

УДК 632.937:632.4

**ВЛИЯНИЕ МЕТАБОЛИТОВ БАКТЕРИЙ *B.SUBTILIS* И
P.FLUORESCENS ИЗ ЗАЩИТНЫХ БИОПРЕПАРАТОВ НА
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МИКРОРАСТЕНИЙ**

Маслова Марина Витальевна

кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник

Грошева Екатерина Владимировна

научный сотрудник

marinamaslova2009@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований по определению влияния метаболитов бактерий из защитных биопрепаратов Алирин-Б, Пралин-Экстра, Ризоплан на микрорастения огурца, томата и яблони по фотосинтетической активности хлорофиллсодержащих тканей.

Установлено, что культуральные фильтраты *B.subtilis* и *P.fluorescens* повышают активность фотосинтеза у растений *in vitro*, что свидетельствует о способности исследуемых бактерий улучшать их состояние не только за счет подавления патогенной микробиоты, но и благодаря наличию метаболитов фитостимулирующего действия.

Ключевые слова: биопрепараты защиты растений, микрорастения огурца, томата и яблони, фотосинтетическая активность.

Современный ассортимент средств защиты растений от болезней позволяет эффективно предотвратить распространение вредных объектов на сельскохозяйственных культурах. Однако они могут оказывать негативное воздействие на формирование листовой поверхности и физиологические процессы самих растений и других организмов, контактирующих с препаратами, дают большую нагрузку на агрофитоценоз [5, 9, 11-13, 15]. Наряду с экономической и хозяйственной целесообразностью их применения первостепенной становится проблема поиска новых экологически безопасных средств борьбы с патогенами [6, 8, 10, 11, 14]. Предпочтение отдается препаратам, которые эффективно борются с инфекционными болезнями растений, при этом не оказывают негативного воздействия на само растение, безопасны для окружающей среды и здоровья человека. В связи с этим, целесообразно в систему защитных мероприятий включать схемы, предполагающие применение биопрепаратов, что соответствует принципам органического земледелия [4]. Биофунгициды, как правило, работают избирательно, механизм их действия сводится к уничтожению и поражению вредных организмов [1, 3, 7].

Но, зачастую характер влияния на растение биологических средств защиты от фитопатогенов оценивают по изменению его состояния, которое связано с предотвращением развития заболевания. В связи с этим важным вопросом о целесообразности применения того или иного препарата является выявление особенностей его воздействия на функциональное состояние самого растения в отсутствие микробиоты. Проведение таких исследований возможно в условиях *in vitro*. В связи со сказанным, целью данной работы было определение влияния метаболитов бактерий из защитных биопрепаратов на микрорастения огурца, томата и яблони по фотосинтетической активности хлорофиллсодержащих тканей.

Исследования проведены на базе научно-исследовательской проблемной лаборатории «Биофотоника» ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет» в 2018 -2020 гг. В работе были использованы бактерии

из биопрепаратов защиты растений российских производителей:

Bacillus subtilis VIZR- 10 из Алирина-Б («Агробиотехнология»);

Bacillus subtilis из Пралина-Экстра («БИОМ-ТОРГ»);

Pseudomonas fluorescens AP- 33 из Ризоплана («Биопестициды»).

При проведении экспериментов использовали питательные среды для культивирования микроорганизмов – Чапека и Сабуро [17] для растений – Мурасиге-Скуга (MS) [16].

Влияние метаболитов бактерий - агентов биоконтроля фитопатогенов на растения в условиях *in vitro*. Раствор метаболитов получали путем культивирования бактерий на жидкой питательной среде Чапека в течение месяца при температуре 25 °С. Путем пропускания раствора метаболитов с бактериями через мембранный фильтр (“Millipore” 0,22 μm, France) получали бесклеточный фильтрат культуральной жидкости (ФКЖ). Его добавляли в питательную среду MS, где инкубировали микрорастения огурца и томата, а также листья микрорастений яблони. Концентрацию ФКЖ бактерий в питательной среде для растений рассчитывали так, чтобы в 1 л среды MS его содержание соответствовало количеству культурального фильтрата, приходящегося на такое же число микробных клеток, которое должно находиться в бактериальной суспензии, применяемой для обработки растений:

Bacillus subtilis VIZR- 10 из Алирина-Б – 6×10^7 клеток/мл,

Bacillus subtilis из Пралина-Экстра – 5×10^8 клеток/мл;

Pseudomonas fluorescens AP- 33 из Ризоплана – 1×10^6 клеток/мл.

Диагностику функционального состояния растений проводили с использованием метода индуцированной флуоресценции хлорофилла. Активность фотосинтеза микрорастений огурца и томата оценивали на хлорофиллфлуориметре в колбах, без нарушения стерильности по показателю Kf_T (удельная фотосинтетическая активность), значение которого характеризует количество световой энергии, используемое на процесс фотосинтеза. Листья яблони извлекали из колбы и проводили диагностику на хлорофиллфлуориметре

контактным методом, поэтому кроме критерия Kf_T в данном случае использовали также величину F_m (максимум флуоресценции, данный параметр коррелирует с содержанием хлорофилла) [2].

Для статистической обработки и анализа экспериментальных данных использовали стандартные компьютерные программы Microsoft Office Excel.

Оценивали функциональное состояние растений в культуре *in vitro* на среде, содержащей ФКЖ бактерий из биопрепаратов. В исследования с использованием микрорастений огурца и листьев яблони были включены метаболиты бактерий *B.subtilis* из биопрепарата Алирин-Б, в вариантах с микрорастениями томата - из биопрепарата Пралин – Экстра. Также для всех растительных образцов использовали метаболиты *P.fluorescens* из биопрепарата Ризоплан.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что содержание метаболитов в питательной среде MS оказывает стимулирующее влияние на функциональное состояние хлорофиллсодержащих тканей исследуемых растений.

У микрорастений огурца под действием метаболитов бактерии *B. Subtilis* из Алирина-Б и *P. fluorescens* из Ризоплана показатель удельной фотосинтетической активности увеличился по сравнению с контролем (питательная среда без метаболитов) на 32,0 % и 42,7 % соответственно.

Микрорастения томата на среде с метаболитами *B. subtilis* из Пралина-Экстра и *P. fluorescens* из Ризоплана характеризовались значительным повышением критерия Kf_T (более чем в 2 раза), что свидетельствует о стимуляции функциональной активности растений под действием ФКЖ бактерий из биопрепаратов.

В эксперименте с листьями микрорастений яблони, инкубируемыми в метаболитах исследуемых бактерий, критерий Kf_T , который указывает на активность фотосинтеза, был на уровне контрольного значения в варианте с *P. fluorescens* из Ризоплана, а метаболиты *B. subtilis* из Алирина-Б способствовали снижению данного показателя на 31,8%. При этом значение максимума

флуоресценции F_m , коррелирующего с количеством хлорофилла, было выше контрольного значения на 10,9% и 73,0% соответственно. Т.е. недостаточная активность хлорофилла, компенсирована увеличением его количества.

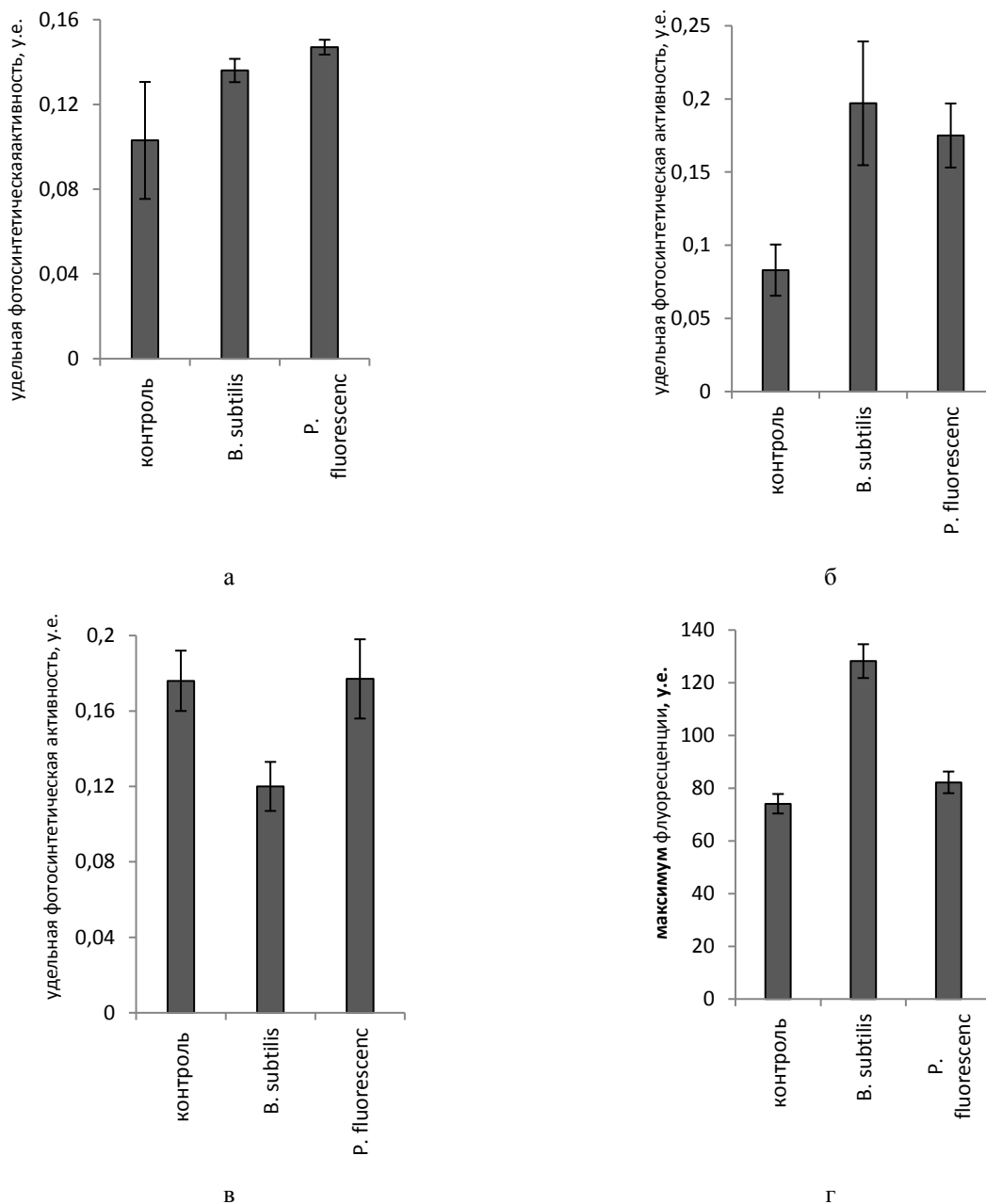


Рисунок 1 - Показатели фотосинтетической активности листьев микрорастений огурца (а), томата (б) и яблони (в, г), инкубируемых на среде MS с метаболитами бактерий *B.subtilis* и *P.fluorescens*

Полученные данные свидетельствуют о том, что бактерии из исследуемых биопрепаратов способны улучшать состояние растений не только за счет подавления инфекции, но и благодаря наличию метаболитов фитостимулирующего действия.

Список литературы:

1. Авдеенко, И.А. Биологические фунгициды как эффективная альтернатива химическим средствам защиты растений / И.А. Авдеенко // Сб.: Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. пос. Персиановский: Донской ГАУ, 2019. - С. 3-6.
2. Будаговский, А.В. Парадоксы оптических свойств зеленых клеток и их практическое применение / А.В. Будаговский, О.Н. Будаговская, И.А. Будаговский // Фотоника. - 2010. - № 6. - С. 22-28.
3. Воронкова, М.В. Разработка новых средств защиты для повышения продуктивности органического растениеводства / М.В. Воронкова // Вестник аграрной науки. - 2020. - № 1. - С. 30-33.
4. Григорьева, Л.В. К вопросу об органическом производстве плодово-ягодного сырья / Л.В. Григорьева, О.А. Ершова // Вопросы питания: мат. XV всерос. конгресса диетологов и нутрициологов «Здоровое питание от фундаментальных исследований к инновационным технологиям». – Т. 83. – № 3. – М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2014 – С. 176-177.
5. Григорьева, Л.В. Особенности формирования площади листьев слаборослых деревьев яблони в интенсивном саду / Л.В. Григорьева, О.А. Ершова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2012. - № 2. - С. 9-12.
6. Грошева, Е.В. Применение экологически безопасного дезинфектанта Intra Hydrocare в условиях защищенного грунта / Е.В. Грошева, М.В. Маслова // Сб.: Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2017: материалы научно-практической конференции с международным участием, 2017. - С. 322-325.
7. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай: книга / А.А. Завалин. - М.: ВНИИА, 2005. - 302 с.

8. Маслова, М.В. Экологически безопасные методы борьбы с фузариозом овощных культур защищенного грунта / М.В. Маслова, Е.В. Грошева // Сб.: Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами: материалы III научно-практической молодежной конференции, 2016. - С. 180-183.

9. Мишина, М.Н. Наиболее опасные и вредоносные грибные заболевания смородины черной / М.Н. Мишина, А.М. Мишина // Сб.: Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Мичуринск, 2020. - С. 85-87.

10. Мишина, М.Н. Собственные защитные реакции растений на поражение фитопатогенами / М.Н. Мишина, А.М. Мишина // Наука и Образование. - 2020. - Т. 3. - № 3. - С. 307.

11. Молявко, А.А. Селекция на устойчивость к колорадскому жуку / А.А. Молявко, Ф.Е. Антощенко // Вестник Брянской сельскохозяйственной академии. - 2012. - № 2. - С.22-25.

12. Особенности влияния химических средств защиты растений на динамику элементов питания в растениях, их химический состав и условия развития / Ю. Я. Спиридонов [и др.] // Аграрный научный журнал. - 2018. - № 10. - С. 37-40.

13. Разработка методов снижения зараженности семян редкой декоративной культуры *Ormosia hosiei* / Е.В. Грошева, М.В. Маслова, А.В. Будаговский, О.Н. Будаговская // Сб.: Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды: материалы Годичного собрания Общества физиологов растений России, Всероссийской научной конференции с международным участием и школы молодых ученых. В 2-х частях, 2018. - С. 241-244.

14. Способ неразрушающей диагностики функционального состояния растений *ex vitro* и *in vitro*: патент RU №2688464 / Будаговская О.Н., Будаговский А.В. Заявка: 20.03.2018; публ.: 21.05.2019. - 5 с.

15. Тихонов, Г.Ю. Современное направление защиты смородины черной от фитопатогенов / Г.Ю. Тихонов, В.Н. Суворов, М.Н. Мишина // Сб.: Инновационное развитие аграрной науки и образования: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию чл.-корр. РАСХН, Заслуженного деятеля РСФСР и ДР, профессора М.М. Джамбулатова, 2016. - С. 874-879.

16. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiologia Plantarum*. - 1962. - 15 (3). - P. 473-497.

17. Influence of growth medium on diagnostic characters of *Aspergillus* and *Penicillium* species / M. E. Zain, A. A. Razak, H. H. El-Sheikh [et al.] // *African Journal of Microbiology Research*. - 2009. - V. 3. - №. 5. - P. 280-286.

UDC 632.937:632.4

EFFECT OF METABOLITES OF B. SUBTILIS AND P. FLUORESCENS BACTERIA FROM PROTECTIVE BIOLOGICS ON PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF MICRO-PLANTS

Maslova Marina Vitalievna

Candidate of Agricultural Sciences,

Senior Researcher

Grosheva Ekaterina Vladimirovna

Researcher

marinamaslova2009@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article presents the results of research to determine the effect of bacterial metabolites from biological products on the micro-plants of cucumber,

tomato and apple. The assessment was based on photosynthetic activity of chlorophyll-containing tissues.

It was found that culture filtrates of *B. subtilis* and *P. fluorescens* increase the activity of plant tissues in vitro, and improve their condition not only by suppressing pathogenic microbiota, but also due to the presence of phyto-stimulating metabolites.

Key words: plant protection biologics, micro-plants of cucumber, tomato and apple, photosynthetic activity.