



ВЛИЯНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЦИАНОБАКТЕРИЙ НА РАСТИТЕЛЬНО-МИКРОБНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Дидович С.В., Алексеенко О.П., Горгулько Т.В., Дидович А.Н.

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»
295493, Симферополь, ул. Киевская, д.150, email: sv-alex.68@mail.ru

Резюме

Изучен физиолого-биохимический потенциал цианобактериальных штаммов *Nostoc sphaeroides* Kützing 4 (ACSSI 150) и *Desmonostoc muscorum* (C. Agardh ex Bornet et Flahault) Hrouzek et Ventura 1 (ACSSI 091), установлено его влияние на эффективность растительно-микробного взаимодействия с использованием микробиологических, биотехнологических, физиолого-биохимических, статистических методов исследования. Определены динамика накопления биомассы клеток и каталазной активности, динамика изменения количества каротиноидов, динамика обеспеченности 14-тью микро- и макроэлементами питания в культуре в течение годового цикла искусственного культивирования. Установлены корреляционные связи и функциональные зависимости в системе «физиолого-биохимический потенциал цианобактерий – продуктивность растений *Triticum aestivum* L.». Экспериментально доказано, что искусственное культивирование влияет на метаболический потенциал фототрофных штаммов, бактеризация которыми является решающим фактором, определяющим продуктивность растения, и может оказывать стимулирующий / ингибирующий эффект на растения, в зависимости от условий культивирования, что является важным для биотехнологии создания микробных препаратов стимулирующего и гербицидного действия.

Ключевые слова: штамм, цианобактерии, физиологический потенциал, бактеризация, стимулирование, ингибирование роста растений, микробный препарат, биогербицид

Цитирование: Дидович С.В., Алексеенко О.П., Горгулько Т.В., Дидович А.Н. Влияние физиологического потенциала цианобактерий на растительно-микробное взаимодействие. *Биомика*. 2018. Т.10(2). С. 162-164. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2018-21

THE INFLUENCE OF THE PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF CYANOBACTERIA ON PLANT-MICROBE INTERACTION

Didovich S.V., Alekseenko O.P., Gorgulko T.V., Didovich A.N.

FSB Scientific Institution «Research Institute of Agriculture of Crimea»
150 Kievskaya str., 295493, Simferopol', Russia. Email: sv-alex.68@mail.ru

Resume

Physiological and biochemical potential of the cyanobacterial strains of *Nostoc sphaeroides* Kützing 4 (ACSSI 150) and *Desmonostoc muscorum* (C. Agardh ex Bornet et Flahault) Hrouzek et Ventura 1 (ACSSI 091) and its potential influence on the efficiency of plant-microbe interactions studied with using microbiological, biotechnological, physiological and biochemical, and statistical methods. The dynamics of accumulation of biomass of cells and catalase activity, dynamic of change of amount of carotenoids, and providing of 14 micro- and macroelements of nutrients during the annual cycle cultivation of strains investigated. Correlations and functional dependences in the system «physiological and biochemical potential of cyanobacteria – plant productivity *Triticum aestivum* Linné» established. It is experimentally proved that artificial cultivation influence on the metabolic potential of phototrophic strains, bacterization of which is the decisive factor determining the productivity of the plant, and can have a stimulating / inhibiting effect on the plants in depending on the conditions of cultivation. This is important for biotechnology to create microbial drugs stimulating and herbicidal action.

Keywords: strains, cyanobacteria, physiological potential, bacterization, the stimulation, inhibition of plant growth, microbial preparation, bioherbicide

Citation: Didovich S.V., Alekseenko O.P., Gorgulko T.V., Didovich A.N. The influence of the physiological potential of cyanobacteria on plant-microbe interaction. *Biomics*. 2018. V.10(2). P.162-164. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2018-21 [In Russian]

Введение

В мировой практике примеров использования микроорганизмов и их метаболитов для создания микробных препаратов удобрительного и биопротекторного действия насчитывают огромное множество, однако, для контроля численности сорной растительности таковых не более десятка [<http://www.abercade.ru/research/analysis/15318.html>, 2016; <http://abercade.ru/research/industrynews/17077.html>, 2017]. Например: Stumpout производится в ЮАР на основе *Cylindrobasidium leave* (Fr.) Read, применяется против акаций в древесных питомниках; Mallet WP производится в США и Канаде на основе *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *malvae* против мальвы круглолистной *Malva pusilla* Linné в посевах пшеницы, льна и чечевицы; Camperico производится в Японии на основе *Xanthomonas campestris* pv. *poae*, применяется против мятлика однолетнего *Poa annua* Linné на площадках для гольфа [http://abercade.ru/research/reports/themeid_63.html, 2010, 2012]. В России в ФГБНУ ВИЗР проводятся исследования фитопатогенных грибов для борьбы с бодяком щетинистым, осотом полевым, борщевиком Сосновского [<http://vizr.spb.ru/struktura-instituta/research/fitotoksikologii/>, 2018]. В наших исследованиях использованы цианобактерии как потенциальные полифункциональные биоагенты препаратов биоудобрительного и гербицидного действия.

Целью данной работы было изучение функциональной организации альгобактериальных штаммов для разработки микробных препаратов стимулирующих и ингибирующих рост и развитие растений.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования были: альгологически чистые штаммы цианобактерий *Nostoc sphaeroides* Kützinger 4 (ACSSI 150) и *Desmonostoc muscorum* (C.Agardh ex Bornet et Flahault) Hrouzek et Ventura 1 (ACSSI 091) из Крымской коллекции микроорганизмов ФГБУН «НИИСХ Крыма» и реакция тест растений на бактеризацию в условиях лабораторного опыта.

Штаммы культивировали на рекомендованной для выращивания цианобактерий жидкой минеральной среде [<http://utex.org/pages/algae-culture-media-recipes>; Temraleeva et al., 2016] в течение года в условиях естественного освещения. Каждые полтора месяца у цианобактериальной культуры измеряли биомассу, рН,

физиологические параметры (количество каротиноидов [Aakerant et al., 1992], каталазную активность [Грицаенко и др. (Gritsaenko et al.), 2003]). Обеспеченность штаммов цианобактерий 14-тью микро- и макроэлементами питания в искусственных средах определяли фотометрически по фотохимической активности хлорофилла А [Плешков, Ягодин (Pleshkov, Yagodin), 1982] в сравнении с контролем – без добавления исследуемых элементов.

Эффективность бактеризации оценивали в лабораторном опыте на тест-растениях пшеницы *Triticum aestivum* Linné, которые выращивали в климатокамере в сосудах с перфорированным дном, объемом 200 мл на стерильном субстрате – вермикулите (минерал класса алюмосиликатов, слюдяная крошка фракции 1-5 мм), удобренном питательной смесью Д.Н.Прянишникова [Волкогон и др. (Volkogon et al.), 2010]. Для выявления влияния на рост и развитие растений инокулировали проростки по 10 мл штаммом цианобактерий (0,02 мг абсолютно сухой массы (а.с.м.)/мл среды) разного возраста в сравнении с контролем (обработка водой). Эффективность бактеризации оценивали по накоплению фитомассы (надземной и корневой) ювенильных (двухнедельных) растений. Повторность опыта шестикратная.

Для выявления достоверности результатов исследования, функциональных зависимостей между различными факторами и процессами использовали дисперсионный, корреляционный и многомерный разведочный анализ с использованием программ Excel и Statistica 7.

Результаты и их обсуждение

Установлены корреляционные связи в системе «фотохимическая активность хлорофилла А штамма *N. sphaeroides* 4 – продуктивность растений пшеницы». Показано, что данный штамм в процессе культивирования в искусственных средах обладает разной фотохимической активностью хлорофилла А по отношению к 14-ти макро- и микроэлементам, из которых цинк и железо влияли на эффективность растительно-микробного взаимодействия. Фитомасса бактеризованных растений зависела от уровня элементов питания штамма Zn ($r = 0,51$; $r = 0,57$) и Fe ($r = 0,52$; $r = 0,66$) в искусственных средах. Гербицидное влияние штамма на рост и развитие тест растений выявлено при бактеризации с оптимальным запасом обеспеченности штамма Zn и Fe в процессе культивирования с потенциалом

фотохимической активности хлорофилла для Zn – 14–58%, для Fe – 2–91%.

Эффективность бактериализации штаммом цианобактерий *N. sphaeroides* 4 имела высокую обратную корреляцию с каталазной активностью ностока и массой корней ($r = -0,85; -0,82$). Гербицидный эффект на растения, у которых корневая масса снижалась в 1,1-1,3 раза в сравнении с контролем (0,127 г/растение), наблюдали при бактериализации штаммом цианобактерий *N. sphaeroides* 4, характеризующимся в культуре каталазной активностью с диапазоном 69,1-63,8 мкмоль H_2O_2 /г/мин, что отмечалось при культивировании в искусственной среде через 4,5-6,0 месяцев.

Ростостимулирующий эффект на растения, при котором корневая масса увеличивалась в 1,4-1,7 раза, отмечен при бактериализации штаммом *N. sphaeroides* 4, полученным с недостатком питания в культуре Fe – 31,5% (с активностью хлорофилла А 94,0%) и Zn – 226,7 % (с активностью хлорофилла А 22%), а также с каталазной активностью – 32 мкмоль H_2O_2 /г/мин через 1,5 месяца культивирования, при этом надземная масса растений была на уровне контроля (0,281 г/растение).

Установлены корреляционные связи показателей в системе «физиолого-биохимический потенциал штамма *D. muscorum* 1 – продуктивность растений пшеницы». Масса корней растений коррелировала с накоплением биомассы клеток штамма ($r=0,77$) и имела обратную корреляцию с количеством каротиноидов ($r=-0,95$). Увеличение корневой массы растений в 1,1 раза выявлено при бактериализации 9,0 месячной культурой штамма с биомассой 0,003-0,004 мг а.с.м./мл среды и минимальным количеством каротиноидов в клетках (0,05-0,1%) в сравнении с контролем (0,127 г/растение). Ингибирование растений, при котором масса снижалась в 1,4 раза, или была на уровне контроля отмечали при бактериализации штаммом с биомассой 0,0001 мг а.с.м./мл среды и количеством каротиноидов 2,5-4,4%, оптимальным запасом обеспеченности штамма Zn и Fe с потенциалом фотохимической активности хлорофилла А для Zn – 14–58%, для Fe – 2–91% в клетках, что выявлено у 1,5 и 7,0 месячных культур. Надземная биомасса растений имела тенденцию к увеличению / снижению или была на уровне контрольного варианта.

Заключение

Таким образом, при культивировании в искусственных средах метаболический потенциал фототрофных штаммов при бактериализации является решающим фактором стимулирующего / ингибирующего влияния на растение, что является важным для биотехнологии создания микробных

препаратов стимуляторов роста и развития растений и гербицидного действия.

Исследование выполнено в рамках Госзадания РАН №0834-2015-0001 и грантов РФФИ офи_м №15-29-01272 и №18-016-00184 А.

Литература

1. Грицаенко З.М., Грицаенко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних і агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «НІЧЛВА», 2003. 320 с.
2. Экспериментальна ґрунтова мікробіологія. В.В.Волкогон, О.В.Надкєрнична, Л.М.Токмакова та ін.; за ред.. В.В.Вокогона. К.: Аграрна наука, 2010. 464 с.
3. Плєшков А.С., Ягодин Б.А. Спосіб забезпечення рослин мінеральними елементами. А.С. 952168 СССР, М. Кл.³ А01G 31/02. №2970658/30-15, заявл. 31.07.80, опубл. 23.08.82, Бюл. №31.
4. Aakerant T., Skulberg O.M., Liaaen-Jensen S.A. Comparison of the Carotenoids of Strains of Oscilatoria and Spirulina (Cyanobacteria). *Biochemical Systematics and Ecology*. 1992 V. 20(8). P. 761-769.
5. Algal Culture Media Recipes. <http://utex.org/pages/algal-culture-media-recipes>, 2015.
6. Temraleeva A. D., Dronova S. A., Moskalenko S. V., Didovich S.V. Modern methods for isolation, purification, and cultivation of soil cyanobacteria. *Microbiology (Microbiologiya)*. 2016. V.85(4). P.389-399. DOI: [10.1134/S0026261716040159](https://doi.org/10.1134/S0026261716040159)

References

7. Gritsaenko Z.M., Gritsaenko A.O., Karpenko V.P. Methods biological and chemical studies of plants and soils. K.: ZAT "NICHLVA", 2003. 320 p. (In Ukrainian)
8. V.V.Volkogon (ed.) Experimental Soil Microbiology. K.: Agricultural science, 2010. 464 p. (In Ukrainian)
9. Pleshkov A.S., Yagodin B.A. Method for providing plants with mineral elements. Inventors Certificate. 952168 of the USSR, M. Cl³. A01G 31/02. / No. 2970658/30-15, Appl. 31.07.80, publ. 23.08.82, bull. No. 31. (In Russian)
10. Aakerant T., Skulberg O.M., Liaaen-Jensen S.A. Comparison of the Carotenoids of Strains of Oscilatoria and Spirulina (Cyanobacteria). *Biochemical Systematics and Ecology*. 1992 V. 20(8). P. 761-769.
11. Algal Culture Media Recipes. <http://utex.org/pages/algal-culture-media-recipes>, 2015.
12. Temraleeva A. D., Dronova S. A., Moskalenko S. V., Didovich S.V. Modern methods for isolation, purification, and cultivation of soil cyanobacteria. *Microbiology (Microbiologiya)*. 2016. V.85(4). P.389-399. DOI: [10.1134/S0026261716040159](https://doi.org/10.1134/S0026261716040159)