglova G.M., Vulfius E.V. Accelerated method of burning soils and plants // Pochvovedenie. 1963. № 5. P. 89-96].