

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
ЧАСТНЫЙ ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ daRostim**

daRostim 2018

**БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ПРЕПАРАТЫ
ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ –
РЕКОМЕНДАЦИИ –
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

**Материалы XIV Международной
научно-практической конференции**

Минск, 3–8 июля 2018 г.

**МИНСК
БГУ
2018**

УДК 632(06)
ББК 44.1я431
Б63

Редакционная коллегия:

Д. В. Маслак (отв. ред.), Н. П. Максимова, И. Н. Феклистова,
В. В. Клебанова, В. Новик, И. А. Гринева, Ю. М. Кулешова,
В. А. Ломоносова, Л. Е. Садовская, Т. Л. Скакун

Б63 Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование – рекомендации – практические результаты = Biologically active preparations for plant growing. Scientific background – Recommendations – Practical results : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 3–8 июля 2018 г. / редкол.: Д. В. Маслак (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2018. – 230 с.
ISBN 978-985-566-566-4.

Содержатся материалы XIV Международной научно-практической конференции «daRostim 2018. Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование – рекомендации – практические результаты», на которой обсуждались темы, связанные с теорией и практикой использования биологически активных соединений для решения актуальных проблем современного растениеводства. Рассмотрены вопросы разработки и практического применения препаратов микробного происхождения, препаратов на основе гуминовых веществ, фитогормонов, коллоидных соединений металлов и других биологически активных соединений для защиты и стимуляции роста растений, получения высококачественного экологически безопасного урожая, защиты окружающей среды и удаления промышленных отходов.

Авторы несут ответственность за достоверность и качество представленных материалов. При полном или частичном использовании материалов ссылка на сайт Электронной библиотеки БГУ обязательна (www.elib.bsu.by).

The Papers of the XIV International Scientific and Practical Conference "daRostim 2018. Biologically Active Preparations for Plant Growing. Scientific background – Recommendations – Practical results" were published in the Conference Information Package, related to the theory and practice of using biologically active compounds for solving actual problems of modern crop production. Issues of development and practical application of microbial preparations, preparations based on humic substances, phytohormones, colloidal compounds of metals and other biologically active compounds for plant growth protection and stimulation, obtaining a high-quality environmentally safe harvest, are discussed. Items on environmental protection and disposal of industrial wastes are considered.

The authors are responsible for the reliability and quality of the submissions. Using full or partial materials, the link to the website of the BSU Electronic Library is required (www.elib.bsu.by).

УДК 632(06)
ББК 44.1я431

ISBN 978-985-566-566-4

© БГУ, 2018

**BELARUSIAN STATE UNIVERSITY
DEPARTMENT OF BIOLOGY
PRIVATE INSTITUTE OF APPLIED BIOTECHNOLOGY daRostim**

daRostim 2018

**BIOLOGICALLY ACTIVE PREPARATIONS
FOR PLANT GROWING**

**SCIENTIFIC BACKGROUND –
RECOMMENDATIONS –
PRACTICAL RESULTS**

**Proceedings
XIV International scientific-applied conference**

Minsk, July 3–8, 2018

**MINSK
BSU
2018**

Организационный комитет
Organizing Committee

Новик Вольфганг

*Частный институт прикладной биотехнологии daRostim,
Waldheim, Германия*

Лысак Владимир Васильевич

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Максимова Наталья Павловна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Феклистова Ирина Николаевна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Гринёва Ирина Александровна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Кулешова Юлия Михайловна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Ломоносова Вероника Александровна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Маслак Диана Викторовна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Садовская Людмила Евгеньевна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Скакун Татьяна Леонидовна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Клебанова Валентина Владимировна

*Агентство по трансферу технологий, образования
и науки daRostim, Waldheim, Германия*

Программный комитет
Program Committee

Сафонов Василий Григорьевич

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Кутавичюс Виталий Пранасович

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Лысак Владимир Васильевич

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Максимова Наталья Павловна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Феклистова Ирина Николаевна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Гринёва Ирина Александровна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Кулешова Юлия Михайловна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Ломоносова Вероника Александровна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Маслак Диана Викторовна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Садовская Людмила Евгеньевна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Скакун Татьяна Леонидовна

*Белорусский государственный университет,
Минск, Беларусь*

Новик Ирина

*Агентство по трансферу технологий,
образования и науки daRostim,
Waldheim, Германия*

Новик Вольфганг

*Частный институт прикладной
биотехнологии daRostim, Waldheim, Германия*

Клебанова Валентина Владимировна

*Агентство по трансферу технологий,
образования и науки daRostim,
Waldheim, Германия*

Максимова Светлана Леонидовна

*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по
биоресурсам», Минск, Беларусь*

Перминова Ирина Васильевна

*Московский государственный университет
им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия*

Степченко Лилия Михайловна

*Днепропетровский государственный
аграрный университет, Днепр, Украина*

Новиков Владимир Павлович

*Национальный Университет «Львовская
политехника», Львов, Украина*

Пономаренко Сергей Платонович

*МНТЦ «Агробиотех» НАН и МОН Украины,
Киев, Украина*

Волкогон Виталий Васильевич

*Институт сельскохозяйственной
микробиологии и агропромышленного
производства, Чернигов, Украина*

Патыка Николай Владимирович

*Национальный Университет биоресурсов и
природопользования, Киев, Украина*

Хуришайнен Татьяна Владимировна

*Институт химии Коми НЦ УрО РАН,
Сыктывкар, Россия*

Иутинская Галина Александровна

*Институт микробиологии и вирусологии им.
Д.К. Заболотного НАН Украины,
Киев, Украина*

Организации – участники конференции Organizations participating in the conference

1. *Агентство по трансферу технологий, образования и науки daRostim, г. Вальдхайм, Федеративная Республика Германия*
2. *Аграрное предприятие Лауэнхайн / AUL Agrarunternehmen Lauenhain e.G., г. Лауэнхайн, Федеративная Республика Германия*
3. *Agrobiotech Germany, Waldheim, Federal Republic of Germany*
4. *Акционерное сельскохозяйственное общество Гёрциг / Agrargenossenschaft Görzig eG., г. Гёрциг, Федеративная Республика Германия*
5. *daRostim Private Institute of Applied Biotechnology, Waldheim, Federal Republic of Germany*
6. *Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь*
7. *Всероссийский НИИ агрохимии им. Д.Н.Прянишникова, г. Москва, Российская Федерация*
8. *Всероссийский НИИ овощеводства – филиал ФГБНУ Федерального научного центра овощеводства, г. Москва, Российская Федерация*
9. *Всероссийский НИИ табака, махорки и табачных изделий, г. Краснодар, Российская Федерация*
10. *ГНПО «Химический синтез и биотехнологии», г. Минск, Республика Беларусь*
11. *Группа Компаний «Агрохимпром», г. Барнаул, Российская Федерация*
12. *ГНУ «Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь*
13. *ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь*
14. *ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь*
15. *Государственное предприятие Межведомственный научно-технологический центр «Агробиотех» НАН и МОН Украины, г. Киев, Украина*
16. *ГУО «Средняя школа № 209 г. Минска», г. Минск, Республика Беларусь*
17. *ЗАО «Белнефлесорб», г. Минск, Республика Беларусь*
18. *Институт биоорганической химии НАН РБ, г. Минск, Республика Беларусь*
19. *Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь*
20. *Институт биохимии РАН им. А.Н. Баха, г. Москва, Российская Федерация*
21. *Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, г. Саратов, Российская Федерация*
22. *Институт генетики, физиологии и защиты растений, г. Кишинев, Република Молдова*
23. *Institut of Horticulture and food production, Kishinev, Republic of Moldova*
24. *Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины, г. Киев, Украина*

25. *Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь*
26. *Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь*
27. *Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства Национальной академии аграрных наук Украины, г. Чернигов, Украина*
28. *Институт углехимии и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово, Российская Федерация*
29. *Институт физико-органической химии и углехимии им. Л. М. Литвиненко НАН Украины, г. Киев, Украина*
30. *Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Российская Федерация*
31. *Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, Российская Федерация*
32. *Институт химии Коми научного центра Уральского отделения РАН, г. Сыктывкар, Российская Федерация*
33. *Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь*
34. *Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, г. Москва, Российская Федерация*
35. *Казахстанский инженерно-технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан*
36. *Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан*
37. *Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, г. Алматы, Республика Казахстан*
38. *Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, Российская Федерация*
39. *Ландшафтный дизайн Мюгелн / Grundstücksgestaltung Mügeln UG, г. Мюгельн, Федеративная Республика Германия*
40. *Научно-исследовательский центр токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения Государственный научный центр «Институт иммунологии» Федерального медико-биологического агентства России (НИЦ ТБП), г. Серпухов, Российская Федерация*
41. *Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина*
42. *Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина*
43. *НИИ сельского хозяйства Республики Коми, г. Сыктывкар, Российская Федерация*
44. *NoviHumTechnologies GmbH, Dresden, Federal Republic of Germany*
45. *ООО «Аргентум Групп», г. Минск, Республика Беларусь*
46. *ООО «МОСТ», г. Кисловодск, Российская Федерация*
47. *ООО НПО «Эко Ойл Сервис», г. Москва, Российская Федерация*
48. *Отделение физико-химии горючих ископаемых Института физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко НАН Украины, г. Львов, Украина*

49. Павлодарский государственный педагогический институт,
г. Павлодар, Республика Казахстан
50. Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
г. Тирасполь, Република Молдова
51. РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси,
п. Прилуки, Республика Беларусь
52. РУП «Институт почвоведения и агрохимии», г. Минск, Республика Беларусь
53. РУП «Научно-практический центр по животноводству» НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь
54. Сайт «Фермер оф бай», Республика Беларусь
55. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Российская Федерация
56. Сельскохозяйственное предприятие Дитер Ланге / Landwirtschaftsbetrieb Dieter Lange,
г. Нойкирхен, Федеративная Республика Германия
57. Сельскохозяйственное предприятие Гунтер Росберг / Landwirtschaftsbetrieb Gunter
Rossberg, г. Каверцциц, Федеративная Республика Германия
58. Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского
хозяйства СФНЦА РАН, г. Краснообск, Российская Федерация
59. УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь
60. УО «Международный государственный экологический институт
им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета,
г. Минск, Республика Беларусь
61. ФГБНУ Агрофизический НИИ РАН, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
62. ФГБНУ Ленинградский НИИСХ «Белогорка»,
Лен.обл., п. Белогорка, Российская Федерация
63. ФГБНУ НИИСХ Республики Коми,
г. Сыктывкар, Республика Коми, Российская Федерация
64. ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,
г. Москва, Российская Федерация
65. ФГОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»,
г. Москва, Российская Федерация
66. Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
им. ак. Н.П. Лаверова Российской академии наук,
г. Архангельск, Российская Федерация
67. Федеральный Ростовский аграрный научный центр,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
68. ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН,
г. Москва, Российская Федерация
69. ЧП «Родонит», г. Киев, Украина
70. ЧПУП «Будагово-биотехагро», Смолевичский р-н, Республика Беларусь
71. Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Оглавление
Content

Тезисы пленарных докладов
Plenary Talking Points

Nowick W. THE BIOACTIVE PHC - PHYTOHORMONE - HUMIC ACID COMPOSITIONS OF THE SERIES TANDEM AND RESULTS OF THEIR LONG - TERM EFFECT ON PRODUCTIVITY OF PLANT PRODUCTION IN GERMANY.....	16
Коломиец Э.И. ИННОВАЦИОННЫЕ BIOTEХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	20
Хрипач В.А., Литвиновская Р.П. ФИТОГОРМОНАЛЬНЫЕ СТЕРОИДЫ – УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРИРОДНЫЕ БИОРЕГУЛЯТОРЫ И ОСНОВА ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	24
Патыка Н.В., Патыка Т.И. АГРОИНЖЕНЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ КАК ОСНОВА СОВРЕМЕННЫХ BIOTEХНОЛОГИЙ.....	25
Demidchik V. PRIMARY MECHANISMS OF PLANT STRESS SIGNALING: AN INTERPLAY OF REACTIVE OXYGEN SPECIES, CITOSOLIC CALCIUM AND POTASSIUM.....	27
Жеребин П.М., Крутяков Ю.А. СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА, ЭЛИСИТОРЫ, ФУНГИБАКТЕРИЦИДЫ НА ОСНОВЕ КОЛЛОИДНОГО СЕРЕБРА.....	28

Материалы конференции
Proceedings

Алексеева К.Л. МНОГОЦЕЛЕВОЕ ДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТА ЦИРКОН НА КУЛЬТУРЕ ОГУРЦА ЗАЩИЩЁННОГО ГРУНТА.....	32
Арцименя С.Д., Крутяков Ю.А. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЗЕРЕБРЫ АГРО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	34
Безуглова О.С., Горвцов А.В., Полиенко Е.А., Лыхман В.А. О МЕХАНИЗМАХ ВЛИЯНИЯ ВНЕКОРНЕВОЙ ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ ГУМАТАМИ НА ПРОЦЕССЫ МОБИЛИЗАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ.....	36

Боровикова П.Д., Русских И.А. ИЗУЧЕНИЕ АЗОТФИКСИРУЮЩЕЙ И ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БАКТЕРИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ.....	39
Британ Т.Ю., Пирог А.В. ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ УДОБРЕНИЙ.....	41
Бруякин С.Д., Шибайло В.С., Пырко А.Н., Сяхович В.Э. СИНТЕЗ И ИСПЫТАНИЕ НА ПЕСТИЦИДНУЮ АКТИВНОСТЬ ЕНАМИНОПРОИЗВОДНЫХ ЦИКЛИЧЕСКИХ β -ДИ- И β -ТРИКЕТОНОВ.....	44
Бурьгин Г.Л., Евсеева Н.В., Красова Ю.В., Каргаполова К.Ю., Сигида Е.Н., Ткаченко О.В. ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ НА РАСТЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ КЛЕТОК БАКТЕРИЙ РОДА <i>AZOSPIRILLUM</i>	47
Власенко Н.Г., Теплякова О.И., Халиков С.С. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ КОМПЛЕКСНЫМ ПРЕПАРАТОМ НА ОСНОВЕ ТЕБУКОНАЗОЛА.....	49
Войтка Д.В., Юзефович Е.К., Бородич А.В. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНОКУЛЯНТ РЕСОЙЛЕР ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ПОЧВЫ.....	52
Волкогон В.В., Димова С.Б., Волкогон Е.И., Короткая И.Г., Пирог А.В. МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ В ТЕХНОЛОГИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР КАК ФАКТОР ОГРАНИЧЕНИЯ ПОТЕРЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ.....	55
Воронина Л.П., Морачевская Е.В. РОЛЬ 24-ЭПИБРАССИНОЛИДА В РЕГУЛЯЦИИ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ.....	58
Вотолин К.С., Жеребцов С.И., Малышенко Н.В., Брюховецкая Л.В., Смотрина О.В., Исмагилов З.Р. ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БУРОУГОЛЬНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ГУМАТНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	60
Гаранович И.М., Архаров А.В. ВЛИЯНИЕ СУХОГО БИОГУМУСА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ САЖЕНЦЕВ ДЕКОРАТИВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ.....	63
Глушен С.В., Коломиец О.О. МЕТОД КОМПЬЮТЕРНОГО МОНИТОРИНГА РОСТА ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ.....	66
Гринева И.А., Савчик А.В., Ломоносова В.А., Маслак Д.В., Кулешова Ю.М., Садовская Л.Е., Скакун Т.Л., Феклистова И.Н. ВЫДЕЛЕНИЕ ШТАММОВ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФИТОЗАЩИТНЫХ БИОПРЕПАРАТОВ, И ИЗУЧЕНИЕ ИХ АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....	69

Деркач С.М., Димова С.Б., Мягкая М.В., Луценко Н.В., Штанько Н.П., Наконечная Л.Т.	
БИОКОМПОСТИРОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО СУБСТРАТА НА ОСНОВЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА ПРИ ИНТРОДУКЦИИ АССОЦИАЦИИ ГРИБОВ <i>TRICHODERMA HARZIANUM</i> 128.....	72
Жардецкий С.С., Храмцова Е.А.	
ВЛИЯНИЕ ИУК-ПРОДУЦИРУЮЩЕГО ШТАММА <i>PSEUDOMONAS MENDOCINA</i> 9-40 НА СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ.....	75
Жариков Г.А., Крайнова О.А., Марченко А.И., Жариков М.Г., Сигаев В.И.	
ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПЕСТИЦИДАМИ, И СКЛАДОВ ЯДОХИМИКАТОВ.....	78
Жариков М.Г., Кочкаров А. Х-М., Бакуев Ж.Х.	
ИСПЫТАНИЯ НОВОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ С РОСТСТИМУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТЬЮ «АРКСОЙЛ» НА ПЛОДОВЫХ И ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ.....	81
Жилкибаев О.Т., Шоинбекова С.А., Туkenова З.А., Ибраева М.А., Рымжанова З.А.	
ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ ОРГАНИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР РОСТА РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ И ФУЛЬВОВЫХ КИСЛОТ.....	84
Капранов В.В.	
ПРОЦЕДУРА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАКЛЮЧЕНИЯ ПО ТОКСИКОЛОГО- ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ АГРОХИМИКАТА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ В РЕЕСТРЕ АГРОХИМИКАТОВ И ПЕСТИЦИДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	87
Карпенко И.В., Новохатько А.А., Компанец М.А., Новикова Е.В., Куц О.В., Опейда Л.И., Карпенко Е.В.	
ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ <i>N</i> -ГИДРОКСИФТАЛИМИДОВ НА ИХ БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ.....	89
Колчанова К.А., Барсова Н.Ю., Степанов А.А., Мотузова Г.В., Карпухин М.М., Киселева В.А.	
ПРИМЕНЕНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА «ЭКСТРА» НА ПОЧВЕ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ МЕДЬЮ: ПЛЮСЫ И МИНУСЫ.....	92
Комаров А.А. (старший)	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГУМИФИКАЦИИ В РЕГУЛИРУЕМЫХ ТЕРМОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	95
Комаров А.А. (младший), Комаров А.А. (старший)	
ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ НА РАСТЕНИЯ ГУМАТОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ КОМПЛЕКСНЫХ АГРО АДАПТОГЕНОВ.....	98
Komarovska-Porokhnyavets O.Z., Vasylyuk S.V., Petrina R.O., Gubrii Z.V., Fedorova O.V., Havryliak V.V., Shved O.V., Novikov V.P.	
DISSEMINATION OF KNOWLEDGE OF SOCIETY ABOUT THE WAYS OF ENVIRONMENT PROTECTION.....	101

Комаровская-Порохнявец О.З., Иськив О.П., Монька Н.Я., Покиньюброда Т.Я. Хомицкая Г.М., Швец В.В., Новиков В.П., Лубенец В.И. ФУНГИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА НОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ЭФИРОВ ТИОСУЛЬФОКИСЛОТ И БИОСУРФАКТАНТОВ.....	103
Конопацкая М.В., Халаева В.И., Азизбемян С.Г. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЯ НАНОПЛАНТ В ЗАЩИТЕ КАРТОФЕЛЯ ОТ БОЛЕЗНЕЙ.....	105
Корнийчук М.С., Заярнюк Н.Л., Кричковская А.М., Федорова О.В., Новиков В.П. КОМПОЗИЦИЯ НА ОСНОВЕ БАКТЕРИЙ РОДОВ <i>RHIZOBIUM</i> И <i>AZOTOBACTER</i> КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ РОСТСТИМУЛИРУЮЩИЙ БИОПРЕПАРАТ.....	109
Кулешова Ю.М., Рыбакова В.А., Гринева И.А., Ломоносова В.А., Маслак Д.В., Феклистова И.Н., Садовская Л.Е., Скакун Т.Л. БАКТЕРИИ РОДА <i>PSEUDOMONAS</i> – СТИМУЛЯТОРЫ КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ СПОСОБНЫ ПОВЫШАТЬ УРОЖАЙНОСТЬ РАСТЕНИЙ.....	112
Куликова Н.А., Филиппова О.И., Воликов А.Б., Холодов В.А., Зиганшина А.Р., Ярославцева Н.В., Перминова И.В. СИЛАНОЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕЛИОРАНТЫ КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	115
Lemanova N., Magher M. BIOLOGICAL CONTROL OF GROWN GALL IN HORTICULTURE.....	117
Лобанов А. Ю. ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ СЕНОКОСОВ ПОЙМЫ РЕКИ СЫСОЛА.....	120
Лукашевич В.А., Лещенко Ю.В., Ветошкин А.А., Пржевальская Д.А., Дюбо Ю.В. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ «ЗЕЛЕНОГО» СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА И АНАЛИЗ ИХ БИОЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ.....	123
Лукьянова М.В., Верховцева Н.В. ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ОПЫТА НА АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ДЕРНОВОЙ ПОЧВЕ.....	125
Малюга А.А., Чуликова Н.С., Халиков С.С. МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА КАРТОФЕЛЕ ПРИ ЕГО ХРАНЕНИИ И В ПОСАДКАХ.....	128
Маслак Д.В., Богатырева Е.Н., Серая Т.М., Феклистова И.Н., Гринева И.А., Скакун Т.Л., Садовская Л.Е., Ломоносова В.А., Кулешова Ю.М., Максимова Н.П. КОМПЛЕКСНОЕ ДЕЙСТВИЕ МИКРОБНОГО ДЕСТРУКТОРА ПОЖНИВНЫХ ОСТАТКОВ ЖЫЦЕНЬ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР.....	134

Мащенко Н.Е., Боровская А.Д., Гуманюк А.В. ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ СТЕРОИДНЫХ ГЛИКОЗИДОВ КАК РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР.....	137
Наумова Г.В., Корзун О.С., Жмакова Н.А., Макарова Н.Л., Овчинникова Т.Ф. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ «ГУМОРОСТ» НА КУЛЬТУРЕ РАПСА ЯРОВОГО.....	140
Новик В., Пироговская Г.В. СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАКОПЛЕНИЯ БИОМАССЫ РАСТЕНИЙ.....	143
Nowick W., Sorge R., Maslak D., Skakun T., Lomonosova V., Kuleshova Y. STUDYING THE LONG-TERM EFFECTS OF NOVINUM ON THE PHOTOSYNTHESIS PERFORMANCE OF VINE PLANTS WITH THE DEVICE SYSTEM FLORATEST.....	147
Nowick W., Feklistova I., Sadovskaya L., Grineva I., Maslak D., Skakun T., Lomonosova V., Kuleshova Y. THE PHYTOSANITARY STATE OF THE SOIL AND ITS EFFECT ON THE CFD-PHOTOSYNTHETIC POWER OF CEREALS.....	149
Павловец Ю.Ю., Сахарута И.Ю., Лагодич О.В., Лагодич А.В. АКТИВАЦИЯ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ТОМАТОВ И ОГУРЦОВ МЕТАБОЛИТАМИ БАКТЕРИЙ РОДА <i>PSEUDOMONAS</i>	152
Пироговская Г.В., Исаева О.И., Хмелевский С.С., Сороко В.И. О ПОСТУПЛЕНИИ СУЛЬФАТОВ С АТМОСФЕРНЫМИ ОСАДКАМИ, ИХ МИГРАЦИИ ВНИЗ ПО ПОЧВЕННОМУ ПРОФИЛЮ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ.....	154
Плотникова Т.В., Сидорова Н.В., Егорова Е.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ АГРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ОЗДОРОВЛЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ ПРИ НЕСМЕННОМ ВЫРАЩИВАНИИ РАССАДЫ ТАБАКА.....	157
Полиенко Е.А., Горовцов А.В., Безуглова О.С., Лыхман В.А. ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ С ХИМИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ЗАЩИТЫ.....	159
Поликсенова В.Д., Лапунова Т.Н., Карпинчик Е. В., Тарасевич В. А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУАНИДИНСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ.....	162
Пономаренко С.П., Медков А.И., Петренко А.Н. БИОРЕГУЛЯТОРЫ СТИМПО И РЕГОПЛАНТ В ИММУННО-ЗАЩИТНЫХ РЕАКЦИЯХ РАСТЕНИЙ.....	165
Русских И.А. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ЭЛИСИТОРНОГО ПРЕПАРАТА НА ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ.....	166

Сапунова Л.И., Тамкович И.О., Мороз И.В. ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ.....	168
Сафронова Г.В., Алещенкова З.М., Ананьева И.Н., Наумович Н.И. ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ОЗИМОГО РАПСА С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ.....	170
Селянина С.Б., Сизова Н.В., Зубов И.Н., Орлов А.С., Ярыгина О.Н., Труфанова М.В. БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ ЛИПИДОВ ТОРФА.....	172
Семенюк И.В., Карпенко Е.В., Мидяна Г.Г., Яремкевич Е.С., Лубенец В.И., Новик В. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ, ТЕРМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНОГО СЫРЬЯ.....	175
Стадницкая Н.Е., Комаровская-Порохнявец О.З., Колосова К.В., Москаленко Н.И., Швед О.В., Карпенко О.В., Новиков В.П., Лубенец В.И. ВЛИЯНИЕ АЛКИЛОВЫХ ЭФИРОВ ТИОСУЛЬФОКИСЛОТ НА ВСХОЖЕСТЬ ТОМАТОВ.....	178
Томсон А.Э., Наумова Г.В., Козинец А.И., Жмакова Н.А., Макарова Н.Л., Овчинникова Т.Ф. БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНАЯ ПЕКТИНСОДЕРЖАЩАЯ КОРМОВАЯ ДОБАВКА ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА.....	180
Труфанова М.В., Селянина С.Б., Ярыгина О.Н., Пономарева Т.И. К ВОПРОСУ ОБ АГРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТОРФЯНЫХ ЭКСТРАКТОВ.....	183
Тугаринов Л.В., Коршунов А.А. АГРОТЕХНИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЗЕРЕБРА АГРО В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ.....	186
Тулинов А.Г., Михайлова Е.А., Шубаков А.А. МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА КАРТОФЕЛЯ.....	189
Тютюнникова Е.М., Плотникова Т.В. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЯ ЛИГНОГУМАТ (МАРКИ АМ КАЛИЙНЫЙ) В ТАБАКОВОДСТВЕ.....	192
Feklistova I., Sadovskaya L., Grineva I., Karpenko E., Nowick W., Ponomarenko S., Hurshkainen T., Iouferef P. FIRST INDICATIONS ON THE EFFECTIVENESS OF THE CEREAL SEED TREATMENT WITH THE DAROSTIM® BOSTAR ARRAY AGAINST PHYTOPATHOGENIC BACTERIA AND FUNGI IN THE SOIL.....	194
Феклистова И.Н., Садовская Л.Е., Маслак Д.В., Гринева И.А., Кулешова Ю.М., Скакун Т.Л., Ломоносова В.А., Лысак В.В., Максимова Н.П. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ И ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	196

Феклистова П. БАКТЕРИИ <i>B. SUBTILIS</i> 494 И <i>P. CHLORORAPHIS SUBSP. AURANTIACA</i> В-162 ИНДУЦИРУЮТ УСТОЙЧИВОСТЬ КРЕСС-САЛАТА К ЗАСОЛЕНИЮ.....	199
Фёдоров Т.Ю., Русских И.А. ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ БАКТЕРИЙ, СПОСОБНЫХ К БИОДЕГРАДАЦИИ ИМАЗЕТАПИРА.....	202
Филипцова Г.Г., Соколов Ю.А., Лущик А.Я., Юрин В.М. СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПЕПТИДНЫЕ ЭЛИСИТОРЫ КАК ИНДУКТОРЫ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ.....	204
Харитонов Д.Э., Русских И.А. ИЗУЧЕНИЕ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА РОСТ ПРОРОСТКОВ КУКУРУЗЫ.....	207
Ходосовская А.М., Кивчун Е.В., Кучинская О.В., Геут Е.И., Викторovich В.Н., Евтушенков А.Н., Ковальчук Т.В., Горбачевич Г.И., Осипович Н.П., Ксендзова Г.А., Логинова Н.В. ПОИСК СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВОЗБУДИТЕЛЯ ФИТОФТОРОЗА – ООМИЦЕТА <i>RHYZOPHTHORA INFESTANS</i> – СРЕДИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ(II) С ОРГАНИЧЕСКИМИ ЛИГАНДАМИ.....	209
Хуршкайнен Т.В., Скрипова Н.Н., Кучин А.В. ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ.....	212
Хуршкайнен Т.В., Трешко Л.И., Сорока С.В., Лахвич Ф.А., Кучин А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ ВЭРВА НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	215
Шуканов В.П., Корытько Л.А., Мельникова Е.В., Полянская С.Н. ПРИМЕНЕНИЕ РОСТОРЕГУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОДНОЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ.....	218
Якимович Е.А. ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА ФИТОВИТАЛ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ.....	221
Yamborko N.A., Iutynska G.A. THE ADVANTAGES OF ARTIFICIAL CREATED MICROBIAL ASSOCIATION BIOREM IN THE BIODEGRADATION OF ORGANOCHLORINE HEXACHLOROCYCLOHEXANE (HCH).....	223
Янковская Е.Н., Войтка Д.В., Кабашникова Л.Ф. ФИТОЗАЩИТНЫЙ ЭФФЕКТ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ТОМАТА ИММУНОМОДУЛИРУЮЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ.....	225
Авторский указатель / Author`s Index	228

Nowick W. Prof. Dr.,
 Director of the Private Institute of Applied Biotechnology daRostm,
 daRostim Private Institute of Applied Biotechnology, Waldheim, Germany;
 info@darostim.de

**THE BIOACTIVE PHC - PHYTOHORMONE - HUMIC ACID COMPOSITIONS
 OF THE SERIES TANDEM AND RESULTS OF THEIR LONG - TERM EFFECT ON
 PRODUCTIVITY OF PLANT PRODUCTION IN GERMANY**

Plenary Talking Points

Система препаратов (Array) daRostim®TANDEM есть результат международной долгосрочной программы Tandem^{12/21} (2012-2021) по улучшению биологических показателей плодородия почвы и создания стабильного резерва биологического азота в почве. Особенность влияния препаратов daRostim®TANDEM базируется на комбинированном действии фитогормонов и гуминовых кислот (PHC-Tandem-technologie второго поколения). Многолетние исследования и результаты практического применения в рамках программы Tandem показывают: биологический азот в почве активизируется, что приводит к смещению производственной функции в сторону увеличения урожая при параллельном сокращении норм вносимого азотного удобрения. Показатель BSI (биологический индекс почвы) растёт. В статье детально описываются результаты применения системы препаратов daRostim®TANDEM в Германии.*

The daRostim®TANDEM preparation system (array) is a development product of the international long-term program Tandem^{12/21} (2012-2021) for increasing soil biological fertility and establishing a sustainable biological nutrient reserve in the soil. The particular specificity of daRostim®TANDEM is based on the combinatorial effect of phytohormones and humic acids (2nd generation PHC tandem technology). The studies and practical experience from the long-term trials of the tandem program indicate that the biological nitrogen in the soil is activated and thereby shift the production functions of the fields in the long term to higher yields with reduced nitrogen fertilizer use. The biological soil index BSI is sustainably improved. The article describes detailed practice results of preparation system daRostim®TANDEM application in Germany.*

Ключевые слова: PHC; фитогормоны; гуминовые кислоты; почва; биологический азот; производственные функции.

Keywords: PHC; phytohormones; humicacids; soil; biological nitrogen; production functions.

Introduction

The international long-term program Tandem^{12/21} (2012-2021) and the two previous research projects Radostim A*B (2005-2008) and future^{9/12} (2009-2012) have been investigating the potential of phytohormone-humic acid combinations (PHC compounds) since 2005 to increase soil biological fertility and to create a biological nutrient reserve in the soil. Since 2012, the preparation system (array) daRostim®TANDEM has been used. It is free of chemically synthesized active ingredients. The TANDEM array consists of 6 modifications,³ for spring application (leaf application) and 3 for autumn application (soil application). By the modular selection of the composition of humic acids with a mass fraction of 50 to 85 % of the organic substance and other plant-physiologically active components (natural plant hormone analogues, fatty acids, amino acids, polysaccharides) with a mass fraction of 0.01 to 0.07 % of the organic substance, the modifications are optimally adapted to specific arable area and their soil index AZ (Table 1.).

Table 1. The daRostim®TANDEM Array

daRostimTANDEM-Array	AZ: 20 to 40	AZ: 40 to 60	AZ: 60 to 80
leaf application(spring)	F30	F50	F70
soil application(autumn)	H30	H50	H70

All sixTANDEM modifications contain water with a mass fraction of about 90% as well as macro and micro elements (Table 2.):

Table 2. Content of macro- and microelements in the daRostim[®]TANDEM preparation system

Macro / microelements in dry matter,%			
sulfur	4,3	copper	0,0009
calcium	0,62	zinc	0,0004
manganese	0,016	molybdenum	<0,002
silicon	0,29	selenium	0,003
iron	1,03	boron	0,026
magnesium	0,134	cobalt	<0,002

daRostim[®] TANDEM can be used in all field crops. The application is done with the sprayer, in the spring solo or together with the first phytosanitary measure, in the fall after harvest and before the winter sowing or intercrop essential parts of the ground (<30-40 %) covered. The uniform dosage is 0.4 liters/ha. Twice a year - at the end of March and at the end of October - soil samples are taken from a depth of 0 to 30cm and examined for the parameters humus, air-nitrogen fixing bacteria and phosphor-mobilizing bacteria.

Results and discussion

The particular specific effectiveness of daRostim[®] TANDEM is based on the combinatorial effect of phytohormones and humic acids (2nd generation PHC tandem technology). According to our findings, it is mainly the phytohormone component in the PHC that makes it possible to obtain the genetic to maximize the yield potential of a variety optimally. Phytohormones control and regulate the growth of plants in all stages of development, e.g. in germination, growth, seed maturity, flower formation or leaf fall. They are the messenger substances that circulate between the plant tissue, transport information and trigger specific reactions. In a complex interaction, they also help the plant to adapt to changing environmental conditions (drought, temperature, soil pH) and to form its own antibodies against phytopathogenic microorganisms. Primarily, the applied PHC increase photosynthetic performance by helping to produce more and faster chlorophyll and form larger leaf areas. The total amount of assimilates produced per unit time increases and this "more" is used in a secondary regulatory effect depending on the growth phase, the climatic factors and the metabolic situation in the root area (nutrient availability, water) of the plant for optimal reproduction, so the yield. The soil bacteria also benefit from this assimilate redistribution. The mean concentration of air nitrogen-binding bacteria increased in 11 years on the 170 trial areas from 11 million CFU/g (2006) to 23 million CFU/g (2017), and for phosphomobilising bacteria from 1.5 million CFU/g to 9 Million CFU/g (Fig. 1). With the "more" of air nitrogen-binding soil bacteria, the working point of the biological-nitrogen part of yield in the YEN-chart shifts towards higher yields with less nitrogen fertilizer use, the production functions shift in sync, as exemplified by the results for two Farms with soil indexes AZ = 33 and 50 respectively (Fig. 2). As a result of the additional activation of soil biology by the PHC preparations, under the conditions of intensive cultivation in Germany on the 170 experimental areas an average yield increase of 13.7 CE was already established in 2016 with a simultaneous reduction of nitrogen fertilizer use by 26.2 kgN / ha. (Fig. 3) [1-4]. The monetary effect from fertilizer saving and yield increase is very sustainable: 1 EUR PHC use beats conservatively (0.6 EUR/kg N, 10 EUR/CE) with 2 to 7 EUR profit, corresponding in the average with 153 EUR/ha profit (Fig. 4).

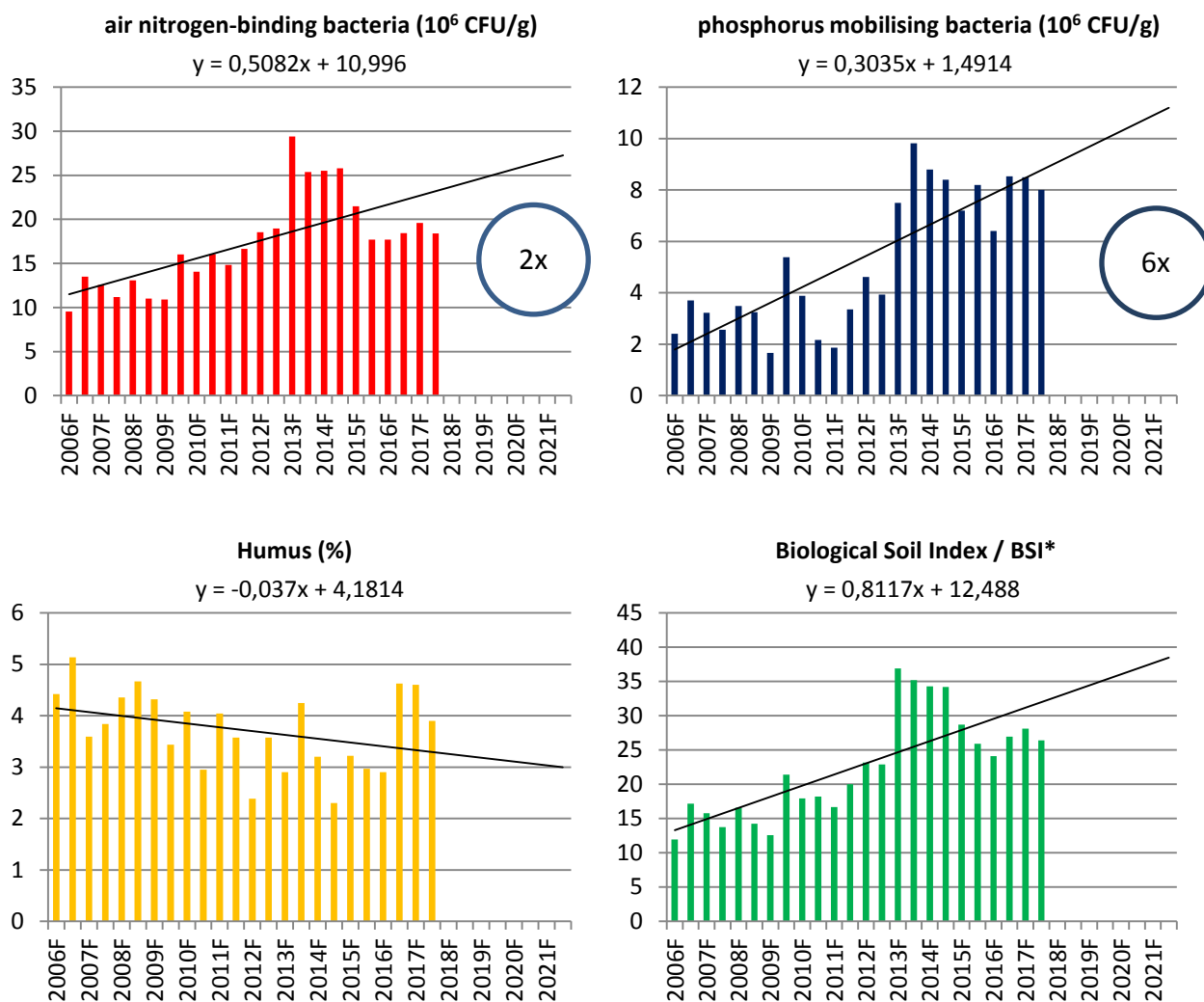


Figure 1. Change in mean biological soil parameters in 11 years (170 areas)

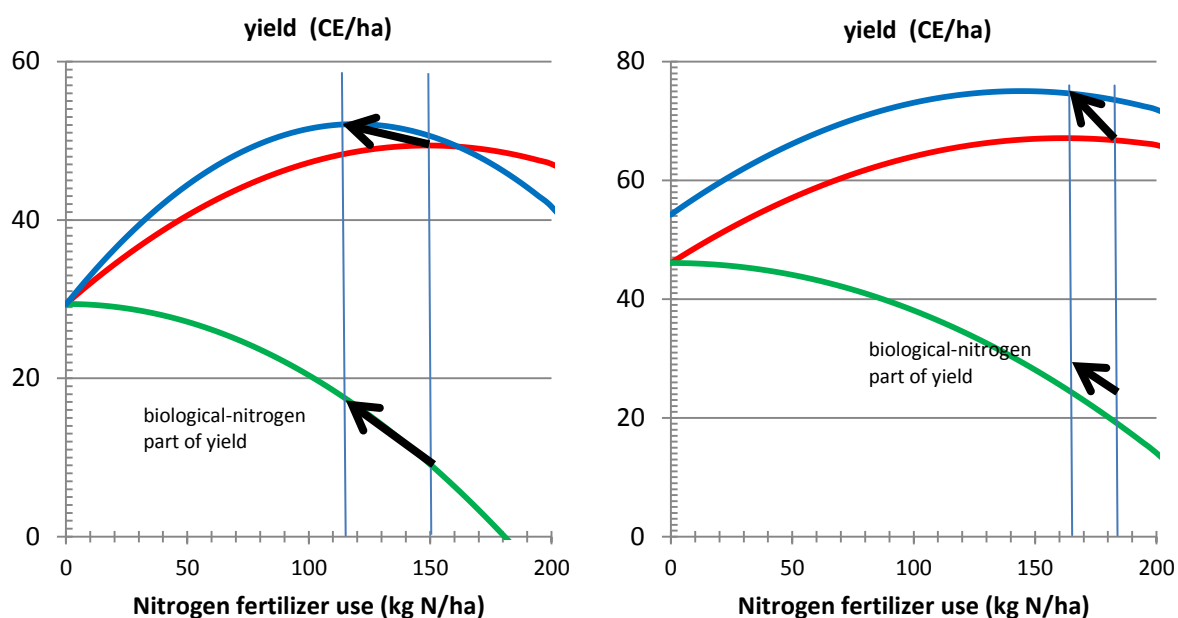


Figure 2. Change in production functions (average yield charts of 20 practice areas respectively for 11 years) for two Farms with soil indexes AZ = 33 and 50 respectively

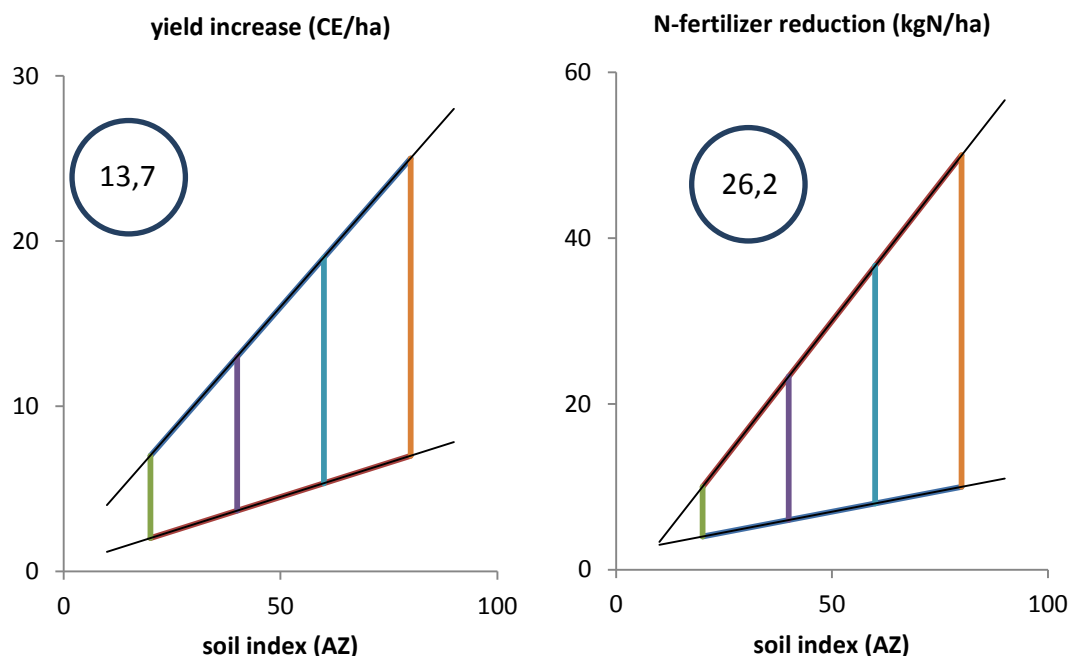


Figure 3. Practical sector for yield increase and nitrogen fertilizer reduction vs soil index sector

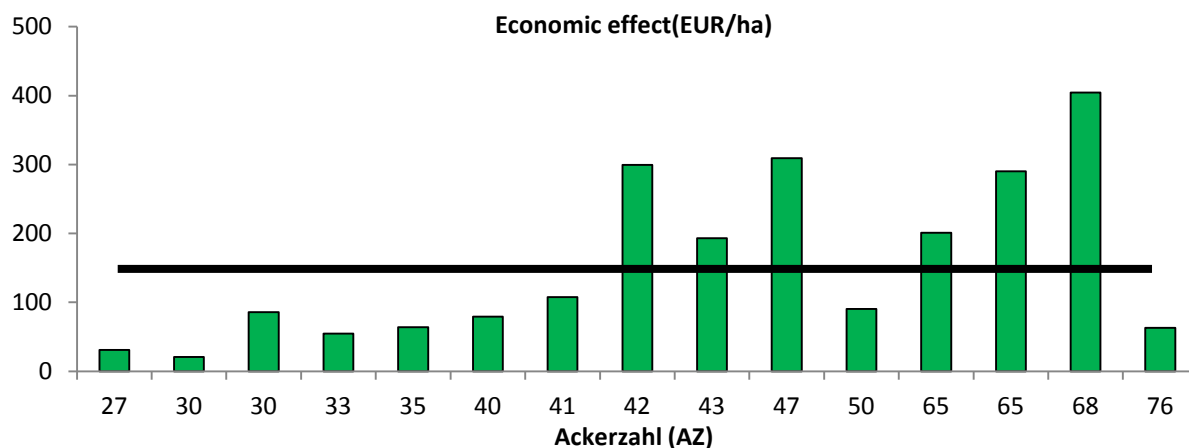


Figure 4. Practical profit from TANDEM-Array application vs soil index

References

1. Новик В. Актуальные результаты по улучшению показателей биологического плодородия почвы после применения фитогуминовой комбинации (PHCs) в рамках программы Tandem^{12/21} (2012-2021) // Конференция daRostim 2014, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия, Москва, 2014. С. 255–264.
2. Новик В. Перспективы применения комбинации PHC - PHYTONUMINCOMPOUNDS - как стандартной технологии для увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур // Конференция daRostim 2015, Институт химии Коми НЦ УрО РАН, Россия, Сыктывкар, 2015. С. 112–121.
3. Nowick W. Results of the increase in productivity in crop production and the reduction of nitrogen fertilizer during the application of agricultural practice areas in Germany with a combination of plant hormones and humic acids (PHC) - in the program Tandem^{12/21} // Конференция daRostim 2016 Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова, Украина, Одесса, 2016. С. 160–161.
4. Новик В. Tandem^{12/21} Международная многолетняя программа для обеспечения резерва биологического азота в почве и актуальность этой задачи для с/х и экологии Германии // Конференция daRostim 2017. Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, Алматы, 2017. С. 17–30.

Коломиец Э.И. чл.-корр., д.б.н.

Генеральный директор ГНПО «Химический синтез и биотехнологии» -

директор Института микробиологии НАН Беларуси,

Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Беларусь

ИННОВАЦИОННЫЕ BIOTEХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

тезисы пленарного доклада

В Республике Беларусь большое внимание уделяется развитию биотехнологии как наиболее высокотехнологичной отрасли, базирующейся на передовых достижениях науки и техники. Институт микробиологии НАН Беларуси располагает целым рядом апробированных научно-технических разработок для сельского хозяйства, защиты окружающей среды, медицины, характеризующихся высокой степенью новизны, эффективностью, готовых к промышленному внедрению.

In the Republic of Belarus, much attention is paid to the development of biotechnology as the most high-tech industry, based on the advanced achievements of science and technology. The Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus has a number of approved scientific and technical developments for agriculture, environmental protection, medicine, characterized by a high degree of novelty, efficiency, ready for industrial implementation.

Ключевые слова: Республика Беларусь; инновационные биотехнологии; сельское хозяйство; здравоохранение, охрана природы.

Keywords: Republic of Belarus; innovative biotechnologies; Agriculture; health protection, nature protection

Для большинства развитых стран экономика XXI века ассоциируется с нано- и биотехнологиями. Продукция, получаемая сегодня в мире с помощью промышленных биотехнологий, имеет выход практически во все отрасли народного хозяйства. В энергетике – это различные виды биотоплива (бутанол, этанол, биодизель, биогаз и др.), в медицине – сырье для фармацевтической промышленности и биофармацевтические технологии, в сельском хозяйстве – средства защиты растений и животных, микробные удобрения, кормовые добавки, в пищевой промышленности – ферменты, сахарозаменители и др.

Основными целями социально-экономического развития Республики Беларусь являются повышение уровня конкурентоспособности экономики и ее экспортного потенциала за счет внедрения наукоёмких, ресурсосберегающих технологий и прогрессивных видов услуг, переоснащения и создания новых производств в промышленности, АПК, медицине и других отраслях народного хозяйства. В связи с этим большие надежды возлагаются на развитие биотехнологии как наиболее высокотехнологичной отрасли, базирующейся на передовых достижениях науки и техники.

Значительный вклад в разработку экологически безопасной микробиологической продукции вносит Институт микробиологии НАН Беларуси (далее Институт) – ведущий научно-исследовательский центр республики Беларусь в области микробиологии и биотехнологии. Институт выступает головной организацией-исполнителем государственных программ различного уровня в сфере биотехнологии, координирует деятельность ГНПО «Химический синтез и биотехнологии», осуществляет мониторинг Плана развития биотехнологической отрасли Республики Беларусь на период до 2020 года, является соучредителем Евразийской технологической платформы «ЕвразияБио», представляет Республику Беларусь в Восточнопалеарктической секции Международной организации по защите растений.

В настоящее время Институт располагает целым рядом апробированных научно-технических разработок для сельского хозяйства, защиты окружающей среды, медицины, характеризующихся высокой степенью новизны, эффективностью, готовых к промышленному внедрению. При поддержке Государственной программы инновационного развития Республики

Беларусь на базе института создано современное опытно-промышленное биотехнологическое производство, обеспечивающее возможность реализации оригинальных технологий глубинного культивирования микроорганизмов-продуцентов, разработки конкурентоспособных товарных форм биопрепаратов и выпуск биопрепаратов различного назначения.

Отечественные биотехнологии для сельского хозяйства

Для Республики Беларусь актуальность промышленного производства и широкого применения в растениеводстве и животноводстве биотехнологической продукции обусловлена, с одной стороны, необходимостью обеспечения экологической безопасности и конкурентоспособности производимой сельскохозяйственной продукции, а с другой - высокой стоимостью энергетических и сырьевых ресурсов для производства минеральных удобрений и пестицидов, что инициирует поиск альтернативных источников питания растений и животных и систем их защиты.

В ходе реализации заданий государственных программ в сфере биотехнологии Институтом разработано свыше 40 препаратов для АПК, в числе которых:

- *биоконсервант растительного сырья Лаксил-МС* для силосования растительного сырья, в том числе и трудносилосуемого, отличительной особенностью которого является его многокомпонентный состав - наличие четырех штаммов молочнокислых бактерий с взаимодополняющими свойствами и выраженной антагонистической активностью по отношению к возбудителям аэробной порчи силоса, что обеспечивает повышение аэробной стабильности корма на 12-15 %. Стоимость препарата в расчете на 1 т силосуемого сырья в 1,3-10 раз ниже, чем известных зарубежных аналогов (Биотроф, Лактофлор, Биосил, Биомакс);

- *биоудобрения: Вогал* на основе местных штаммов клубеньковых бактерий *Rhizobium galegae*, увеличивает обеспеченность растений азотом, повышает продуктивность галеги восточной в 1,5 раза; *Биолиnum* для предпосевной обработки семян льна-долгунца, содержит азотфиксирующие и фосфатмобилизующие бактерии, повышает урожайность и устойчивость культуры к болезням; *Гордебак* для предпосевной обработки семян и вегетирующих растений пивоваренного ячменя, его применение эквивалентно дополнительному внесению 15-20 % минерального азота и 20% фосфора на гектар, обеспечивает снижение содержания белка в зерне на 0,2-0,4 %; *Ризофос* для предпосевной обработки семян галеги восточной, люцерны, клевера, обеспечивает прибавку урожая зеленой массы и семян на 20-30 %, чистый доход от применения составляет 177-482 тыс. руб./га; *Соязриз*, препарат на основе клубеньковых бактерий для предпосевной обработки семян сои, интенсифицирует процесс биологической фиксации азота и повышает урожайность сои на 10-15 % без внесения азотных удобрений.

По ростостимулирующей активности разработанные отечественные биоудобрения не уступают зарубежным аналогам - препаратам Ризоторфин, Агрофил, Мизорин, Ризоаргин, Азоризин, Флавобактерин, Экстрасол (Россия), Ризобофит, Диазофит, Ризоагрин, Алкалигин, Ризоэнтерин, Фосфоэнтерин (Украина), предпочтительны для использования в нашей стране, поскольку базируются на местных штаммах ризобактерий, адаптированных к почвам и климатическим условиям Беларуси и имеют более низкую стоимость (1,7-3,0 доллара США/га) по сравнению с зарубежными аналогами (2,4-16 долларов США/га);

- *средства защиты растений* – в качестве основы новых средств биологической защиты растений используются штаммы микроорганизмов с высокой антагонистической активностью к выделенным фитопатогенам и комплексом других полезных свойств – высокой скоростью роста, генетической стабильностью, конкурентоспособностью, низкой чувствительностью к биоценотическим факторам, безвредностью для окружающей среды. Проведенные исследования по выделению и изучению микроорганизмов с указанными свойствами, установлению механизмов антагонистического действия потенциальных интродуцентов, выяснению природы метаболитов с антимикробной и энтомоцидной активностями и их направленному биосинтезу явились основой создания целой линейки эффективных экологически безопасных биопестицидов для оздоровления и стабилизации растениеводства республики, таких как *Фрутин* (для контроля возбудителей болезней ягодных и плодовых культур), *Бетапротектин* (для борьбы с кагатной гнилью сахарной свеклы, корневыми гнилями томата и огурца), *Экогрин* (для защиты овощных и зеленных культур

от болезней в условиях малообъемной гидропоники), *Фитопротектин*, *Бацитурин*, *Бактосол*, *Ксантрел* (для защиты картофеля и овощных культур от вредителей и болезней), *Мультифаг* (для борьбы с бактериозами овощных культур);

- пробиотические препараты для животноводства – *Билавет* и *Лактимет* на основе молочнокислых и бифидобактерий. Препараты подавляют жизнедеятельность патогенных микроорганизмов, способствуют снижению заболеваемости молодняка животных на 40-45 %. Лечебно-профилактическая эффективность обеспечивается уникальными свойствами бактерий и составляет 80-90 %. Экономическая эффективность от применения препаратов составляет 5,8 руб. на 1 руб. затрат; *Бацинил* на основе спорообразующих бактерий рода *Bacillus*, предназначен для коррекции микробиоценоза желудочно-кишечного тракта и стимуляции иммунной системы сельскохозяйственных животных. Лечебно-профилактическая эффективность препарата составляет 93-96 %, среднесуточный прирост живой массы - 15-20 %; *Ветоспорин* в форме геля, предназначен для профилактики и лечения гнойно-некротических поражений кожных покровов животных, обладает широким спектром действия против условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, способствует ускоренному заживлению ран; *Эмили* для профилактики и лечения карповых видов рыб от болезней, вызываемых бактериями родов *Aeromonas* и *Pseudomonas*; пробиотик *Споробакт* для кормопроизводства; кормовая добавка на основе молочнокислых бактерий *ДКМ*; биопрепарат *Энати* для санации помещений животноводческих комплексов, снижает численность условно-патогенной и патогенной микрофлоры на 78-100 %.

Осуществляется конструирование пробиотиков нового поколения на основе ассоциации микроорганизмов различных видов и родов, имеющих разную направленность действия и взаимно дополняющих друг друга. Поскольку значительную часть инфекционной патологии животных составляют заболевания вирусной и вирусно-бактериальной этиологии, представляется весьма актуальным создание средств, характеризующихся одновременно антибактериальными и противовирусными свойствами. Для ее решения пробиотики используют в сочетании с различными иммуностимуляторами, цитокинами и противовирусными веществами, среди которых наиболее широко представлены препараты интерферона. Результатом совместных исследований Института и БГУ в этой области явилось создание нового комплексного препарата *Проксиферон* иммуномодулирующего, антибактериального и противовирусного действия, основу которого составляют бактерии *B. subtilis* БИМ В-454 Д с высокой антагонистической и ферментативной активностями, *Pantoea agglomerans* 1 Ecrtz, синтезирующие пигменты каротиноидного ряда, белок куриного лейкоцитарного альфа-интерферона, синтезируемый *E. coli* BL 21. Все разработанные биопрепараты прошли государственную регистрацию и рекомендованы для использования в сельском хозяйстве республики.

Всего за последние 5 лет по разработкам Института произведено и реализовано свыше 150 т пробиотических препаратов, использование которых обеспечило получение высококачественной животноводческой продукции, свободной от антибиотиков и химиотерапевтических средств, с экономическим эффектом около 5 млн долл. США.

Отечественные биотехнологии для здравоохранения

В настоящее время в основе производимых в Республике Беларусь лекарственных препаратов большой удельный вес занимают импортные субстанции, в том числе полученные на основе процессов микробиологического синтеза. С целью решения проблемы импортозамещения в Институте проведены работы по созданию генно-инженерных штаммов - суперпродуцентов фармакологически важных ферментов нуклеинового обмена, с использованием которых совместно с ИБОХ НАН Беларуси разработаны и внедрены в производство технологии получения противоопухолевых препаратов Лейклаглин и Флударабел. Замена традиционных биокатализаторов на рекомбинантные позволила отказаться от использования крупногабаритного ферментационного оборудования, снизить расходы питательных сред, энерго- и трудозатраты, удешевить себестоимость синтезируемых фармсубстанций.

К важным биотехнологическим разработкам медицинского назначения относится также технология получения ферментного препарата Глюкозооксидаза, который используется для производства датчиков «Глюкосен», предназначенных для определения содержания глюкозы в крови. Значительный интерес в последние годы вызывает исследование симбиотической микробиоты человека и ее роли в поддержании здоровья организма хозяина. Соотношение бактериальных таксонов на родовом и видовом уровне индивидуально для каждого человека и обусловлено генетическими особенностями индивидов, доминирующим типом питания и спецификой взаимодействия микроорганизмов в целостной системе. Экспериментально продемонстрировано, что развитие ряда заболеваний и патологических процессов в организме человека сопровождается существенными изменениями в составе кишечного микробиома. В настоящее время доказано участие микробиоты в развитии воспалительных заболеваний кишечника, сахарного диабета 2 типа, ожирения, атеросклероза, аллергических реакций и целого ряда других патологий. Проводимая в Институте оценка состояния микробиоты у пациентов с онкогематологическими заболеваниями при трансплантации гемопоэтических стволовых клеток, направлена на выявление таксонов микроорганизмов, коррелирующих с развитием реакции «трансплантат против хозяина» и подбор персонализированных методов ведения пациента для предотвращения осложнений в посттрансплантационный период.

Природоохранные биотехнологии

Необходимость решения проблем загрязнения окружающей среды, возникающего в результате антропогенного воздействия, инициирует развитие экологической биотехнологии. Мировой рынок технологий для охраны окружающей среды в настоящее время оценивается в 235 миллиардов долларов, причем от 25 до 40 % приходится на долю биотехнологий.

Разработки ученых Института направлены на комплексную очистку вентвыбросов и промышленных стоков от токсичных загрязнений (технологии внедрены на 23 предприятиях Беларуси, России, Украины), биоремедиацию почв и воды, загрязненных нефтью, жировыми отходами. Так, микробные препараты *Экобел* и *Родобел* для очистки почвы и воды от нефти и продуктов ее переработки по деструктивной активности не уступают лучшему российскому аналогу Деворойлу (степень деградации алифатических и ароматических компонентов нефти 95 %), а по стоимости – в 5 раз дешевле. Их применение обеспечивает ликвидацию нефтяных загрязнений с уровнем загрязнения 10 кг/м² в срок до 5 месяцев.

Созданный научный задел (наличие коллекций бактерий – деструкторов нефти, нефтепродуктов и других стойких токсикантов, опыт разработки технологий очистки почвы и сточных вод от промышленных загрязнений) служит основой внедрения высокоэффективной системы природоохранных мероприятий как в республике, так и за рубежом.

В целом Институт вносит значительный вклад в развитие биотехнологической отрасли, выступая генератором новых научных идей и активно претворяя их в жизнь путем разработки и внедрения инновационной научно-технической продукции. Проводимые на молекулярном уровне исследования биохимии и генетики микроорганизмов - продуцентов биологически активных соединений, работы в области селекции и генно-инженерного конструирования штаммов с заданными свойствами, их направленного культивирования с целью использования в биосинтетических, биокаталитических, биосенсорных и природоохранных технологиях соответствуют Y и YI технологическим укладам и обеспечивают конкурентоспособность отечественной биотехнологической продукции. Созданное в Институте современное опытно-промышленное биотехнологическое производство осуществляет не только разработку оригинальных биотехнологий, но и организацию выпуска широкого спектра биопрепаратов различного назначения. Всего за период 2012-2016 гг. непосредственно на базе Института и при его научном сопровождении произведено и реализовано потребителю пробиотиков, кормовых добавок, биопестицидов, биоудобрений, ферментов и других биопрепаратов на общую сумму свыше 4 млн долл. США. В совокупности реализуемые мероприятия и исследования, направленные на расширение спектра услуг и организацию производства продукции на основе микробных технологий, служат основой развития биоэкономики Республики Беларусь.

Хрипач В.А., академик, д.х.н., профессор, **Литвиновская Р.П.**, д.х.н.
Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Беларусь;
khrpach@iboch.by

**ФИТОГОРМОНАЛЬНЫЕ СТЕРОИДЫ - УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРИРОДНЫЕ БИОРЕГУЛЯТОРЫ
И ОСНОВА ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**
тезисы пленарного доклада

Представлен анализ состояния работ по изучению и практическому использованию в растениеводстве новой группы растительных гормонов - brassinosteroidов, приведены данные о новых аспектах их сельскохозяйственного применения, подтверждающие их высокую эффективность и экологически дружественный характер действия.

State of the art analysis in the area of studying and practical use of a new group of plant hormones - brassinosteroids, in agriculture is presented. Also, recent data on new aspects of applications, which confirm their high efficiency and ecologically friendly character of action, are discussed.

Ключевые слова: Фитогормональные стероиды; биорегуляторы; экологическое земледелие.

Keywords: phytohormonal steroids; bioregulators; ecological farming.

Открытие фитогормональных стероидов (стероидных гормонов растений или brassinosteroidов) [1] в течение короткого периода времени привело к их практическому применению в растениеводстве [2; 3]. Учеными Института биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси разработаны и зарегистрированы первые в мировой практике агропрепараты на основе brassinosteroidов. Один из них - Эпин, создан на основе фитогормона эпибрасинолида в качестве активного ингредиента. Препарат действует в исключительно низких дозах (5-50 мг д.в. на гектар) и как природное вещество, широко распространенное в растениях, не конфликтует с окружающей средой. Физиологические эффекты brassinosteroidов не так узко специализированы, как в случае классических фитогормонов, иницируются гораздо меньшими дозами и имеют более глубокие отдаленные эффекты, проявляющиеся часто в нескольких последовательных поколениях растений. Препараты brassinosteroidов способствуют повышению урожайности и качества продукции, увеличению скорости прорастания, сокращению периода созревания, увеличению устойчивости растений в стрессовых условиях (засоление, засуха, пестицидная нагрузка, болезни и др.), повышению эффективности усвоения питательных веществ и фотосинтеза. На основе стероидного фитогормона гомобрасинолида разработан и разрешен к применению еще один агропрепарат Эпин Плюс (не путать с Эпином Экстра, который представляет собой контрафакт неизвестного состава, выпускаемый в РФ). Эпин Плюс имеет определенное сходство с Эпином по своим физиологическим эффектам, но действует с большей эффективностью в отношении некоторых сортов и условий. Аналогичный препарат был недавно также зарегистрирован в США.

В докладе будут представлены данные о новых аспектах применения фитогормональных стероидов в интересах экологического земледелия, открывающих широкие перспективы снижения экологической нагрузки на окружающую среду путем замены части традиционных пестицидов и минеральных удобрений фитогормональными препаратами.

Библиографические ссылки

1. *Khrpach V. A., Zhabinskii V.N., de Groot A* Brassinosteroids - A New Class of Plant Hormones // San Diego: Academic Press, 1999.
2. *Khrpach V, Zhabinskii V, de Groot A* Twenty Years of Brassinosteroids: Steroidal Plant Hormones Warrant Better Crops for the XXI Century // *Annals of Botany*. 2000. V. 86(3). P. 441-447.
3. *Khrpach V.A., Zhabinskii V.N., Khrpach N.B.* New practical aspects of brassinosteroids and results of their ten-year agricultural use in Russia and Belarus // *Brassinosteroids*. Edited by S. Hayat, A. Ahmad. Kluwer Academic Publishers. 2003. P 189-230.

Патыка Н.В. чл.-корр., д.с.-х.н., профессор, **Патыка Т.И.** д.с.-х.н.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина; ppatyka@gmail.com

АГРОИНЖЕНЕРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ КАК ОСНОВА СОВРЕМЕННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ

тезисы пленарного доклада

Рассматриваются научно-обоснованные подходы к изучению биологических (растительно-микробных) систем, значимость их разнонаправленных взаимодействий для формирования продуктивных агросистем. Развитие наукоемких биотехнологий и агроинженерных подходов дают возможность раскрыть механизмы и обеспечить новыми знаниями о формировании ризосферных взаимодействий систем. Акцентировано внимание на необходимости комплексных исследований относительно прогнозирования и управления биоразнообразием почвенной микробиоты.

Scientific-based approaches to the study of biological (plant-microbial) systems, the significance of their multidirectional interactions for the formation of productive agrosystems are considered. The development of science-intensive biotechnologies and agroengineering approaches make it possible to uncover mechanisms and provide new knowledge about the formation of rhizosphere interactions and systems. Attention is focused on the need for comprehensive research on the prediction and management of soil microbiota biodiversity.

Ключевые слова: растительно-микробные системы; ризосфера; биом; метагеном.

Keywords: plant-microbial systems; rhizosphere; biome; metagenome.

Введение

Оптимизация нормальной сбалансированной по содержанию (составу и биоразнообразию) функционально значимой микробиоты и уровня эффективного взаимодействия с растением в ризосфере является ключевым компонентом комплексного здорового эволюционного функционирования почвенного биома агроэкосистем. В условиях полного отсутствия и для преодоления методических ограничений в традиционных стратегиях земледелия становится очевидным введение наукоемкого биотехнологического управления экосистемами. Существует много положительных примеров оптимизации агроценозов, такие как индукция природных механизмов резистентности к стрессовым, антропогенным или патогенным факторам на фоне повышения полиморфизма и, соответственно, разного уровня функциональной направленности почвенной биоты. Применение общепринятых методических подходов контроля биологических систем аграрного использования на сегодня оказались неэффективными, поскольку их действие, в том числе и химический контроль, не может заменить и способствовать стимулированию эволюционных экологических процессов. Так, на сегодня целостный биологический подход является лучшей стратегией для эффективного технологического контроля почвенных биологических ресурсов через комплексную интеграцию биотехнологических, химических, физических подходов и технологий на основе их управления.

На сегодня научно доказана возможность реализации агроэкологических биотехнологий контроля фитопатогенов. Оценка особенностей систем возделывания сельскохозяйственных культур с учетом связей между методами, позволило учитывать комбинации ризосферных эффектов на изменения биомов, в том числе развитие различных вредителей и болезней. Такой научный подход свидетельствует о возможности комбинированного применения инновационных разработок с функциональными особенностями биологических систем благодаря их агроэкологическому и методическому обоснованию. Такие подходы на основе оптимизации природных мобилизованных ресурсов способствуют повышению биологических механизмов системной устойчивости растений к фитопатогенам. Однако

сейчас средства защиты растений практически не рассматриваются как фактор регулирования заселения микроорганизмами ризосферы.

Биотехнологический контроль ризосферы сегодня является неотъемлемой частью стадии проектирования систем выращивания сельскохозяйственных культур и, в первую очередь, должен базироваться на сочетании полифункционального разноуровневого растительно-микробного взаимодействия. Конструкция этих систем способна на уровне самоорганизации функционально регулировать стадии распространения и ингибировать патогены, а также основываться на принципах мобилизации и регуляции экологических процессов (стимуляция роста посевного материала, индукция системного иммунитета растений, биозащита ризосферы). Структура агроэкологической инженерии должна охватывать целостный подход, основой которого является ризосферные трофические функции.

Метагеном групп почвенных микроорганизмов значительно больше, чем сам геном растения, и по своим функциям в процессе формирования растительно-микробных систем расширяет геном растения практически вдвое. Растения и микроорганизмы в этих системах можно рассматривать как суперорганизм, который частично зависит от функциональных особенностей микробиома. Основным современным научным направлением является получение представления о природных механизмах, лежащих в основе формирования морфологических, физиологических, биохимических и других характеристик роста и развития растений в процессе онтогенеза. Следующей задачей науки будет расширение знаний взаимодействий в среде ризосферы.

Способность культур к контролю за формированием в ризосфере специфического, в частности антагонистического, пула микроорганизмов дает широкие перспективы для биотехнологического использования в растениеводстве, как это было показано на примере формирования системной устойчивости растений к патогенным микроорганизмам. На основе природных и биотехнологически сложившихся генотипов растений направлена селекция сельскохозяйственных культур за счет экссудации, аллопатично растительно-микробных систем с повышенной способностью к взаимодействию с конкретными функциональными микробными генотипами является мощным эффективным средством для повышения/сопротивления сельскохозяйственных культур к болезням и, в конце концов, будет иметь положительный экологический и продуктивный эффекты. Дальнейшее развитие селекции культурных сортов, которая проводится в направлении формирования эффективного растительно-микробного ассоциированного взаимодействия, позволит увеличить полиморфизм и количество вариантов селекции и критерии их отбора. Однако это требует разработки соответствующих концепций их разведения, которая учитывала бы оценку линий растительного материала на фоне повышенного взаимодействия с почвенным микробиомом. Следует отметить, что для этого понадобится много объединенных усилий ученых биотехнологов, селекционеров, генетиков, микробиологов и экологов для исследования механизмов формирования и функционирования этих взаимодействий.

Итак, прямой селекционный отбор для формирования ризосферных признаков остается исключительным малоэффективным элементом для современного аграрного производства, потому что на сегодняшний день недостаточно исследованы и раскрыты соответствующие механизмы их формирования (как целой системы и в течение онтогенеза или условий окружающей среды и т.д.). Перспективным видится развитие молекулярно-биологических исследований по маркерным и сигнальным признакам локусов генов интереса, влияющих на их формирование, и от которых функционально зависят эти растительно-микробные системы.

Библиографические ссылки

1. *Гадзало Я.М., Патыка Н.В., Заришняк А.С.* Агробиология ризосферы растений: монография. К.: Аграрнавука, 2015.

Demidchik V. C.Sc., D.Sc., Fellow of HE Academy, UK
Head of the Department of Plant Cell Biology and Bioengineering,
Department of Plant Cell Biology and Bioengineering, Biological Faculty,
Belarusian State University, Minsk, Belarus; *dzemidchyk@bsu.by

**PRIMARY MECHANISMS OF PLANT STRESS SIGNALING: AN INTERPLAY OF
REACTIVE OXYGEN SPECIES, CYTOSOLIC CALCIUM AND POTASSIUM**

Plenary Talking Points

Активные формы кислорода играют важные роли в физиологии растений. Они вовлечены в процессы роста, развития, регуляции биосинтезов и стрессовые ответы. Ионные каналы, которые имеют Цис.- и Гис.-содержащие центры, чувствительные к активным формам кислорода, способны воспринимать рост уровня H_2O_2 , запуская эффекты входа Ca^{2+} в цитоплазму и потери клетками K^+ .

Reactive oxygen species play critical roles in plant physiology. They are involved in growth, development, regulation of biosyntheses and stress responses. Ion channels, which have Cys- or His-containing ROS-sensitive moieties, can perceive increase of H_2O_2 level, triggering Ca^{2+} influx to the cytosol and loss of K^+ .

Ключевые слова: активные формы кислорода; кальций; калий; ионный канал; стрессовые ответы.

Keywords: reactive oxygen species; calcium; potassium; ion channel; stress responses.

Reactive oxygen species (ROS) are critically important for plants' life. ROS are produced by intracellular and extracellular mechanisms and accumulate in the cell wall (apoplast), where the antioxidant capacity is much lower than in cytosol. The moderate generation of ROS is involved in normal plant physiology and stress responses, but their overproduction, for example during severe environmental stress or damages, results in irreversible oxidative damage and dysfunction of cell components. Major systems generating ROS in plants include electron-transporting chains in organelles, NADPH oxidases, peroxidases and some specialized oxidases. In most cases, ROS generation leads to elevation of cytosolic free Ca^{2+} , the major second messenger in plant cells, transducing redox signals into genomic, metabolic or ion transport/cargo responses. This reaction relies on the presence of ROS-activated Ca^{2+} -permeable cation channels in the plasma membrane of higher plants. On the other hand, NADPH oxidases (enzymes producing ROS extracellularly) include the cytosolic EF-hand Ca^{2+} -binding motif, which is directly controlled by Ca^{2+} level in the cytosol. Overall, ROS sensitivity of Ca^{2+} influx systems and Ca^{2+} regulation of ROS production allow to propose a ROS- Ca^{2+} hub for generation and amplification of environmental stimuli. The question of sensing ROS by ROS-activated ion channels is still debated in plant physiology. Here, it is demonstrated that the plasma membrane ion channels transporting cations, such as Ca^{2+} and K^+ , may have specific His-containing moieties in their structure, which are prime targets of extracellular ROS. These systems can catalyze early and rapid sensing of ROS in plants involved in a multitude of physiological reactions, such as adaptation to stresses, control of photosynthesis, cell elongation and gravitropic responses. In the plasma membranes of lower and higher plants, ROS instantaneously activate two major classes of ion channels: Ca^{2+} -permeable nonselective cation channels (NSCCs) and K^+ outwardly-rectifying channels (KORs encoded by GORK). Activation of cation channels by ROS leads to dramatic influx of Ca^{2+} for signaling, developmental and nutritional needs and K^+ loss (electrolyte leakage) inducing autophagic and necrotic cell death. Ca^{2+} entry also rearranges actin cytoskeleton and modifies vesicular transport. ROS-activated ion channels reveal complex nature of activation, depending on the developmental stage and oxidative capacity of tested ROS. The transition metal binding centres have recently been identified in some members of cyclic nucleotide-gated channels, a subclass of NSCCs. These centers potentially produce hydroxyl radicals from H_2O_2 (Haber-Weiss reaction) directly in the channel's macromolecule. Mutations in ROS-sensitive moieties in K^+ efflux GORK channel leads to the decrease of ROS-sensing capacity, suggesting that distinct molecular groups are responsible for ROS sensing by ion channels. These moieties probably confer physiological properties related to ROS, such as programmed cell death and autophagy.

Жеребин П.М., ст. научн. сотр., **Крутяков Ю.А.**, ст. научн. сотр., к.х.н.
Лаборатория функциональных материалов для АПК, химического факультета МГУ
имени М.В. Ломоносова, г. Москва, РФ;
pmzher@gmail.com

**СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА, ЭЛИСИТОРЫ, ФУНГИБАКТЕРИЦИДЫ НА ОСНОВЕ
КОЛЛОИДНОГО СЕРЕБРА**
тезисы пленарного доклада

Стимулятор роста с фунгицидным и бактерицидным эффектом «Зеребра Агро» и фунгибактерицид «Зерокс» - первые в мире вышедшие на рынок средства защиты растений на основе серебра. Представлена история создания, механизм действия, основные характеристики и ключевые преимущества этих препаратов.

The plant growth stimulator "Zerebra Agro" with fungicidal and bactericidal effect, and fungibactericide "Zerex" are the first in the world marketed plant protection products based on silver. The history of creation, the mechanism of action, the main characteristics and key advantages of these preparations are presented.

Ключевые слова: «Зеребра Агро»; «Зерокс»; коллоидное серебро; элиситор; стимулятор роста растений; фунгицид; бактерицид; фитоалексин; иммунитет растений; этилен; ауксин; активные формы кислорода; фитопатоген.

Keywords: "Zerebra Agro"; "Zerex"; colloidal silver; elicitor; plant growth stimulator; fungicide; bactericide; phytoalexin; plant immunity; ethylene; auxin; active oxygen specie; phytopathogen.

История использования специфических противопатогенных свойств серебра насчитывает несколько тысяч лет, еще в древности использовали серебряную посуду для хранения воды, в Средневековье в медицине стали использовать нитрат серебра, в конце 19 века начали применять стабилизированные белками коллоидные растворы, в середине 20 века для лечения ожогов стали применять сульфодиазин серебра, а в конце XX – начале XXI века, в связи как с быстрым развитием нанотехнологий, так и с распространением устойчивых к антибиотикам штаммов, интерес к коллоидному серебру (стабилизированным дисперсиям наночастиц серебра) существенно вырос.

И, конечно, многие ученые исследовали активность коллоидного серебра против патогенных для растений бактерий и грибов, а также влияние серебра на метаболизм растений. Однако все эти исследования, давшие очень перспективные результаты, остались в пределах лабораторий, так как на пути создания коммерчески успешного и массового препарата на основе серебра стояли технологические трудности. Такой препарат должен быть прост в применении, дешев, стабилен в течение длительного времени, он должен иметь высокую концентрацию и быть совместимым в баковых смесях с любыми другими компонентами и с водой любого качества. Именно нашей научной группе с химического факультета МГУ, долгое время работавшей над технологиями химической модификации поверхностей раздела фаз, удалось успешно решить эти технологические проблемы и впервые в мире вывести серебро на рынок пестицидов и агрохимикатов.

«Зеребра Агро» - стимулятор роста с фунгицидным, бактерицидным, и элиситорным эффектом. Действующим веществом является 500 мг/л коллоидного серебра в водном растворе, поверхность частиц коллоидного серебра модифицирована водорастворимым полимером полигексаметиленбигуанида гидрохлоридом в концентрации 100 мг/л. Применяется как для foliarных обработок, так и для обработок посадочного материала – клубней и семян. Механизм фунгицидного и бактерицидного действия «Зеребра Агро» является комплексным, и реализуется по двум направлениям – прямому биоцидному воздействию серебра на патогены, и косвенному (элиситорному, иммунизирующему)

воздействию серебра на растение. При обработках посадочного материала, где используется 1 % раствор препарата, микробицидная активность, проявляемая Зереброй, в основном обусловлена непосредственным воздействием наночастиц серебра на клетки патогенов; а при фолиарных обработках, где используются в 10-30 раз меньшие концентрации, противопатогенное действие «Зеребры Агро» связано с иммунизирующей, элиситорной активностью серебра, которая вызывает увеличение содержания в тканях растения активных форм кислорода и увеличение образования фитоалексинов. Мощная противопатогенная активность «Зеребры Агро», позволяющая в ряде случаев не просто снизить дозировки используемых фунгицидов, но и вообще заменить обработки фунгицидами, является уникальным свойством этого продукта и выделяет его из всех других хороших регуляторов роста.

Механизм ростостимулирующего действия серебра также является сложным и многофакторным, и требует дальнейшего изучения. Однако известно, что совершенно определено, одним из главных факторов ростостимулирующего действия серебра является его селективное ингибирующее действие на Cu(I)-зависимые этиленовые рецепторы на поверхности клеток растения. Клетки перестают принимать сигнал от этилена – гормона старения, что способствует дополнительному продлению периода вегетации и увеличению урожайности. Также было обнаружено увеличение концентрации эндогенных ауксинов в тканях растения под воздействием обработок серебром, что вероятнее всего связано с также показанным в некоторых экспериментах ингибирующим действием серебра на некоторые ферменты, участвующие в окислительном метаболизме ауксинов. И характерная для ауксинов стимуляция развития корневой системы, и выраженное продление периода вегетации (при обработках «Зереброй Агро» на достаточно поздних сроках развития растения) постоянно наблюдаются в обширной практике коммерческого применения «Зеребры Агро» в разных регионах и на разных культурах. Механизм действия препарата является универсальным для всех высших растений, и поэтому для максимально раскрытия потенциала этого препарата в наших планах расширять уже весьма обширный список сельскохозяйственных культур, на которых зарегистрирован этот препарат. Ростостимулирующее действие «Зеребры Агро» включает в себя не только увеличение урожайности, и что сейчас особенно актуально, качества урожая, но и прекрасно проявляется на промежуточных стадиях развития растения, и обуславливающих, в итоге, хороший урожай. Увеличение всхожести, энергии прорастания, дружности всходов. Активное развитие листостеблевого аппарата, и особенно, корневой системы. Развитая вторичная система обуславливают отличную устойчивость обработанных «Зереброй Агро» растений к засухе, а в случае применения «Зеребры Агро» на бобовых развитая вторичная корневая система радикально увеличивает количество клубеньков с азотфиксирующими бактериями. Увеличивается фотосинтетическая активность листьев. Растения, обработанные «Зереброй» намного быстрее, в среднем – на неделю, выходят из «гербицидной ямы», стресса, вызванного гербицидными обработками.

Немаловажным преимуществом препарата «Зеребра Агро» является его безопасность для работников, потребителей сельскохозяйственной продукции, и окружающей среды. Препарат является водным раствором, относится к 4-ому классу опасности, LD определить не удалось по причине очень высокого значения, но 10000 мг/кг массы тела не привели к гибели ни одного животного. Также при проведении регистрационных токсикологических испытаний не было обнаружено раздражающего, sensibilizing, аллергенного, канцерогенного действия. Препарат безопасен для птиц, пчел, дождевых червей. Вносимое за одну обработку количество серебра – 50 мг/гектар в сотни раз меньше среднего фонового содержания серебра в плодородном слое почвы. Препарат может представлять некоторую опасность для водных организмов, но попадание его в водоемы при штатном использовании полностью исключено, так как положительно заряженные частицы модифицированного

коллоидного серебра очень активно адсорбируются на отрицательно заряженных компонентах почвы – частицы глины, песка, гуминовых веществ, и не фильтруются через почву в водоемы. Стоит отметить, что химические препараты, которые за счет воздействия на метаболизм растения, эффективно обеспечивают защиту от патогенов и стимуляцию роста в крайне малых и безопасных для окружающей среды применяемых дозах, одним из которых является «Зеребра Агро», являются, наряду с биологическими средствами защиты растений, перспективнейшим направлением для научного поиска и инструментом растениеводства будущего.

Фунгицид и бактерицид «Зерокс» - еще один препарат, разработанный нашей научной группой, разработанный не столько для профилактики, сколько для лечения тяжелых форм болезней растений, не для дополнения и усиления действия химических фунгицидов, а для их замены. Представляет собой водный раствор, коллоидную дисперсию отрицательно заряженных частиц серебра, с поверхностью, модифицированной биоразлагаемым аминокислотным поверхностно-активным веществом. Действующим веществом является коллоидное серебро в концентрации 3000 мг/л. Предназначен для обработки клубней картофеля, замачивания семян овощей, и для фолиарных обработок различных культур. Механизм действия препарата аналогичен механизму действия препарата «Зеребра Агро», но по причине значительно больших применяемых концентраций серебра (0,5 % - 1 % - для фолиарных обработок, 3 % - 5 % - для обработок посадочного материала), основной вклад в биологическую эффективность этого препарата вносит не элиситорное, иммунизирующее действие (как у «Зеребры Агро»), и именно прямое биоцидное воздействие частиц коллоидного серебра на клетки бактерий и грибов. Однако и элиситорное, и ростостимулирующее действие, обусловленные уникальными свойствами серебра, также присутствуют у этого препарата.

Главным преимуществом серебра, как фунгицида, является его универсальность по отношению к различным видам и к различным штаммам патогенов, и крайняя сложность возникновения резистентности, обусловленная неспецифичностью механизма фунгицидного действия – серебро может атаковать сразу несколько клеточных систем гриба или бактерии. Таким образом, серебро можно считать аналогом старых медьсодержащих препаратов, или, например, манкоцеба, но гораздо более эффективным, прогрессивным и безопасным аналогом – ведь самая максимальная вносимая доза коллоидного серебра, вносимая с препаратом «Зерокс», составляет 12 граммов на гектар, что на два порядка меньше, чем вносимые дозы тяжелых металлов вместе с медьсодержащими препаратами или манкоцебом. Из грибковых болезней, против которых препарат особенно эффективен, можно отметить ризоктониоз картофеля, серебристую паршу картофеля, антракноз, альтернариоз картофеля и томата, фитофтороз картофеля и томата, паршу яблони, фузариоз колоса, серую гниль земляники, фомоз, фомопсис, ржавчина, склеротиниоз подсолнечника и др.

Но действительно уникальным качеством «Зерокса» является его высокая бактерицидная активность, особенно актуальная на фоне распространения бактериозов растений, запрета применения антибиотиков в растениеводстве, и почти полного отсутствия эффективных и мощных средств защиты растений от бактериозов. Медь и ТМТД требуют больших и небезопасных для окружающей среды дозировок, но при этом демонстрируют биологическую эффективность ниже среднего, а некоторые препараты, представляющие собой культуральную жидкость различных, вырабатывающих антибиотики, микроорганизмов, несут с собой все минусы антибиотиков, из которых главный – специфичность действия и быстрое развитие резистентности.

«Зерокс» в тестах *in vitro* продемонстрировал высокую активность против таких бактерий, как *Pectobacterium carotovorum* (мягкая гниль картофеля и овощей), *Dickeya dianthicola* (черная ножка и мягкая гниль картофеля), *Agrobacterium tumefaciens* (корневой рак

плодовых, декоративных культур и винограда), *Xanthomonas vesicatoria* (черная бактериальная пятнистость томата), *Clavibacter michiganensis* (бактериальный рак томата и картофеля), *Xanthomonas campestris* (сосудистый бактериоз капусты и рапса), *Erwinia amylovora* (бактериальный ожог плодовых культур). В полевых условиях была показана высокая эффективность против комплекса бактериальных патогенов, вызывающих бактериальную пятнистость свеклы, и уникально высокая, не имеющая аналогов, эффективность против бактериального ожога яблони. В рамках борьбы с бактериальным ожогом препарат уже активно применяется, особенно в странах Средней Азии, где бактериальный ожог уже получил эпифитотийное распространение. Эффективность препарата «Зерокс» против бактериального ожога исследовалась во Всероссийском научно-исследовательском институте карантина растений, в международном центре по борьбе с бактериальным ожогом в университете г. Жироны (Испания), в Казахском НИИ защиты и карантина растений (г. Алматы). Биологическая эффективность препарата в борьбе с бактериальным ожогом составляет от 70 % (достаточно тяжелая форма развития болезни, массовое распространение, особо чувствительные сорта яблони или груша) до 95 % (легкая форма развития болезни, слабая распространенность, малочувствительные сорта яблони).

Безусловно, «Зерокс» в сравнении с «Зереброй Агро» создает большую нагрузку на окружающую среду, но она не идет ни в какое сравнение с тем воздействием, которое на окружающую среду, почву, и продукцию оказывают другие фунгициды и бактерициды неспецифического действия. Накопление действующего вещества в готовой продукции также контролировалось – для клубней картофеля оно оказалось ниже предела обнаружения ICP-MS, для яблок составило 10 мкг/кг, что в 5 раз меньше ПДК серебра для питьевой воды. Самой перспективной нишей, в которой препарат «Зерокс» может оказаться незаменим, является борьба с бактериозами, с карантинными, трудноискоренимыми болезнями, и со штаммами грибковых патогенов, выработавших резистентность к массово применяемым системным фунгицидам. Также препарат прекрасно проявит себя как антибактериальный компонент и как элемент антирезистентной программы в составе комплексной схемы фунгицидных обработок в сочетании с другими фунгицидами.

Алексеева К.Л.

Всероссийский НИИ овощеводства – филиал ФГБНУ Федерального научного центра овощеводства, г. Москва, РФ;
vniioh@yandex.ru

МНОГОЦЕЛЕВОЕ ДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТА ЦИРКОН НА КУЛЬТУРЕ ОГУРЦА ЗАЩИЩЁННОГО ГРУНТА

В условиях пленочных теплиц 3-ей световой зоны (Московская область) на культуре огурца исследовано действие препарата Циркон (д.в. комплекс гидроксикоричных кислот). Предпосевное замачивание семян в течение 3 часов (12,5 мл/л/1 кг семян) и трёхкратная обработка растений Цирконом (норма расхода 30 мл/га, расход рабочего раствора 300 л/га) обеспечили повышение качества рассады и увеличение общей урожайности на 18,6 % к контролю, повышение содержания витамина С в плодах на 37,5 % к контролю, снижение степени развития корневых гнилей огурца на 28,7–32,9 %, замедление темпов распространения листовых болезней. Обсуждаются механизмы многоцелевого действия Циркона

We investigated the role of Circon preparation, i.e. the complex of hydroxycinnamic acids as an active ingredient, in greenhouse culture of cucumber (Moscow region, the 3rd light zone). Presowing soaking of seeds in Circon solution for 3 hours (12.5 ml/l/1 kg of seeds) and three-time treatment of plants (with the rate of 30 ml/ha and the consumption of working solution up to 300 l/ha) provided improvement of quality of seedling and increase of the general productivity by 18,6 % compared to control. The content of vitamin C in fruits also increased by 27,5-37,5 % compared to control. Thus the development of root rot of cucumber decreased by 28.7–32.9 %. In general the spread of leaf diseases also slowed. The mechanisms of multi-purpose action of Circon preparation are discussed.

Ключевые слова: огурец защищенного грунта; болезни; препарат Циркон; фитоиммунитет.

Keywords: greenhouse cucumber culture; diseases; Circon preparation; phytoimmunity.

В настоящее время при выращивании тепличной овощной продукции широко применяются регуляторы роста, позволяющие стимулировать обменные процессы у растений и повышать их устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды, а также к болезням и вредителям. На культуре огурца защищённого грунта высокой эффективностью обладает препарат Циркон (разработчик и производитель АНО «НЭСТ М», г. Москва). Действующим веществом Циркона является комплекс гидроксикоричных кислот (ГКК), получаемый из растительного сырья. ГКК представляют собой серию *trans*-фенил-3-пропионовых кислот, широко распространённых в качестве конъюгатов в растительных организмах, и характеризуются полифункциональным действием. С одной стороны, они участвуют в биосинтезе ауксинов, обладающих высокой физиологической активностью, с другой стороны – индуцируют несколько сигнальных систем и защитных реакций растительных клеток. Универсальные свойства Циркона выражаются в том, что под влиянием этого препарата у растений не только активируются ростовые процессы (особенно корнеобразование и цветение), но и повышается адаптивность к абиогенным стрессам, а также формируется индуцированный иммунитет [1].

В многолетних опытах на культуре огурца защищённого грунта, проведенных на базе ВНИИО (Московская область, Раменский район), изучали влияние Циркона (0,1 г/л ГКК) на показатели качества рассады, распространённость болезней, урожайность и биохимический состав плодов. В процессе выполнения исследований, которые проводили в плёночной грунтовой теплице с использованием огурца партенокарпического гибрида F₁ Танечка селекции ВНИИО, были изучены различные варианты применения препарата. Лучшие

результаты были получены при замачивании семян в растворе Циркона в течение 3 часов (12,5 мл/л/1 кг семян) и последующих обработках растений: первая обработка - в фазу 2–4 настоящих листьев, вторая – в фазу бутонизации, третья – через 14 дней. Расход Циркона 30 мл/га, расход рабочего раствора 300 л/га. При постановке опытов и обработке данных использовали стандартные методы, принятые в овощеводстве защищенного грунта [2].

Как показали проведенные исследования, обработка семян препаратом Циркон повышала энергию прорастания в среднем на 15–18 % и всхожесть семян на 8–12 % к контролю. Отмечено положительное влияние Циркона (обработка семян + опрыскивание растений в фазу 2–4 настоящих листьев) на биометрические показатели рассады. В результате действия Циркона рассада огурца превосходила контроль по высоте на 2–2,5 см, по диаметру стебля – на 0,2 см, по среднему числу настоящих листьев на 1,1–1,3 шт., по площади ассимиляционной поверхности – на 88,5–92,3 см². Растения имели хорошо развитую корневую систему, без признаков поражения корневыми гнилями. На варианте с применением Циркона отмечено повышение выхода здоровой рассады с средним на 5–7 % по сравнению с контролем.

После высадки рассады в теплицу эти тенденции сохранились. Составляющие препарата Циркон ГКК быстро проникают в растительные клетки и активно включаются в биохимические реакции, что выражается в усилении фотосинтеза и дыхания растений, синтеза фитогормонов, активации транспорта ассимилянтов и в более лёгком поступлении питательных веществ к генеративным органам растений [3]. Обработки Цирконом ускоряли сроки массового цветения в среднем на 3 суток по сравнению с контролем, сроки массового созревания плодов – на 4–5 суток. За счёт стимуляции процессов роста и развития растений, урожайность огурца гибрида F₁ Танечка повышается на 1,8 кг/м² (18,6 % к контролю).

Условия микроклимата в пленочных теплицах характеризуются резкими перепадами дневных и ночных температур, повышенной влажностью воздуха, что оказывает стрессовое влияние на культуру огурца и способствует распространению болезней. Наиболее вредоносными среди них являются корневые гнили, мучнистая роса, пероноспороз и др. Обработки Цирконом задерживали сроки появления первых симптомов болезней в среднем на 7–10 дней, по сравнению с контролем, снижали степень развития корневых гнилей огурца в теплице на 28,7–32,9%, замедляли темпы распространения листовых болезней. Усиление защитных реакций растений под влиянием Циркона связано с увеличением образования лигнина и укреплением клеточных стенок, что препятствует проникновению патогенов в клетки растения-хозяина. Кроме того, препарат обладает некоторым фунгицидным действием и способен подавлять рост патогенов. Биохимические анализы показали, что обработки Цирконом способствуют повышению содержания витамина С в плодах огурца до 5,1–5,5 мг/%, что превышало этот показатель в контроле (4,0 мг/%).

По результатам исследований можно заключить, что препарат Циркон наряду с рострегулирующим действием, повышает адаптивность растений огурца к неблагоприятным условиям микроклимата, индуцирует фитоиммунитет, усиливает защитные реакции растений, проявляет фунгицидные свойства, увеличивает содержание витамина С в плодах огурца.

Библиографические ссылки

1. *Малеванная Н.Н.* Циркон – иммуномодулятор нового типа / Н.Н. Малеванная // Природный регулятор роста Циркон. Применение в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. М., 2010. С. 5–8.
2. *Литвинов С.С.* Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. М., 2011.
3. *Алексеева К.Л.* Механизм полифункционального действия препарата циркона / К.Л. Алексеева, Н.Н. Малеванная // Индуцированный иммунитет сельскохозяйственных культур – важное направление в защите растений: материалы Всеросс. науч.-практ. конф., Большие Вязёмы Московской обл., 15–16 ноября 2006 г. 2012. С. 68–69.

Арцименя С.Д.¹, Крутяков Ю.А.²

¹ Группа Компаний «Агрохимпром» г. Барнаул, РФ;
asd@zerebra-agro.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, РФ.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЗЕРЕБРЫ АГРО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Представлены результаты полевых и опытов на территориях Республики Беларусь, с использованием стимулятора роста растений с фунгицидным и бактерицидным эффектом "Зеребра Агро" на культурах яровая пшеница, яровой рапс, яровой ячмень, огурец защищённого грунта, томат защищённого грунта. Были разработаны агроприёмы применения стимулятора роста, отработаны дозировки применения, сроки внесения.

The results of field and field experiments on the territory of the Republic of Belarus with the use of a plant growth stimulant with the fungicidal and bactericidal effect of "Zerebra Agro" on crops spring wheat, spring rape, spring barley, cucumber of protected soil, tomato of protected soil are presented. Agro-methods of application of the growth stimulator have been developed, dosages of application, terms of application have been worked out.

Ключевые слова: Зеребра Агро; коллоидное серебро; яровые зерновые; томат; огурец; сахарная свекла; кукуруза.

Keywords: Zerebra Agro; colloidal silver; spring cereals; tomato; cucumber; sugar beet; corn.

Введение

Препарат Зеребра Агро был официально зарегистрирован как стимулятор роста в июле 2016 года в Республике Беларусь.

Он обладает свойствами стимулировать ростовые и биологические процессы растений, усиливать энергетический обмен в тканях, благодаря чему растения быстрее восстанавливают свои защитные функции. Фунгицидный и бактерицидный эффекты препарата проявляются в виде подавления и уничтожения патогенной микрофлоры.

Также к одним из главных достоинств Зеребра Агро относится свойство усиливать и пролонгировать действие химических фунгицидов, что позволяет существенно экономить за счет снижения их дозировки [1].

На сегодняшний день Зеребра Агро успешно применяется на яровых зерновых и томатах, сахарной свекле, кукурузе [2–8].

Материалы и методы

Зеребра Агро - стимулятор роста с фунгицидным эффектом на основе серебра. Действующее вещество - 500 мг/л коллоидного серебра + 100 мг/л полигексаметиленбигуанид гидрохлорида. Стимуляция роста растений проявляется в снижении негативного воздействия патогенной микрофлоры. Ускоряются восстановительные процессы и улучшается энергетический обмен в растительных тканях, а также включаются естественные защитные функции самого растения. За счёт укрепления иммунитета повышается устойчивость растений к стрессовым факторам: засухе, высоким температурам, заморозкам. Усиливается энергия прорастания и повышается всхожесть семян, активизируется развитие мощной корневой системы. Бактерицидный эффект связан с ингибированием и частичным уничтожением патогенной микрофлоры. Наночастицы серебра подвергаются медленному окислительному растворению в непосредственной близости от бактерий и грибов, вызывая гибель патогенов путём нарушения проницаемости клеточной мембраны и метаболизма микробной клетки.

Результаты и их обсуждение

На основании проведённых опытов можно отметить следующие полученные результаты (табл. 1, табл. 2).

Таблица 1. Влияние применения препарата Зеребра Агро на урожайность томата при выращивании в защищенном грунте (вторая ротация)

Варианты опыта	Урожайность, кг/м ²		Прибавка к контролю, кг/м ²	Средняя масса плода, г
	за первый месяц плодоношения	всего за ротацию		
Без применения препарата (контроль)	1,62	10,3	–	145,4
Эмистим, С (эталон)	1,8	11,7	1,4	159,2
Зеребра Агро	2,19	12,54	2,24	161,0
НСР ₀₅	0,24	0,95		11,01

Таблица 2. Влияние применения препарата Зеребра Агро на биометрические показатели и урожайность огурца при выращивании в защищенном грунте (первая ротация)

Варианты опыта	Длина плода, см	Масса плода, г	Урожайность, кг/м ²		Прибавка к контролю, %
			за первый месяц плодоношения	всего за ротацию	
Без применения препарата (контроль)	14,3	144	0,6	24,5	–
Эмистим, С (эталон)	14,5	150	0,65	26,55	8,3
Зеребра Агро	14,8	156	0,8	29,2	19,1
НСР ₀₅	0,38	11,36	0,12	1,98	

Библиографические ссылки

1. Новый препарат для стимуляции иммунитета и повышения продуктивности растений / В.Т.Алехин [и др.] // Защита и карантин растений. 2010. № 3. С. 44–46.
2. Бруй И.Г. Отчёт по биологической и хозяйственной эффективности регулятора Роста Зеребра Агро ВР на яровой пшенице в 2015 г.; НПЦ НАН Беларуси по земледелию.
3. Бруй И.Г. Отчёт по биологической и хозяйственной эффективности регулятора роста Зеребра Агро ВР на яровом ячмене в 2015 г.; НПЦ НАН Беларуси по земледелию.
4. Вакуленко В.В., Шаповал О.А. Регуляторы роста растений. Новые регуляторы роста в сельскохозяйственном производстве [Электронный ресурс] : <http://www.timacad.ru> (дата обращения: 21.04.2018).
5. Жуковский А.Г., Свидунович Н.Л. Отчёт о хозяйственной эффективности регулятора роста Зеребра Агро ВР на кукурузе в 2017 г.; РУП Институт Защиты Растений.
6. Малышко А.В., Жук И.С. Отчёт о биологической и хозяйственной эффективности регулятора роста Зеребра Агро на сахарной свекле; РУП Опытная научная станция по сахарной свекле.
7. Пугачёв Р.М., Скорина В.В., Почтовая Н.Л. Отчёт по биологической и хозяйственной эффективности регулятора роста Зеребра Агро ВР при выращивании томата в защищённом грунте 2015 г.; УО Белорусская Государственная Сельскохозяйственная Академия.
8. Пугачёв Р.М., Скорина В.В., Почтовая Н.Л. Отчёт по биологической и хозяйственной эффективности регулятора роста Зеребра Агро ВР при выращивании огурца в защищённом грунте 2015 г.; УО Белорусская Государственная Сельскохозяйственная Академия.

Безуглова О.С.^{1,2}, Горовцов А.В.^{1,2}, Полиенко Е.А.¹, Лыхман В.А.¹

¹Федеральный Ростовский аграрный научный центр, п. Рассвет, РФ; polienkoe468@gmail.com

²Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, РФ;

lola314@mail.ru

О МЕХАНИЗМАХ ВЛИЯНИЯ ВНЕКОРНЕВОЙ ОБРАБОТКИ РАСТЕНИЙ ГУМАТАМИ НА ПРОЦЕССЫ МОБИЛИЗАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ

Представлены результаты полевых опытов с гуминовым препаратом ВЮ-Дон в Ростовской области, проводившимися с различными культурами и на разных почвах. Показано, что гуминовый препарат влияет на содержание элементов питания и их динамику, как при внесении его в почву, так и при фолиарной обработке. При этом установлено достоверное влияние на процессы минерализации органического вещества в ризосферной зоне растений, что позволяет сделать вывод о регулировании биологической мобилизации фосфора растениями через корневые выделения и стимуляцию микробиологической активности.

The results of long-term field experiments with the humic preparation ВЮ-Don in the Rostov region, conducted with different crops and on different soils are presented. It is shown that the humic preparation affects the content of nutrient elements and their dynamics, both when introduced into the soil, and during foliar treatment. A reliable change in the mineralization of the organic matter in the rhizosphere of plants has been established, which leads to a conclusion that the biological mobilization of phosphorus by plants is regulated through the roots and stimulates microbiological activity.

Ключевые слова: гуминовый препарат; элементы питания; ризосферный эффект.

Keywords: humic preparation; food elements; rhizosphere effect.

Введение

Комплексный характер воздействия гуминовых веществ на почву и растения обуславливает разработку и апробацию различных видов гуминовых удобрений (ГУ) и препаратов (ГП), и разные способы их использования. В зависимости от способа получения и свойств они могут позиционироваться как удобрения, и как почвенные мелиоранты. В этом случае рекомендуется непосредственное внесение ГУ в почву. В препаративном виде гуматы чаще применяются для внекорневой обработки растений, и здесь они проявляют себя как средство, регулирующее поступление элементов питания в растения, либо как стимулятор роста растений и адаптоген. Влияние гуматов на растения при фолиарном использовании изучено довольно подробно [1], однако процессы, происходящие при этом в почве, остаются мало исследованными.

Материалы и методы

Исследования вели в Ростовской области на черноземах – обыкновенном карбонатном (Protocalcic Chernozem) и южном (Calcic Chernozem), темно-каштановой почве (Mollic Kastanozems). Культуры – подсолнечник, кукуруза, сахарная свекла, однако большинство полевых опытов проводили на озимой пшенице, так как в Ростовской области эта культура возделывается на площади около 2 млн. га, занимая ведущее место в структуре посевных площадей. Регион находится в зоне недостаточного увлажнения, поэтому здесь актуально применение гуматов, повышающих устойчивость растений к неблагоприятным по увлажнению условиям среды. Работу вели с экстрактом из биогумуса – гуминовым препаратом ВЮ-Дон, в составе которого содержатся гумусовые кислоты (в среднем 2,24 г/л). Препарат разбавляют до оптимальной концентрации по углероду (0,001 %) и производят обработку почвы или растений. Эффективность применения биопрепарата оценивалась по динамике элементов питания, по численности микроорганизмов методом посева на питательные среды [2], по урожайности. Отбор почвенных проб, определение содержания элементов питания в почве проводили согласно ГОСТ, вели учет урожая и математическую обработку данных [3].

Результаты и их обсуждение

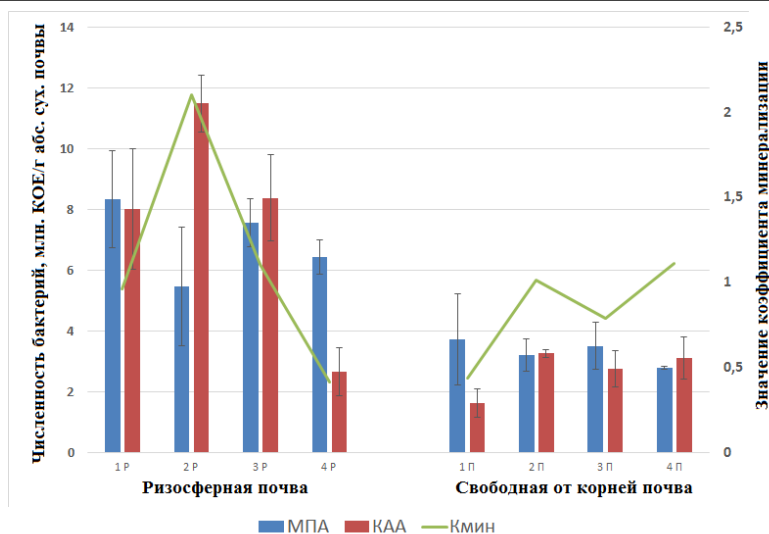
Внесение гуминового препарата в почву и обработка им растений влияет на содержание и динамику элементов питания в почве (табл.).

Содержание подвижных элементов питания в черноземе обыкновенном карбонатном при использовании гуминового препарата ВЮ-Дон, мг/кг

Вариант	Фаза развития пшеницы во время отбора образцов почвы							
	посев		кущение		начало цветения		молочная спелость	
	М	±	М	±	М	±	М	±
N-NH₄								
1.Фон (Ф)	4,65	-	22,90	-	14,14	-	10,47	-
2.Ф+ГП в почву	3,81	-0,84	22,93	+0,03	12,59	-1,55	12,06	+1,59
3.Ф+ГП в почву+ лист 1	3,80	-0,85	21,93	-0,97	12,75	-1,39	12,55	+2,08
4.Ф+ГП в почву+ лист 2	4,24	-0,41	24,87	+1,97	16,78	+2,64	13,10	+2,63
НСР ₀₅		0,77		3,43		2,40		2,19
P₂O₅								
1.Фон (Ф)	21,84	-	21,44	-	19,10	-	13,86	-
2.Ф+ГП в почву	18,39	-3,45	22,94	-1,5	15,05	-4,05	14,88	+1,02
3.Ф+ГП в почву+ лист 1	20,46	-1,38	24,28	+2,84	14,97	-4,13	13,86	0
4.Ф+ГП в почву+ лист 2	24,08	+2,24	23,21	+1,77	14,56	-4,54	15,51	+1,65
НСР ₀₅		3,09		2,65		2,25		2,03
K₂O								
1.Фон (Ф)	385,66	-	359,31	-	320,27	-	314,41	-
2.Ф+ГП в почву	351,64	-34,02	369,42	+10,11	303,54	-16,73	322,94	+8,53
3.Ф+ГП в почву+ лист 1	370,35	-15,31	386,28	+26,97	303,54	-16,73	326,35	+11,94
4.Ф+ГП в почву+ лист 2	382,26	-3,4	398,07	+38,76	326,92	+6,65	357,06	+42,65
НСР ₀₅		8,21		6,18		7,51		7,34

Влияние биопрепарата на содержание элементов питания зависит от способа его использования и фазы развития растений. Наиболее благоприятно для почвенного плодородия сочетание предпосевного внесения в почву с двукратной обработкой посевов по листу (вар.4). На этом варианте наблюдается наиболее высокое содержание элементов питания на протяжении всего вегетационного периода. Однако в производственных условиях на фермерских полях ГП использовали только для фолиарной обработки, но и в этом случае наблюдается увеличение содержания подвижного фосфора, причем под разными культурами, а для озимой пшеницы и при возделывании на других почвах: черноземе южном и темно-каштановой почве. В период наиболее активного потребления элементов питания (начало цветения) на вариантах с гуминовым препаратом по сравнению с фоном отмечены достоверное снижение содержания в почве фосфора и калия, тенденция к снижению аммиачного азота. Это свидетельствует о повышенном выносе элементов питания растениями, что подтверждается весомыми прибавками урожайности: при использовании препарата ВЮ-Дон прибавка урожайности озимой пшеницы составила от 6,9 на варианте 2 до 12,8 ц/га на варианте 4, то есть до 35 % по сравнению с фоном.

Применение гуминового препарата ВЮ-Дон на посевах сельскохозяйственных культур провоцирует активизацию микроорганизмов в ризосфере (рис.). Наблюдается усиление минерализации при внесении гуматов в почву. Снижение коэффициента минерализации при фолиарной обработке растений отражает активизацию корневой секреции. Это способствует переводу органического азота в минеральную форму, и труднодоступных форм фосфора в подвижные формы, что мы и наблюдаем в данном эксперименте. Вне ризосферы отмечена стимуляция аминоавторофных бактерий во всех вариантах.



Влияние обработки ГП на процессы минерализации органического вещества

В условиях дефицита фосфора, свойственного карбонатным черноземам, это является одним из факторов оптимизации питания растений. В литературе причины увеличения доступности фосфора рассматриваются с разных позиций. Так, высказывается мнение, что гуматы, связывая ионы кальция, магния и алюминия, препятствуют образованию нерастворимых фосфатов, поэтому растёт вынос фосфора растениями [4]. Однако такой механизм возможен только при внесении достаточно высоких доз ГУ. При использовании ГП, когда дозировки предельно малы, этот механизм повышения доступности фосфорных соединений сомнителен, на высококарбонатных черноземах он невозможен. Известно, что условия в корнеобитаемом слое почвы, в значительной степени, определяются воздействием корневых систем растений. Растения в ходе своей жизнедеятельности через корневые системы постоянно воздействуют на почву, активно изменяя ее состав и свойства непосредственно через корневые выделения и опосредованно через обитающую в корнеобитаемом субстрате микрофлору, изменяя тем самым интенсивность биохимических процессов в ней [5]. Состав и интенсивность корневых выделений определяется спецификой растений, их фазой развития, составом и свойствами почвы, а также зависит от различных внешних воздействий на растения, влияющих на его физиологию [6]. Следовательно, растения, развивающиеся под влиянием обработок гуматом более интенсивно, способны и более активно регулировать процессы мобилизации фосфора. Вероятнее всего, этот же механизм осуществляется и при других способах использования гуминовых удобрений, так как низкие дозировки удобрений при внесении в почву не влияют ни на pH среды, ни на другие параметры плодородия почвы. Активация процессов перехода труднорастворимых фосфатов в подвижные формы идет через стимулирование растениями микробиологической активности. Следовательно, это стимулирование может осуществляться как непосредственно гуминовыми препаратами, так и корневыми выделениями растений.

Библиографические ссылки

1. *Горовая А. И., Орлов Д. С., Щербенко О. В.* Гуминовые вещества. Киев, 1995.
2. *Методы почвенной микробиологии и биохимии / И. В. Асеева [и др.].* М.: Изд-во МГУ, 1991.
3. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985.
4. *Дмитриченко Е. Ф.* Влияние гуминовых препаратов на формирование продуктивности и качества картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве: дисс. ... к. с.-х. н., Пенза, 2009. .
5. *Иванов В. П.* Растительные выделения и их значение в жизни фитоценозов. М.: Наука, 1973.
6. *Хомяков Ю. В.* Роль корневых выделений растений в формировании биохимических свойств корнеобитаемой среды: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб, 2009.

Боровикова П.Д.¹, Русских И.А.²

¹УО «Республиканский центр экологии и краеведения», г. Минск, Беларусь;
ecology@eco.unibel.by

²Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;
russkikh@bsu.by

ИЗУЧЕНИЕ АЗОТФИКСИРУЮЩЕЙ И ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БАКТЕРИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Засоление городских почв противогололедными реагентами и в этой связи ослабление и гибель городских зеленых насаждений является серьезной проблемой для коммунального хозяйства многих крупных городов умеренной климатической зоны. Повышению устойчивости многолетних растений в городах способствует комплекс мероприятий по уходу за насаждениями. Среди таких мероприятий важная роль принадлежит улучшению почвенных условий, направленных на элиминацию остатков противогололедных реагентов и создание комфортной для растений среды. Улучшению городских почв может способствовать внесение микробных препаратов на основе азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий, а также микробного комплекса с фитостимулирующей активностью.

Salinization of urban soils with anti-ice reagents and the weakening and destruction of urban green spaces is a serious problem for the communal economy of many large cities in the temperate climate zone. Some measures like eliminating the remnants of anti-ice reagents and creating a comfortable environment for plants can improve the situation. Improvement of urban soils by complex of bacteria with nitrogen fixation and phosphate mobilization activities, also with ability for plants stimulation, can be an effective way to prevent high level of plants damage.

Ключевые слова: бактерии; азотфиксация; мобилизация фосфатов; засоление, рост растений, стимуляция

Keywords: nitrogen fixation bacteria, phosphate mobilization, salinity, plant growth, stimulation

Введение

Ежегодно, с наступлением весны в крупных городах Беларуси наблюдается повреждение зеленых насаждений. Основной причиной этого является внесение противогололедных реагентов, которое приводит к ухудшению плодородия почв, нарушению различных процессов в почве и растениях[1–3].

В Республике Беларусь в качестве противогололедных материалов наиболее часто применяют смесь технической поваренной соли с песком или хлорид натрия в чистом виде. Этот способ является наиболее эффективным и экономически выгодным. Однако часть солей, не попавшая при таянии снега в ливневую канализацию или не вывезенная вместе со снегом, попадает в почву. Это зачастую приводит к значительному ухудшению состояния придорожных насаждений.

Так как замена традиционных противогололедных материалов менее вредоносными альтернативами не всегда является экономически выгодной, мы полагаем, что следует сосредоточить поиск решения этой проблемы в снижении засоленности почв и в повышении сопротивляемости растений неблагоприятным факторам урбанизированной среды.

Целью нашего исследования является изучение комплекса бактерий по их способности к фиксации азота, мобилизации фосфатов и стимулировать рост и развитие растений, повышать их устойчивость при культивировании в городской почве.

Материалы и методы исследования

С целью проведения эксперимента из различных образцов почв были отобраны и изучены бактерии, способные к азотфиксации и фосфатмобилизации. Также из растений и семян пшеницы были отобраны бактерии, стимулирующие рост проростков.

В качестве городской почвы были использованы образцы почв г. Минска, отобранные из придорожной зоны в декабре 2017 г. после внесения противогололедных реагентов.

В работе использовались стандартные микробиологические методы и методы оценки фитотоксичности почв.

Результаты и их обсуждение

Для создания рабочей коллекции мы изучили более 200 штаммов бактерий, выделенных из почвы и растений. Для оценки азотфиксирующей активности бактерий мы проводили их культивирование на среде Эшби. Наличие роста бактерий свидетельствовало об азотфиксирующей активности. В результате штаммы М8, В3, В4, В6, В7, В8, №16, №22, №15, R151, R31, R13, R3, R18, R11, R5, R9, R10, R28 показали активный рост. Фосфатмобилизующие бактерии мы отбирали на среде Муромцева. При инкубировании в термостате при 28°C в течение 4 суток, ряд штаммов (например, R13, 26 и В3) показали высокую способность к мобилизации фосфора. Для проверки способности бактерий растворять гипс (с целью ускорения вымывания из почвы ионов хлора и натрия) мы культивировали штаммы рабочей коллекции на среде М9 с добавлением гипса и без источника растворимого кальция и сульфата. В результате, мы обнаружили, что некоторые штаммы активно способствуют его растворению: R13(зона просветления среды 1,4 см), R38 (1,2), R5 (1,2), R10 (1), R38 (1,2), R15 (0,7), В3(0,6), М8(0,6).

Обнаружение фитостимулирующего эффекта у бактерий проводили путем инокуляции семян пшеницы штаммами и последующим проращиванием семян на чашках Петри и в стеклянных банках. Наиболее сильной фитостимулирующей активностью обладали штаммы №24, №26, №7, М7, М6, Э28, Э6.

Многофакторный эксперимент (20 вариантов, включая контроли) с использованием стандартного и городского грунта, с внесением гипса и без, с использованием выделенных лучших штаммов бактерий (№15 – лучший азотфиксатор, R13 – лучший фосфатмобилизатор и Э6 – лучший фитостимулятор) по-отдельности и в комплексе показал, что при внесении в городскую почву гипса и всех 3 штаммов наблюдается существенное увеличение высоты растений. Таким образом, ряд изученных бактерий может стать основой комплексного микробного биопрепарата, направленного на улучшение состояния городских насаждений.

Библиографические ссылки

1. *Азовцева Н.А.* Влияние солевых антифризов на экологическое состояние городских почв: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.27; МГУ им. М.В. Ломоносова фак. почвоведения. М., 2004.
2. *Хомич В.С., Кукарка С.В., Кухарчик Т.И.* Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси; под ред. В.С. Хомича. Минск : РУП «Минсктиппроект», 2004.
3. *Хомяков Д.М., Чекулаева Е.А.* Воздействие хлоридных противогололедных реагентов на засоление почв // *Агроэкологическая оптимизация земледелия*; Всерос. науч.-исслед. ин-т земледелия и защиты почв от эрозии. Курск, 2004. С. 505-508.

Британ Т.Ю.¹, Пирог А.В.²

¹ Черниговский национальный политехнический университет, г. Чернигов, Украина;
britan.tetiana@gmail.com

² Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства
НААН, г. Чернигов, Украина;
altrockman1986@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ УДОБРЕНИЙ

Представлены результаты исследований почвенно-микробиологических процессов в черноземе выщелоченном при выращивании картофеля на различных агрофонах. При внесении в почву органических удобрений в виде навоза, соломы, сидеральной массы люпина и их сочетания с минеральными удобрениями происходят существенные изменения в составе микробиоты, изменяется направленность биологических процессов. Органические удобрения, а также их сочетание с минеральными, способствуют оптимизации формирования сообществ почвенных микроорганизмов, течению биологических процессов в почве и положительно сказывается на урожайности картофеля.

There are the results of field experiments on leached chernozem using mineral, organic and organic-mineral fertilizers on potato culture. It is established that when organic fertilizers are applied to the soil in the form of manure, straw, sideral mass of lupine and their combination with mineral fertilizers, significant changes occur in the composition of the microbiota, and the direction of the biological processes changes. The effect of organic fertilizers, including their combination with mineral fertilizers, contributes to the optimization of the formation of groups of soil microorganisms, the flow of biological processes in the soil and positively affects the yield of potatoes.

Ключевые слова: картофель; удобрения; азотфиксация; денитрификация; трансформация органического вещества; численность микроорганизмов.

Keywords: potatoes; fertilizers; nitrogen fixation; denitrification; transformation of organic matter; number of microorganisms.

Введение

К одному из важнейших факторов, определяющих уровень почвенного плодородия, относится органическое вещество почвы и, главным образом, гумус. Однако в условиях интенсивного ведения земледелия с использованием высоких норм минеральных удобрений при дефиците свежего органического вещества в почве значительно усиливаются процессы минерализации органического вещества. В результате теряются многие ценные качества почв, что негативно отражается на их плодородии в целом. В связи с этим разработка путей сохранения стабильного уровня содержания гумуса в почве является актуальной задачей сельскохозяйственной науки [1; 2]. При этом для понимания векторов деструкции свежего органического вещества и синтеза гумуса необходимым является учет направленности отдельных микробиологических процессов в почве в зависимости от технологических факторов.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2015-2017 гг. в полевом стационарном опыте Института сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН в черноземе выщелоченном в условиях короткоротационного севооборота (картофель - ячмень яровой - горох - пшеница озимая) в агроценозах картофеля.

Варианты удобрения картофеля : 1. Без удобрений; 2. Солома; 3. Промежуточный сидерат; 4. Навоз; 5. Солома + сидерат; 6. Навоз + сидерат; 7. $N_{40}P_{40}K_{40}$; 8. Солома + сидерат + $N_{40}P_{40}K_{40}$; 9. $N_{80}P_{80}K_{80}$; 10. Солома + сидерат + $N_{80}P_{80}K_{80}$; 11. $N_{120}P_{120}K_{120}$; 12. Солома + сидерат + $N_{120}P_{120}K_{120}$; 13. Навоз + $N_{40}P_{40}K_{40}$; 14. Навоз + сидерат + $N_{40}P_{40}K_{40}$.

Численность аммонификаторов, микроорганизмов, усваивающих преимущественно минеральные соединения азота, азотфиксаторов, денитрификаторов и микроскопических грибов определяли по соответствующим методикам [3; 4]. Потенциальную активность азотфиксации, а также потенциальную активность денитрификации в почве определяли ацетиленовым методом [3].

Результаты и их обсуждение

Применение органических удобрений положительно сказывается на развитии азотфиксаторов - их количество возрастает в 4,5-6,0 раз. Невысокая и средняя в опыте нормы минеральных удобрений также способствуют росту численности диазотрофов в почве, и особенно – в сочетании с органическими фонами. Высокая норма туков приводит к снижению развития азотфиксирующих бактерий в течении всего вегетационного периода, что свидетельствует о ее избыточности для агроценоза. В то же время, внесение $N_{120}P_{120}K_{120}$ по фону органических удобрений способствует восстановлению численности азотфиксаторов. Это свидетельствует об улучшении экологической ситуации в данных условиях, поскольку развитие и функции азотфиксаторов ограничиваются при избыточном количестве минерального азота в почве. Данный вывод подтверждается результатами определения потенциальной нитрогеназной активности.

При определении количества денитрификаторов не отмечено увеличение численности представителей данной эколого-трофической группы микроорганизмов при внесении соломы. Небольшое увеличение их количества в почве наблюдается в вариантах с использованием сидеральной массы и при ее сочетании с соломой. Применение навоза способствовало интенсивному развитию денитрифицирующих микроорганизмов. Это свидетельствует об активной минерализации органического вещества и высвобождении минеральных соединений азота, часть из которых при определенных обстоятельствах может быть использована денитрификаторами как источник углерода и азота (для обеспечения как ассимиляционной, так и диссимиляционной нитратредукции). Анализ потенциальной денитрифицирующей активности почвы коррелирует с данными численности денитрификаторов. Применение минеральных удобрений совместно с сидеральной массой и соломой способствует снижению активности процесса биологической денитрификации по сравнению с показателями вариантов, где вносили только минеральные удобрения в соответствующих нормах.

Численность аммонификаторов обуславливается наличием свежего органического вещества в почве. Так, их количество при сочетании минеральных и органических удобрений, возрастает по сравнению с показателями соответствующих вариантов с применением только туков в 1,8 – 2,6 раза. В то же время, увеличение численности аммонификаторов по сравнению с контролем в вариантах с использованием только минеральных удобрений может свидетельствовать о минерализации сложных органических соединений, в т. ч. и гумуса (при дефиците в почве свежего органического вещества).

Определение численности микроорганизмов, усваивающих преимущественно минеральные соединения азота, свидетельствует об увеличении их количества во всех исследуемых вариантах, особенно под воздействием навоза, примененного как отдельно, так и совместно с сидератом и минеральными удобрениями.

В вариантах с минеральными агрофонами рост пула иммобилизаторов минерального азота на фоне незначительного количества аммонификаторов свидетельствует об усилении минерализационной функции микробного ценоза, что подтверждается увеличением

коэффициентов минерализации-иммобилизации в фазу цветения картофеля от 1,86 при норме $N_{40}P_{40}K_{40}$ до 2,42 при норме $N_{120}P_{120}K_{120}$. В то же время, действие соломы и сидерата, примененных по фонах минеральных удобрений, обеспечивало снижение негативных последствий интенсификации азотного удобрения картофеля. В этих условиях коэффициенты минерализации-иммобилизации составляли 1,20 при норме $N_{40}P_{40}K_{40}$ и 1,23 при внесении $N_{120}P_{120}K_{120}$.

При отдельном использовании соломы и сидерата, увеличение количества микроорганизмов, которые ассимилируют преимущественно минеральные формы азота, по сравнению с другими вариантами было незначительным. Однако коэффициент минерализации-иммобилизации был ниже, чем в контроле и составлял в фазу цветения 1,60 – 1,36 соответственно, что может свидетельствовать об интенсификации процессов иммобилизации (синтеза).

Принимая во внимание вышеприведенные результаты учета численности микроорганизмов и характер протекания процессов азотфиксации и денитрификации, можно утверждать об усилении иммобилизационных процессов при использовании органо-минерального удобрения.

Влияние исследуемых факторов сказалось на урожайности картофеля. Применение всех исследованных норм минеральных удобрений обеспечило достоверные приросты урожайности культуры. Однако использование туков по фону органических удобрений способствовало получению существенно большей урожайности. Так, при внесении $N_{40}P_{40}K_{40}$ прирост урожая к показателям контроля составил 16,3 %, а использование этой же нормы туков по фону соломы и сидерата обеспечило получение прибавки на уровне 84,5 %; при средней в опыте норме минеральных удобрений ($N_{80}P_{40}K_{80}$) урожайность культуры увеличилась на 95,3 %, а сочетание ее с органическим агрофоном - на 158,1 %. Такие же особенности прослеживаются и для самой высокой в опыте нормы туков. Использование только минеральных удобрений способствовало получению 32,5 т / га урожая картофеля, а при сочетании с органическим фоном урожайность дополнительно выросла еще на 6,6 т / га.

Внесение невысокой в опыте нормы минеральных удобрений по фону применения навоза, и особенно по фону действия навоза и промежуточного сидерата обеспечило прирост урожая картофеля на уровне 17,1 и 19,9 т / га соответственно.

Таким образом, действие органических удобрений, в т. ч. их сочетание с минеральными, способствует оптимизации формирования сообществ почвенных микроорганизмов, направленности биологических процессов в черноземе выщелоченном и положительно сказывается на урожайности картофеля. С экологической точки зрения нежелательно применять минеральные удобрения при дефиците свежего органического вещества в почве, поскольку при этом повышаются газообразные потери азота и возрастает активность минерализационных процессов.

Библиографические ссылки

1. Заришняк А.С., Цвей Я.П., Іваніна В.В. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту в сівозмінах / за ред. А.С. Заришняка. К.: Аграрна наука, 2015.
2. Матюк Н.С., Селицкая О.В., Солдатова С.С. Роль сидератов и соломы в стабилизации процессов трансформации органического вещества в дерново- подзолистой почве // Известия ТСХА. 2013. Вып. 3. С. 63–74.
3. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: Монографія / В. В. Волкогон, [та ін.]; за наук ред. В. В. Волкогона. К. : Аграр. наука, 2010.
4. Методы почвенной микробиологии и биохимии / И.В. Асеева [и др.]; под ред. Д. Г. Звягинцева. М. : МГУ, 1991.

Бруякин С.Д., Шибайло В.С., Пырко А.Н., Сяхович В.Э.

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Беларусь;
pyrko@yandex.ru

СИНТЕЗ И ИСПЫТАНИЕ НА ПЕСТИЦИДНУЮ АКТИВНОСТЬ ЕНАМИНОПРОИЗВОДНЫХ ЦИКЛИЧЕСКИХ β -ДИ- И β -ТРИКЕТОНОВ

*Целью данной работы является синтез и испытание на пестицидную активность енаминопроизводных циклических β -ди- и β -трикетон, которые могли бы стать основой средств защиты растений. Исследованные соединения получены из димедона. Пять синтезированных соединений были испытаны на некоторые виды инсектицидной (против *Toxoptera graminum*, *Musca domestica*, *Meloidogyne incognita*, *Heliothis virescens*, *Diabrotica undecimpunctata howardi*, *Caenorhabditis elegans*), фунгицидной (против *Drechslera*, *Erysiphe*, *Puccinia*, *Peronospora*) и гербицидной активности (против *Amaranthus retroflexus*, *Brassica rapa*, *Abutilon theophrasti*, *Alopecurus myosuroides*, *Avena fatua*, *Echinochloa crus galli*). Три соединения проявили инсектицидную активность против *Toxoptera graminum*, одно - против *Meloidogyne incognita*. Только одно соединение из пяти проявило фунгицидную активность против *Erysiphe*.*

*The purpose of of this work is the synthesis and testing for pesticidal activities of enamino derivatives of cyclic β -di and β -triketones which could become the basis the basis of plant protection products. The substances investigated were obtained from dimedone. Five synthesized compounds were tested for certain types of insecticide (against *Toxoptera graminum*, *Musca domestica*, *Meloidogyne incognita*, *Heliothis virescens*, *Diabrotica undecimpunctata howardi*, *Caenorhabditis elegans*), fungicidal (against *Drechslera*, *Erysiphe*, *Puccinia*, *Peronospora*) and herbicidal (against *Amaranthus retroflexus*, *Brassica rapa*, *Abutilon theophrasti*, *Alopecurus myosuroides*, *Avena fatua*, *Echinochloa crus galli*) activities. Three synthesized compounds have shown promising insecticidal activities against *Toxoptera graminum*, one – against *Meloidogyne incognita*. One compound showed antifungal activity against *Erysiphe*.*

Ключевые слова: енаминомоно- и дикетоны; синтез; пестицидная активность.

Keywords: enamino mono- and diketones; synthesis; pesticidal activity.

Введение

Циклические β -ди- и β -трикетоны и их производные являются основой экологически безопасных гербицидов, в частности, препарата «сетоксидим» [1; 2]. Наличие нескольких карбонильных групп в этих соединениях позволяет эффективно использовать их в синтезе разнообразных гетероциклических структур с анальгетической, противопаразитической, антимикробной, противоопухолевой и другими важными видами активности [3]. Кроме того, соединения такой структуры распространены в природе [4].

Целью данных исследований явился синтез и исследование на пестицидную активность некоторых енаминопроизводных циклических β -ди- и β -трикетон.

Материалы и методы

Синтез веществ. Исходным соединением для синтеза енаминокетона 2 и енаминодикетон 4-7 явился 5,5-диметилциклогесан-1,3-дион (димедон) 1. Соединение 2 было получено двухкомпонентным взаимодействием димедона с фенилаланином, соединения 5-7 – трехкомпонентным взаимодействием димедона, ортомуравьиного эфира, фенилаланина, β -аланина и серина соответственно. Синтез циклогексаноизоксазола 4 осуществили в две стадии. Ацилированием димедона получили β -трикетон 3, взаимодействием которого с гидроксилами синтезировали соединение 4 (рис.).

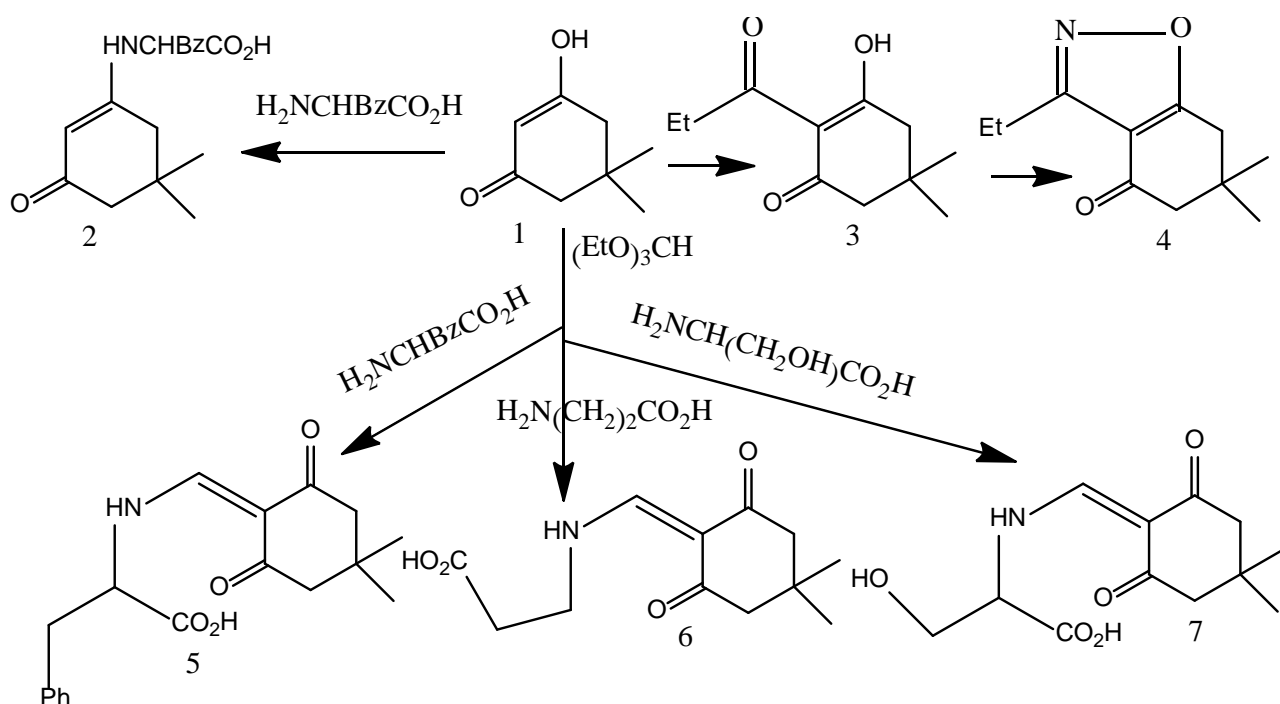


Схема синтеза соединений 2,4-7

Биологические испытания. Пестицидные испытания включали определение инсектицидной, фунгицидной и гербицидной активности. Испытание грибов на растениях проводилось путем распыления веществ на растения и включали следующие патогенные грибки: *Drechslera*, *Erysiphe*, *Puccinia*, *Peronospora*. Эффективность действия соединения определялась в сравнении с необработанными растениями.

Насекомые-вредители основной фактор потери урожая сельскохозяйственных культур. Инсектицидная активность соединений (Ia-f) была исследована против следующих насекомых: *Toxoptera graminum*, *Musca domestica*, *Meloidogyne incognita*, *Heliothis virescens*, *Diabrotica undecimpunctata howardi*, *Caenorhabditis elegans*.

Гербицидная активность соединений проводилась против следующих растений: *Amaranthus retroflexus*, *Brassica rapa*, *Abutilon theophrasti*, *Alopecurus myosuroides*, *Avena fatua*, *Echinochloa crus galli*.

Результаты и их обсуждение

Ни одно из пяти исследованных веществ не проявило гербицидной активности, четыре соединения показали инсектицидную активность, одно - фунгицидную. Результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования позволяют считать перспективным поиск в этом экологически безопасном ряду соединений с фунгицидной и инсектицидной активностью

Таблица 1. Данные результатов исследования инсектицидной активности синтезированных соединений

Организм, стадия метоморфоза	Растение	Количество дней	Доза	Единицы измерения	Соединение, биологический эффект				
					2	4	5	6	7
Toxoptera graminum, mixed	sorghum	6	0.1	ppm	3	3	1	1	3
Musca domestica, pupae	-	6	1.0	ug/well	1	1	1	1	1
Meloidogyne incognita, J2	-	5	5.0	ppm	1	1	3	1	1
Heliothis virescens, egg	-	8	0.6	ug/well	1	1	1	1	1
		6			1	1	1	1	1
Diabrotica undecimpunctata howardi, egg	cucumber	6	0.3	ppm	1	1	1	1	1
Caenorhabditis elegans, mixed	E. coli	7	5.0		1	1	1	1	1

Примечание: 1 – процент гибели насекомых спустя указанное количество дней после обработки в пределах 0-29%;
3 – процент гибели насекомых в пределах 30-69%;
5 – процент гибели насекомых в пределах 70-100%.

Таблица 2. Данные результатов исследования противогрибковой активности синтезированных соединений

Соединение	доза, ppm	Название грибка и результаты испытания			
		<i>Drechslera</i>	<i>Erysiphe</i>	<i>Puccinia</i>	<i>Peronospora</i>
2	100.00	0	0	0	0
4	100.00	0	0	0	0
5	100.00	0	0	0	0
6	100.00	50	0	0	0
7	100.00	0	0	0	0

Примечание: 100 – Продукт активен. В этом случае ингибируется более чем на 80% развитие грибка;
50 – Продукт умеренно активен. В этом случае ингибирование развития грибка находится в пределах 50% - 80%;
0 – Соединение не активно. В этом случае ингибируется менее чем на 50% развитие грибка.

Библиографические ссылки

1. Рубинов Д.Б., Лахвич Ф.А., Рубинова И.Л. Экологически безопасные гербициды ряда циклогексан-1,3-дионов // Земляробства і ахова раслін. 2006. № 4. С. 33–35.
2. Лахвич Ф.А., Рубинов Д.Б., Рубинова И.Л. Синтез изоксазолсодержащих аналогов сетоксида // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі, Серыя хімічных навук. 2010. № 2. С. 77–83.
3. Исакова В.Г., Хлебникова Т.С. Химия фторзамещенных β-дикетонов и их производных // Успехи химии. 2010. Т. 79. № 10. С. 929–955.
4. Синтез 2-ацилциклопентан-1,3-дионов с насыщенной C₉ – C₂₂ ацильной цепью / И.Г. Васильева [и др.] // Докл. НАН Беларуси. 2016. Т. 60. № 4. С. 73–77.

Бурыгин Г.Л.¹, Евсеева Н.В.¹, Красова Ю.В.¹, Каргаполова К.Ю.², Сигида Е.Н.¹, Ткаченко О.В.²

¹ Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, г. Саратов, РФ; burygingl@gmail.com

² Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, РФ; oktkachenko@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ НА РАСТЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ КЛЕТОК БАКТЕРИЙ РОДА *AZOSPIRILLUM*

В данной работе показано, что поверхностные компоненты клеток бактерий рода Azospirillum (липополисахариды (ЛПС) и флагеллины жгутиков) обладают биологической активностью по отношению к растениям. При этом особенности структуры бактериальных биополимеров способствуют успешной колонизации растений микроорганизмами. В экспериментах с микроклонами картофеля и пшеницы в условиях in vitro выявлено стимулирование раствором ЛПС азоспирилл развития корней растений, сопоставимое с положительным влиянием бактериальной суспензии. Также ЛПС повышал выход регенерантов из каллусов пшеницы. Флагеллин же азоспирилл, хотя и оказывает ингибирующее действие на развитие растений, но негативный эффект значительно слабее действия флагеллинов других ризосферных бактерий и непродолжительный во времени.

In this work, it is shown that the surface components of bacterial cells of the genus Azospirillum (lipopolysaccharide (LPS) and flagellin of flagella) have biological activity on plants. In this case, the peculiarities of the bacterial biopolymer structure contribute to the successful colonization of plants by microorganisms. In experiments with potato and wheat microclons under in vitro conditions, the promotion of the plant root system development by the LPS solution was found to be comparable to the positive effect of the bacterial suspension. Also, LPS increased the yield of regenerants from wheat callus. Azospirillum flagellin, although it has an inhibitory effect on the development of plants, but the negative effect is much weaker than the action of flagellins from other rhizosphere bacteria and is short in time.

Ключевые слова: ризосферные бактерии; *Azospirillum*; липополисахарид; флагеллин; микрорастения.

Keywords: rhizospheric bacteria; *Azospirillum*; lipopolysaccharide; flagellin; microplants.

Введение

Бактерии рода *Azospirillum* являются признанной моделью в изучении взаимодействия растений с ростстимулирующими ризобактериями [1] и активно применяются как составная часть многих микробных препаратов, используемых в растениеводстве разных регионов мира [2]. Несмотря на то, что эта группа бактерий способна к активной азотфиксации, основным механизмом положительного влияния на растения является регуляция уровня фитогормонов в организме-хозяине [1]. В успешном формировании ассоциативного растительно-микробного симбиоза важную роль играют поверхностные биополимеры бактериальной клетки: липополисахариды (ЛПС), флагеллины, капсульный материал [3]. В 1999 г. впервые было продемонстрировано влияние молекул бактериальных флагеллинов на растения [4]. Позднее нами был выявлен ауксин-подобный эффект бактериальных ЛПС на проростки пшеницы [5]. В связи с этим, целью данной работы стало изучение биологической активности ЛПС и флагеллинов полярных жгутиков бактерий рода *Azospirillum* на растения в сравнении с действием бактериальных клеток.

Материалы и методы

Исследования проводили на микрорастениях картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Кондор и пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Саратовская 29 в условиях *in vitro*. Препараты бактериальных ЛПС и флагеллинов, а также бактериальную суспензию азоспирилл, вносили либо при черенковании растений, либо к 10-ти суточным микрорастениям. Определение митотического индекса и экспрессии целевых генов осуществляли через сутки после внесения агентов, а морфометрические параметры растений измеряли через 10, 20 и 30 дней.

Результаты и их обсуждение

Анализ морфометрических параметров растений, обработанных растворами ЛПС бактерий *Azospirillum brasilense*, *Rhizobium leguminosarum*, *Pectobacterium atrosepticum* и *Escherichia coli* показал различное действие препаратов на рост растений. Стимулирующее действие ЛПС выявлено на длину и количество корней, наиболее выраженное для ЛПС штаммов *A. brasilense* Sp7 и Sp245 (+20–30% от необработанных растений). Уровень стимуляции развития корневой системы растений оказался сопоставим и достоверно неотличим от действия бактериальных суспензий соответствующих штаммов при инокуляции 10^6 кл/мл.

Флагеллин полярных жгутиков бактерий рода *Azospirillum* вызывал незначительное ингибирование роста растений в первую декаду культивирования и ускорение ростовых процессов (компенсаторный рост) во время второй половины эксперимента. Следует отметить, что действие флагеллинов азоспирилл на растения было менее выраженным по сравнению с влиянием флагеллинов других ризосферных бактерий и описанным в литературе действием флагеллинов фитопатогенов [4].

Определение митотического индекса корневых меристем выявило статистически достоверное повышение показателя во всех опытных вариантах (от 15 до 80 %), несмотря на стимулирующее действие ЛПС и ингибирующее флагеллина. Этот феномен мы связываем с ускорением вхождения в митоз меристематических клеток растений под влиянием и ЛПС, и флагеллина, с последующей задержкой G1-фазы в случае обработки флагеллином.

Методом *rtPCR* у растений картофеля после 24 часов действия флагеллина установлено существенное повышение уровня экспрессии липоксигеназы (фермент синтеза жасмоновой кислоты), в то время как под влиянием ЛПС повышалась экспрессия *PR1*-гена (участник синтеза салициловой кислоты) и понижалась *IAA43*-гена (конъюгация ауксина), что говорит о различных путях регуляции реакций фитоиммунитета и уровня фитогормонов в растениях бактериальными биополимерами.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №16-04-01444-а.

Библиографические ссылки

1. Pereg L., de-Bashan L.E., Bashan Y. Assessment of affinity and specificity of *Azospirillum* for plants // Plant Soil. 2016. V. 399 (1-2). P. 389–414.
2. Cassán F., Diaz-Zorita M. *Azospirillum* sp. in current agriculture: from the laboratory to the field // Soil Biol. Biochem. 2016. V. 103. P. 117–130.
3. Reinhold-Hurek B., Hurek T. Life in grasses: diazotrophic endophytes // Trends Microbiol. 1998. V. 6 (4). P. 139–144.
4. Gómez-Gómez L., Felix G., Boller T. A single locus determines sensitivity to bacterial flagellin in *Arabidopsis thaliana* // Plant J. 1999. V. 18 (3). P. 277–284.
5. Effect of *Azospirillum brasilense* Sp245 lipopolysaccharide on the functional activity of wheat root meristematic cells / N.V. Evseeva [et al.] // Plant Soil. 2011. V. 346 (1-2). P. 181.

Власенко Н.Г.¹, Теплякова О.И.¹, Халиков С.С.²

¹Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства СФНЦА РАН, Краснообск, РФ; vlas_nata55@mail.ru

²Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова РАН, Москва, РФ; salavatkhalikov@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ КОМПЛЕКСНЫМ ПРЕПАРАТОМ НА ОСНОВЕ ТЕБУКОНАЗОЛА

*Успешное развитие сельскохозяйственного производства требует привлечения в практику защиты растений инновационных препаратов комплексного действия. Одними из таковых являются протравители, в которых реализуется принцип рационального использования пестицидов для защиты растения от семенной, почвенной и, частично, аэрогенной инфекции. Проведены исследования по разработке многофункционального протравителя на основе тебуконазола (ТБК) методами механохимии. Для модификации свойств ТБК использован полисахарид ламинария и при этом получена композиция с увеличением растворимости ТБК в 2,5 раза. Эта композиция полностью оздоравливала посевной материал от грибов *B. sorokiniana*, *Fusarium spp.* И успешно контролировала корневую гниль, а также способствовала большему наращиванию биомассы надземной части растений, лучшей выживаемости и формированию более высокорослых растений, что в итоге привело к увеличению урожайности на 0,3 т/га.*

*Successful development of agricultural production requires the use of innovative preparations of complex action in the practice of plant protection. One of those is protectants, in which the principle of rational use of pesticides is implemented to protect the plant from seed, soil and, in part, aerogenic infection. Studies were carried out on the development of a multifunctional protectant based on tebuconazole (TBC) by using of mechanochemistry methods. To modify the properties of TBC, a laminar polysaccharide was used, and a composition was obtained with an increase in the solubility of TBC by a factor of 2.5. This composition completely revitalized the inoculum from fungi *B. sorokiniana*, *Fusarium spp.* and successfully controlled root rot, and also contributed to a greater build-up of the biomass of the aerial parts of plants, better survival and the formation of taller plants, which ultimately led to an increase in yield by 0.3 tonnes / ha.*

Ключевые слова: протравители; тебуконазол; полисахарид ламинарии; механохимия; яровая пшеница; яровой ячмень.

Keywords: protectants; tebuconazole; laminaria polysaccharide; mechanochemistry; spring wheat; spring barley.

Введение

Необходимость минимизации воздействия биотических стрессоров оптимизационными и регуляторными возможностями агротехнологий обусловлена как неравноценной сортовой устойчивостью к воздействию фитопатогенных организмов, так и вновь разработанными компонентами защиты растений, и, в первую очередь, – химической природы. Их научно-обоснованное применение на яровой пшенице нивелирует экологические и экономические риски и способствует устойчивому развитию зернопроизводства [1]. Очевидно, что эффективность пестицидов зависит не только от природы действующего вещества (ДВ) и его активности, но и от правильного выбора препаративной формы [2], сохраняющей полезные свойства действующего вещества, стабильность рабочих растворов, обеспечивающей качество нанесения и прилипаемости на обрабатываемую поверхность. Поиск и разработка эффективных препаративных форм, очевидно, должны развиваться на основе адаптации общих методологических и методических принципов исследований, новых наноматериалов, методов, технических средств и нанотехнологий. И применение этих подходов будут способствовать улучшению препаративных форм пестицидов, которые должны отвечать трем основным критериям – эффективностью, экономичностью и экологической безопасностью для окружающей среды. Учитывая, что большинство биологически активных соединений относят к классу плохо- или нерастворимых в воде и физиологически активных средах [3], нами для увеличения

растворимости таких препаратов нами предложен метод совместной механохимической обработки таких ДВ с водорастворимыми полимерами [4]. Полученные при этом твердые дисперсии обладают повышенной растворимостью в воде, что предполагает увеличение биологической активности этих композиций.

Цель исследований – оценить влияние обработки семян яровой пшеницы и ярового ячменя композицией состава ТБК:ламинария (1:10) на фитосанитарное состояние семян и растений, а также почвы и их продуктивность.

Материалы и методы

Композицию ТБК:ламинария=1:10 (условно обозначенную «ТЛ») готовили путем механообработки исходных компонентов в валковой мельнице, в которой реализуются силы ударно-стирающего типа [4].

Испытания композиции ТЛ проведены в лабораторных и полевом экспериментах на семенах яровой пшеницы сорта Омская 36 и ярового ячменя сорта Ача. Изучали влияние обработки семян на уровень оздоровления посевного материала, подавления развития обыкновенной корневой гнили (возбудители – *Bipolaris sorokiniana* Shoem. (syn. *Helminthosporium sativum* Pam., King et Bakke, грибы рода *Fusarium*).

Уровень оздоровления семенного материала при протравливании изучаемыми композициями определяли методом рулонов [5]. В полевых условиях определяли эффективность обработки семян в подавлении развития корневой гнили на растениях яровой пшеницы [6].

Результаты и их обсуждение

Методом рулонов было показано, что зараженность семян пшеницы возбудителями обыкновенной корневой гнили в контроле составила 17,0 (*B. sorokiniana*), 13,0 %, (*Fusarium* spp.) и 61,0 % (*Alternaria* spp.). Из плесеней хранения выделялись только грибы *Penicillium* spp. – 9 %. Эффективность обработки Раксилем и ТЛ была на одном уровне и достигала – 82,3 (*B. sorokiniana*) и 23-30,7 % (*Fusarium* spp.). Рост грибов *Penicillium* spp. (контроль – 9 %; Раксил и ТЛ -3%) подавлялся на 66,7%. Зараженность семян ячменя *B. sorokiniana* в контроле достигала 33 %. На этой культуре ТЛ был эффективен против гельминтоспориозной инфекции (биологическая эффективность (БЭ) = 93,6 %; Раксил = 75,8 %).

В полевых условиях из обработанных ТЛ семян развивались растения с более здоровой корневой системой. Фитосанитарный эффект обуславливался высеваемой культурой (доля влияния фактора (V) = 54,8 – первичные корни; 48,9 % – вторичные корни). Эффективнее защищались первичные корни у пшеницы и слабее – у ячменя. В первом случае биологическая эффективность ТЛ составила 66,9, втором – 32,1 % (Раксил – 54,0 и 33,7 %). Эффективность ТЛ ослабевала к концу кушения: частота встречаемости растений пшеницы с пораженными вторичными корнями в варианте ТЛ (13,3%) относительно эталона (Раксил = 5,0%) возрастала в 2,6 раза, но оставалась ниже, чем в контроле (18,3 %) – в 1,4 раза. Вторичные корни ячменя полностью защищал Раксил. Эффективность композиции ТЛ несколько уступала эталону, но оставалась высокой – 83 %.

Пораженность колеоптиле в варианте с обработкой семян ТЛ снижалась до 2,5 и 9,2 % (пшеница и ячмень; контроль 30 и 25,8 %), биологическая эффективность достигала 91,7 и 64,3 %. У ячменя колеоптиле поражался в меньшей степени, если при посеве использовали семена, протравленные Раксилем. В этом случае биологическая эффективность возрастала до 74 %. На пшенице защитный эффект ТЛ был сопоставим с эффектом от Раксила (биологическая эффективность = 90,3 %).

К фазе молочной спелости пшеницы в варианте с обработкой семян ТЛ распространенность корневой гнили была ниже на 29 %, чем в контроле (96 %; Раксил = 72 %). Индекс развития болезни достигал 18,3 %, что ниже контрольного показателя (26,3 %; Раксил 19,8 %) в 1,4 раза. Основания стебля пшеницы в варианте ТЛ оставались более здоровыми (1,2 раза), чем в контроле. Показатель распространенности болезни в посевах ячменя (97 %) не отличалось от такового в контроле (99 %), но интенсивность поражения в варианте ТЛ (31,5%; Раксил - 32,0 %) снижалась в 1,2 раза. Количество растений ячменя со здоровым основанием стебля в варианте ТЛ (37 %) превышало контрольный показатель (58 %) в 1,5 раза.

Защищенные композицией ТЛ растения в обе фазы развития интенсивнее наращивали биомассу надземной части растений. В отличие от эталона, ТЛ не оказывал ретардантного эффекта на изучаемые культуры. Высота растений пшеницы и ячменя в опытном варианте достоверно превышала контроль как в фазе трех, так и пяти листьев. Биомасса растений, защищенных от почвенно-семенной инфекции новым комплексом, увеличивалась, как относительно эталона (на 9,0 и 17,5 – пшеница; на 23,4 и 15,2 % – ячмень, соответственно фазам), так и контроля (на 27,4 и 9,1 % – пшеница; на 49,2 и 33,6 % – ячмень). К фазе налива у растений пшеницы и ячменя, выросших из семян обработанных ТЛ, площадь флаг-листа (13,2 и 17,0 см²) достоверно превышала контрольный показатель (11,7 и 15,7 см²; НСР05 = 0,29 и 0,17; V = 96,6 и 98,4 %).

Композиция ТЛ обеспечила лучшую выживаемость растений пшеницы (на 9,7%) и ячменя (на 17,8 %) в сравнении с контролем. Густота стояния растений пшеницы и число продуктивных стеблей в опытном варианте (453 и 679; контроль = 386 и 452 шт./ м²; НСР05 = 21,8 и 22,5; V= 88,2 и 98,7 %) увеличивалась на 14,3 и 50,2 %. Посевы в варианте с протравливанием семян пшеницы Раксилон были более разреженные (401 шт./м²) и слабее (в 1,5 раз), чем в варианте ТЛ, кустились. Аналогичная эффективность обработки семян композицией ТЛ получена и у ячменя, которая способствовала достоверному увеличению числа растений (493, контроль = 404 шт./м²; НСР05= 9,29; V = 98,6 %) и продуктивных стеблей (781, контроль = 540 шт./м²; НСР05 = 13,3; V = 99,6 %) на 1 м² посева. Показатели в варианте с Раксилон были существенно ниже.

Из обработанных композицией ТЛ семян формировались более высокорослые растения (на 11,3 % – пшеница; на 15 % – ячмень). У растений пшеницы и ячменя достоверно увеличивались все показатели структуры продуктивности, за исключением числа колосков в главном колосе ячменя. Масса зерна главного колоса пшеницы увеличивалась на 12 %, боковых – на 75,5 %; на ячмене – на 12,6 и 13,1 %. Масса зерна 1 растения пшеницы по сравнению с контролем увеличивалась на 41,5, ячменя – на 30,5 %. У обеих культур при применении нового фунгицидного комплекса на семенах повышалась крупность зерна – у пшеницы на 1,6, ячменя – 1,8 г.

Таким образом, изучение эффективности предпосевной обработки семян мягкой яровой пшеницы и ярового ячменя композицией ТЛ показало, что препарат полностью оздоравливает посевной материал от фитопатогенов *B. sorokiniana*, и *Fusarium* spp., на первых этапах органогенеза мягкой яровой пшеницы, снижает распространение обыкновенной корневой гнили в 3,5, интенсивности поражения растений в 5,5 раза. Препарат повышает рост и накопление биомассы растениями, продуктивной стеблестой, зерновую продуктивность колоса, и в итоге – сбор зерна увеличился с 1 га посевов мягкой яровой пшеницы на 0,28 т/га, ярового ячменя – на 0,3 т/га.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-29-05835).

Библиографические ссылки

1. *Кирюшин В.И.* Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. М.: КолосС. 2011.
2. *Тропин В.П.* Прогрессивные формы пестицидных препаратов и методы их внедрения // Защита и карантин растений. 2007. 6. С. 32–33.
3. *De Jong W.I., Born P.I.A.* Drug delivery and nanoparticles: Applications and hazards.// Inter. J. Nanomedicine. 2008. Vol. 3. № 2. P. 133–149.
4. Применение арабиногалактана для улучшения технологических и биологических свойств протравителей зерновых культур / С.С. Халиков [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. 2015. №5. С. 591–599.
5. ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М.: Стандарт информ. 2011.
6. *Тепляков Б.И.* Методика учёта корневой гнили требует усовершенствования // Защита и карантин растений. 2004. №7. С. 32–33.

Войтка Д.В., Юзефович Е.К., Бородич А.В.

РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси, п. Прилуки, Беларусь;
d.voitka@tut.by

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНОКУЛЯНТ РЕСОЙЛЕР ДЛЯ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ПОЧВЫ

Разработан новый инновационный продукт – микробиологический инокулянт Ресойлер для оздоровления почвы и повышения продуктивности агробиоценозов, включающий штаммы микроорганизмов с высокой антагонистической и целлюлозолитической активностью. Представлены результаты разработки технологии получения препарата, изучения его фитотоксичности, подбора эффективной концентрации и оценки биологической эффективности.

An innovative product – the microbiological inoculant Resoiler for soil sanitation and increasing the productivity of agrobiocenoses, which includes strains of microorganisms with high antagonistic and cellulolytic activity was developed. The results of development of the inoculants formulation, assessment of its phytotoxicity, the selection of effective concentration and the evaluation of biological effectiveness are presented.

Ключевые слова: микробиологический инокулянт; Ресойлер; *Trichoderma*; оздоровление почвы; эффективность.

Keywords: microbiological inoculants; Resoiler; *Trichoderma*; soil sanitation; effectiveness.

Введение

Интенсификация приемов возделывания сельскохозяйственных культур приводит к сдвигу баланса между почвенными микроорганизмами в сторону накопления большого количества комплекса фитопатогенов и токсинообразователей. При этом снижается биологическая активность почвы, проявляются симптомы почвоутомления, заключающиеся в снижении продуктивности растений. Оздоровление почв имеет фундаментальное значение в оптимизации и стабилизации общего фитосанитарного состояния агроэкосистем. Применение способов химической защиты не может рассматриваться как прием, способствующий повышению почвенной супрессивности (насыщению полезными микроорганизмами) и оздоровлению почв [1]. Поэтому использование микроорганизмов, обладающих антагонистическими и целлюлозолитическими свойствами, является выходом из создавшейся ситуации. Грибы рода *Trichoderma* за счет высокой антагонистической и ферментативной активности широко используются в мировой сельскохозяйственной практике для биоремедиации почвы, снижения пораженности болезнями и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур [2–4].

Материалы и методы

Разработку технологии получения и применения микробиологического инокулянта Ресойлер проводили путем постановки специальных экспериментов в условиях лабораторных, вегетационных и полевых опытов. В серии биотехнологических экспериментов изучено влияние технологических параметров культивирования на ростовые показатели отобранных штаммов грибов *Trichoderma* spp. – основы микробного инокулянта.

Подбор эффективной концентрации препарата Ресойлер, оценку его фитотоксичности, влияние обработки почвы микробиологическим инокулянтom на пораженность растений корневой гнилью проводили в условиях вегетационного эксперимента на культурах салата, ячменя ярового и огурца.

Полевые исследования на культуре пшеницы яровой мягкой сорта Дарья проведены в условиях опытного стационара при агротехнике культуры, общепринятой для возделывания в Беларуси. Оценены распространенность и развитие болезней, рассчитана

биологическая эффективность, проведены биометрические исследования, определены элементы структуры урожая.

Почвенные микробиологические исследования и определение фитосанитарного состояния почвы проводили согласно подходам, изложенным у Ledingham R.J. (1955), Зеновой Г.М. и др. (2002), Чулкиной В.А. и др. (2009) [5-7].

Целлюлозолитическую активность микробного инокулянта определяли в полевых экспериментах согласно Звягинцеву Д.Г. (1991) [8].

Результаты и их обсуждение

Штаммы грибов р. *Trichoderma* – основы микробиологического инокулянта Ресойлер – выделены в естественных биоценозах из почвы с растительными остатками, подвергшимся разложению в природных условиях, и не являются генетически модифицированными организмами.

В ходе исследований изучена антагонистическая и целлюлозолитическая активность штаммов, вегетативная совместимость, морфологические и культуральные свойства, определены питательные среды для наработки чистой культуры и хранения отобранных штаммов для получения микробиологического инокулянта Ресойлер. Антагонистическая активность отобранных штаммов грибов р. *Trichoderma* варьировала в отношении гриба *F. oxysporum* от 66,7 до 69,4 %, *F. graminearum* – 57,5-63,8 %, *Rizoctonia solani* – 60,7-65,5 %, *Alternaria* spp. – 65,3-82,4 %.

В ходе проведенных биотехнологических исследований установлено, что оптимальной температурой для штаммов *Trichoderma* spp. – основы препарата Ресойлер – является +25°C, рН среды – 5,5. Подобран оптимальный состав питательной среды для получения препарата в условиях жидкофазного глубинного культивирования, включающий органические компоненты и минеральные соли, позволяющий получать препарат с титром не менее 1 млрд спор/мл.

Оценка фитотоксичности микробиологического инокулянта показала отсутствие отрицательного эффекта препарата в концентрациях 0,5-5,0 %. Ростостимулирующий эффект отмечен при использовании препарата в концентрациях 1,0 и 2,0 %.

В вегетационных опытах по оценке влияния обработки почвы различными концентрациями инокулянта на пораженность корневой гнилью зерновых (ячмень яровой сорта Ксанаду) и овощных культур (огурец *F₁* Мурашка) на искусственном инфекционном фоне показано положительное влияние препарата. На ячмене яровом длина проростка увеличилась на 13,1-25,0 %, корешка – 59,2-78,0 % в вариантах с концентрацией препарата 1,0 и 2,0 % соответственно. Всхожесть семян на ячмене яровом повышалась на 60,0 %, на огурце – на 69,0%. Биологическая эффективность препарата Ресойлер составила 75,0 % в опыте с ячменем яровым и 92,8 % – на огурце. Количество пораженных проростков было меньше на 31,1 % в опыте с ячменем яровым и на 45,8 % – на огурце. Анализ полученных результатов позволяет рекомендовать для применения с целью оздоровления почвы и повышения ее продуктивности микробный инокулянт в 2,0 %-ной концентрации.

Применение препарата Ресойлер в полевых условиях способствовало снижению в почве инфекционной нагрузки гриба *Bipolaris sorokiniana* на 12,5 %, в контроле количество жизнеспособных спор увеличилось 2,5 раза, встречаемость фитопатогенных грибов в варианте с микробиологическим инокулянтом Ресойлер была меньше в сравнении с контрольным вариантом, отмечено уменьшение количества микромицетов *Fusarium* spp. на 11,2 %, *B. sorokiniana* – на 10,9 %, *Alternaria* spp. – на 3,8 %, Микробный инокулянт способствовал увеличению доли грибов р. *Trichoderma* в ризосфере пшеницы яровой более чем в 5 раз, в контроле на естественном фоне доля микромицетов р. *Trichoderma* увеличилась всего в 1,6 раза за счет аборигенных видов.

Анализ полученных результатов изучения целлюлозолитической активности препарата Ресойлер в полевых опытах показал высокую интенсивность разложения целлюлозосодержащего субстрата – на момент окончания эксперимента через три месяца интенсивность деструкции была на уровне 54,4 %, что было на 32,9 % выше, чем в контрольном варианте.

Полученные результаты полевых экспериментов свидетельствуют о положительном влиянии микробиологического препарата Ресойлер на продуктивность пшеницы яровой: отмечено увеличение массы 1000 зерен на 2,1 %, урожайности – на 4,8 %, что обеспечило прибавку зерна в сравнении с контролем 1,9 ц/га.

Биологическая эффективность препарата в защите пшеницы яровой от корневой гнили была на уровне 27,1-27,7 в зависимости от фазы учета.

По результатам комплексных токсикологических исследований инокулянт микробиологический Ресойлер рекомендован к государственной регистрации в Республике Беларусь для применения на зерновых, овощных культурах закрытого и открытого грунта.

Проведенные предварительные исследования свидетельствуют о перспективности использования микробиологического инокулянта Ресойлер для оздоровления почвы, повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и стабилизации фитосанитарной ситуации в агробиоценозах.

Библиографические ссылки

1. Филичук О. Д. Индуцированная супрессивность как фактор активизации антагонистов почвенных фитопатогенов / Современные проблемы микологии, альгологии и фитопатологии : сб. тр. междунар. конф., Москва, апр. 1998 г. / Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова ; сост. Ю. Т. Дьяков, С. Н. Лекомцева. М., 1998. С. 247–259.
2. Grodnitskaya I. D., Sorokin N. D. Use of micromycetes *Trichoderma* for soil bioremediation in tree nurseries // *Biology Bulletin*. 2006. Т. 33. №. 4. С. 400–403.
3. *Trichoderma*: a potential bioremediator for environmental clean up / P.Tripathi [et al.] // *Clean Technologies and Environmental Policy*. 2013. Т. 15. №. 4. С. 541–550.
4. *Trichoderma* species as biocontrol agent against soil borne fungal pathogens / S. Bastakoti [et al.] // *Nepal Journal of Biotechnology*. 2017. Т. 5. №. 1. С. 39–45.
5. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии / В.А. Чулкина [и др.]; под ред. М. С. Соколова и В. А. Чулкиной. М.: Колос, 2009.
6. Практикум по биологии почв: учеб. пособие / Г.М. Зенова [и др.]; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, фак. почвоведения МГУ ; под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 2002.
7. Ledingham R. J., Chin A. Flotation method for obtaining spores of *Helminthosporium sativum* from soil / *Can. J. Bot.* 1955. Vol. 33, Is. 4. P. 298–303.
8. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991.

Волкогон В.В., Димова С.Б., Волкогон Е.И., Короткая И.Г., Пирог А.В.
Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства
Национальной академии аграрных наук Украины, г. Чернигов, Украина;
rifam@ukrpost.ua

МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ В ТЕХНОЛОГИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР КАК ФАКТОР ОГРАНИЧЕНИЯ ПОТЕРЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Представлены результаты вегетационных, полевых и лизиметрических опытов по изучению влияния микробных препаратов на усвоение питательных веществ растениями и урожайность сельскохозяйственных культур. Использование биопрепаратов в аграрных технологиях способствует возрастанию степени усвоения растениями азота из удобрений, ограничению вымывания соединений биогенных элементов по почвенному профилю, увеличению продуктивности агроценозов.

The paper introduces the results of greenhouse, field and lysimetric experiments on the effect of microbial preparations on the assimilation of nutrients by plants and crops yields. The use of biological preparations in the crop growing technologies increases the assimilation level of nitrogen from fertilizers by plants, reduces leaching of biogenic elements through the soil profile, and increases productivity of agrocoenoses.

Ключевые слова: микробные препараты; методика изотопного разбавления, лизиметрические исследования, урожайность.

Keywords: microbial preparations; isotopic dilution, lysimetric studies, yield.

Введение

Одним из важных решений проблемы оптимизации почвенно-микробиологических процессов в агроценозах является применение микробных препаратов различной функциональной направленности. В то же время, дискуссионным остается вопрос о вкладе интродуцированных микроорганизмов в формирование урожая сельскохозяйственных культур и возможности снижения норм минеральных удобрений. В связи с этим мы проводили исследования влияния предпосевной бактериализации семян культурных растений на их урожайность и степень усвоения питательных веществ.

Материалы и методы

Усвоение бактеризованными растениями азота из удобрений определяли методом изотопного разбавления (с ^{15}N) в условиях модельных опытов с райграсом пастбищным и ячменем яровым при выращивании растений на речном промытом песке. Эффективность предпосевной бактериализации (препарат Полимиксобактерин) пшеницы озимой определяли в полевом стационарном опыте на черноземе выщелоченном. Влияние микробного препарата Дазобактерина на урожайность ржи озимой в зависимости от агрофона изучали в стационарном полевом опыте на дерново-подзолистой почве, а также в условиях лизиметрической станции Института сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН.

Результаты и их обсуждение

Как известно, коэффициенты использования растениями действующего вещества из удобрений чрезвычайно низки. Так, усвоение минерального азота не превышает 35–50 %; фосфора – 15–20 %; калия – 25–60 % в зависимости от почвенно-климатических условий выращивания растений [1]. Это приводит к большим экологическим проблемам. Нерационально это также и с позиций экономического характера. Анализ ситуации с наибольшим загрязнителем окружающей среды – азотными удобрениями, впечатляет. Так, в мировом аграрном производстве часть энергии (и соответственно затрат), относящейся к

синтезу, упаковке, перевозке, складированию и применению этих удобрений достигает 40 % [2]. Учитывая, что большая их часть направляется не по назначению, приходим к выводу о потерях финансов на уровне, не менее 20 %!

Ситуацию можно в значительной степени исправить, увеличив уровень биологической активности в ризосфере растений путем применения микробных препаратов в технологиях выращивания сельскохозяйственных культур. Увеличение степени поглощения действующего вещества из минеральных удобрений бактеризованными растениями райграса пастбищного и ячменя ярового можно видеть на примере особенностей усвоения минерального и биологического (атмосферного) азота в опыте с применением методики изотопного разбавления ^{15}N (табл. 1).

Таблица 1. Влияние инокуляции на азотное питание растений (опыты с ^{15}N)

Варианты опытов	Азот, мг/сосуд				Увеличение усвоения минерального азота, %
	общий (А)	удобрений (Б)	семян (В)	атмосферный (А-Б-В)	
Райграс пастбищный					
Без бактеризации, контроль	2,68	0,91	0,19	1,58	-
Бактеризация Диазобактерином	3,95	1,25	0,19	2,52	36,0
Ячмень яровой					
Без бактеризации, контроль	6,97	3,32	2,25	1,40	-
Бактеризация Микрогумином	11,86	5,72	2,25	3,89	72,2

Безусловно, условия модельных опытов сложно воспроизвести в поле, однако результаты многолетних полевых опытов с ячменем яровым, пшеницей озимой и рожью озимой в значительной степени подтверждают данные вегетационных опытов. Так, при выращивании пшеницы в блоке опыта без применения микробного препарата максимальная продуктивность культуры (6,0 т/га) получена при внесении $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$. Такую же урожайность в блоке с применением Полимиксобактерина отмечено по фону $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$. Таким образом, в условиях опыта действие биопрепарата на формирование урожайности пшеницы было эквивалентным влиянию минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ (табл. 2).

Сходную зависимость наблюдаем в условиях полевого опыта с озимой рожью. Наибольший уровень урожайности культуры в блоке опыта без бактеризации (4,7 т/га) отмечен по фону $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$. Такая же урожайность получена в блоке с применением микробного препарата Диазобактерина по фону $\text{N}_{60}\text{P}_{40}\text{K}_{40}$.

Как показывают результаты лизиметрических исследований (табл. 3), применение Диазобактерина в технологиях выращивания ржи способствует ограничению вымывания соединений биогенных элементов по почвенному профилю. Уменьшение вымывания питательных веществ в нижние горизонты почвенного профиля объясняется как усилением их поглощения бактеризованными растениями и большим выносом с урожаем, так и удержанием увеличенной корневой системой. После минерализации корневых остатков эти вещества будут использованы следующими в севообороте культурами.

Таблица 2. Влияние Полимиксобактерина на урожайность пшеницы озимой в зависимости от агрофона

Варианты опыта	Урожайность, т/га (среднее за 5 лет)	Прибавка от бактеризации	
		т/га	%
<i>Без бактеризации</i>			
Без удобрений	4,8	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,3	-	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,8	-	-
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	6,0	-	-
<i>Бактеризация Полимиксобактерином</i>			
Без удобрений	5,1	0,3	6,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	6,0	0,7	13,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6,6	0,8	13,8
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	6,9	0,9	15,0
НСР ₀₅	0,3		

Таблица 3. Потери соединений биогенных элементов из дерново-подзолистой почвы при выращивании озимой ржи (лизиметрический опыт)

Варианты опыта	Потери, кг/га				
	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Без удобрений	31,1	3,0	4,0	32,2	9,9
Без удобрений + Диазобактерин	27,6	2,5	3,3	26,6	8,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	35,2	4,0	5,3	39,1	14,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + Диазобактерин	31,2	3,4	4,0	32,5	11,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	37,6	5,1	5,8	40,8	15,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Диазобактерин	33,8	4,2	5,0	33,0	12,2
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	41,0	6,2	5,8	45,1	16,8
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + Диазобактерин	36,5	5,3	5,1	37,4	14,4
НСР ₀₅	2,2	0,4	0,4	5,5	1,9

Следует подчеркнуть, что усиленное усвоение питательных веществ растениями при использовании микробных препаратов не приводит к накоплению минеральных соединений в продукции. Так, например, интенсивное потребление минерального азота бактеризованными растениями не сопровождается накоплением нитратов в растениях, поскольку они вовлекаются в процессы биосинтеза аминокислот и белков.

Таким образом, применение микробных препаратов в технологиях выращивания сельскохозяйственных культур способствует существенному возрастанию степени усвоения растениями действующего вещества из удобрений, что положительно сказывается на формировании урожайности сельскохозяйственных культур и экологической ситуации в агроценозах.

Библиографические ссылки

1. Кореньков Д.А. Вопросы агрохимии азота и экология // Агрохимия. 1990. №11. С. 28–37.
2. Postgate J. Nitrogen fixation // Inst. Biol. Stud. Biol. 1978. №92. P. 1–671.

Воронина Л.П., Морачевская Е.В.

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, РФ;

Luydmila.voronina@gmail.com

РОЛЬ 24-ЭПИБРАССИНОЛИДА В РЕГУЛЯЦИИ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Представлены результаты полевых, вегетационных опытов на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава с различными культурами (корнеплоды, картофель, зерновые). Методы по оценке урожая и качества сельскохозяйственной продукции, позволили определить влияние экзогенного применения эпибрасинолидов (ЭБЛ) на процессы азотного обмена. Активация некоторых физиологических механизмов приводит к улучшению качества сельскохозяйственной продукции, которая оценивалась по содержанию нитратов, сахаридов, крахмала и аскорбиновой кислоты в репродуктивных органах растений.

The results of field and green pot experiments on sod-podzolic soils of different granulometric composition with different crops (rootscrop, potatoes, cereals) are represented. Methods for assessing the yield and quality of agricultural products, allowed to determine the impact of exogenous epibrassinolide (EBL) on nitrogen metabolism. Activation of some physiological mechanisms leads to an improvement in the quality of agricultural products, which was estimated by the content of nitrates, sugars, starch and ascorbic acid in the reproductive organs of plants.

Ключевые слова: Эпибрасинолид; сельскохозяйственная продукция; показатели качества.

Keywords: Epibrassinolide; agricultural products; indicators of quality.

Введение

Брасинолиды (БСЛ), как правило, присутствуют в низких концентрациях во всех живых организмах. Эти соединения распространены в растениях и играют в них решающую роль. В последнее время БСЛ стали предметом повышенного интереса из-за их значительного практического использования и их неоспоримой роли в физиологии стресса растений [1–3].

Препараты, действующими веществами которых являются природные брасинолиды и их аналоги, находят все более широкое применение в сельском хозяйстве. Эпибрасинолид является наиболее известным представителем данного класса соединений.

В настоящее время существует множество доказательств положительного влияния 24 эпибрасинолида (24-ЭБ) на показатели качества сельскохозяйственной продукции, в частности, белки и углеводы [4; 5]. Это, с одной стороны, является веской причиной внедрения данного вещества в сельскохозяйственную практику, а, с другой стороны, вызывает теоретический научный интерес, указывая на роль 24-ЭБ в углеводном и азотном обмене.

Установлено влияние 24-ЭБ на поступление азота из удобрений содержание белкового азота в зерновых культурах; имеются данные, свидетельствующие об увеличении синтеза аминокислот при использовании экзогенного 24-ЭБ, отмечается его участие в регуляции нитратредуктазной активности.

Целью данных исследований являлось изучение влияния 24-ЭБ и препаратов на его основе при фолиарном применении (концентраций 10^{-7} М и 10^{-11} М) на азотный обмен (содержание общего, белкового и минерального (нитратного) азота) и некоторые показатели качества растительной продукции (содержание аскорбиновой кислоты, углеводов, пигментов и др.). Объектами исследований вегетационных опытов являлись дерново-подзолистые почвы разной степени окультуренности.

На основании полученных результатов многолетних полевых и вегетационных опытов с фолиарным использованием 24-ЭБ, сделаны следующие выводы:

- Фолиарное применение 24-ЭБв концентрациях 10^{-7} М – 10^{-9} М влияло на показатели азотного обмена ячменя, процентное содержание азота в вегетативных и репродуктивных органах растений и на синтез белкового азота, увеличивая его долю в репродуктивных органах. Содержания азота увеличивалось в зеленой массе тест-культуры во всем диапазоне испытываемых концентраций. Достоверные изменения по активности нитратредуктазы (НР) находятся в интервале действующих концентраций 24-ЭБ от 10^{-7} М до 10^{-9} М. Изменение содержания азота и активности НР подтверждают мобилизацию в растениях азота, что, возможно, в дальнейшем повлияет на синтез аминокислот и белков. Снижение содержания в репродуктивных органах нитратной формы азота может быть связано с усилением синтеза запасных белков (о чем свидетельствуют результаты по изменению доли белкового азота в зерне ячменя в вегетационных опытах).

- Установлены закономерности по изменению пигментов, что может служить подтверждением положительного экзогенного действия 24-ЭБ на процессы фотосинтеза, а, следовательно, синтеза углеводов. Общее содержание хлорофиллов и каротиноидов в анализируемых образцах увеличивается при использовании концентраций 10^{-8} М и 10^{-9} М, а также и в более низкой концентрации 10^{-11} М.

- Экзогенное применение препаратов с д.в. 24-ЭБ ведёт не только к повышению урожая, но и улучшению качества сельскохозяйственной продукции: повышению содержания витаминов и сахаридов в корнеплодах, крахмала в картофеле, а также снижению концентрации нитратов в растительных продуктах.

Библиографические ссылки

1. Role of Secondary Metabolites and Brassinosteroids in Plant Defense Against Environmental Stresses / A. Arti Bartwal [et al.] // J Plant Growth Regul. 2013. V. 32. P. 216–232.
 2. Protection of winter rape photosystem 2 by 24-epibrassinolide under cadmium stress / A. Janeczko [et al.] // Photosynthetica. 2005. V. 43. P. 293–298.
 3. Preparation for the diminishing of heavy metals accumulation of agricultural plants / V.A. Khripach [et al.] // P. Appl. Ru. 1996. V. 95. P. 850.
 4. Воронина Л.П., Минеев В.Г. Особенности действия 24-эпибрасинолида на рост и развитие ячменя в зависимости от условий минерального питания // Проблемы агрохимии и экологии. 2009. № 3. С. 16–21.
 5. Bajguz A. Effect of brassinosteroids on nucleic acids and protein content in cultured cells of *Chlorella vulgaris*. [Электронный ресурс] // Plant Physiol. Biochem. 2000. V. 38. № 3. P. 209–215. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0981942800007336> (дата обращения: 21.04.2018).
-

Вотолин К.С., Жеребцов С.И., Малышенко Н.В., Брюховецкая Л.В., Смотрина О.В., Исмагилов З.Р.

Институт углехимии и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово, РФ;
e-mail: kostvot@mail.ru

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БУРОУГОЛЬНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ГУМАТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Представлены результаты тестирования биологической активности комплексных гранулированных гуматных удобрений (КГУ) с различными минеральными добавками. Тестирование проводили на семенах яровой пшеницы «Ирень» по ГОСТ 12038-84. Использован интегральный индекс – фитоактивность (ИФ), учитывающий энергию прорастания, высоту проростков и длину корня. Определена биологическая активность КГУ и его основных компонентов – гуминовых кислот (ГК) и минеральных добавок. Все КГУ проявили высокую фитоактивность (ИФ = 1,19-1,45). Полученные результаты показали, что в КГУ проявляется синергизм влияния ГК и минеральных добавок. Установлена способность ГК снижать угнетающее воздействие больших концентраций растворов минеральных удобрений, в частности карбамида.

Results of testing of biological activity of the complex granulated humic fertilizers (CHF) with various mineral additives are presented. Tested on seeds of Iren spring-sown field in accordance with GOST 12038-84. The integrated index – phytoactivity (IP) considering energy of germination, height of sprouts and length of a root is used. The biological activity of CHF and its main components – the humic acids (HA) and mineral additives is defined. All CHF possess high phytoactivity (IP = 1,19-1,45). Synergism of influence of HA and mineral additives is found in CHF. HA are capable to reduce the oppressing influence of high concentrations of solutions of mineral fertilizers, in particular a carbamide.

Ключевые слова: гуминовые вещества; биологическая активность; комплексные гранулированные гуматные удобрения.

Keywords: humic substances; biological activity; complex granulated humic fertilizers.

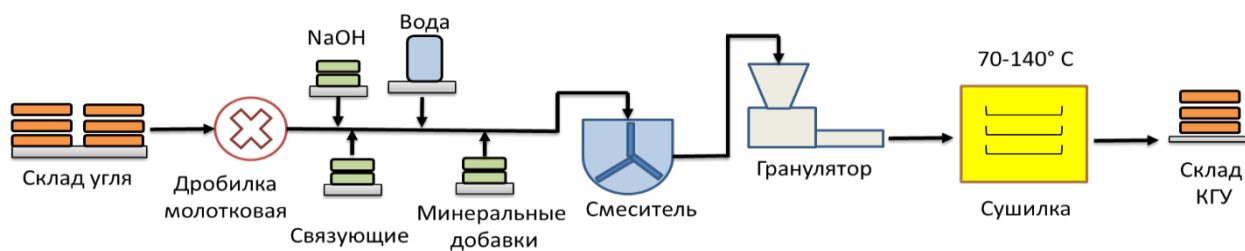
Введение

Благодаря особенностям своего строения и физико-химическим свойствам ГВ характеризуются высокой биологической активностью и применяются в качестве стимуляторов роста растений [1–3]. До недавнего времени ГВ применяли в виде солей – HumNa, HumK, HumNH₄ и др. Сейчас ГВ используют как один из компонентов сложных комплексных удобрений. Такие удобрения обладают повышенной биологической активностью благодаря более рациональным рецептурам, включающим в себя как стимуляторы – ГК, так и макро-, и микроэлементы питания растений.

Цель данной работы заключалась в разработке рецептур комплексных гранулированных буроугольных гуматных удобрений, обеспечивающих высокую фитоактивность, удобство внесения (гранулы), достаточную прочность гранул и пролонгацию выделения из гранул активных компонентов.

Материалы и методы

В ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН была разработана технологическая схема получения КГУ на основе бурых и окисленных каменных углей (рис.). Было подобрано оборудование, произведен закуп и монтаж опытно-экспериментального стенда.



Технологическая схема получения КГУ

При использовании станда согласно схеме на основе бурого угля Тисульского месторождения (участок Кайчакский) с целью взаимного сравнения наработаны образцы КГУ без минеральных добавок (КГУ-1), с добавкой карбамида (КГУ-2) и суперфосфата (КГУ-3) (табл. 1).

Таблица 1. Данные технического и элементного анализа бурого угля, ГК и КГУ, %

Образцы	W^a	A^d	V^{daf}	C^{daf}	H^{daf}	$(O+N+S)^{daf}$, по разности	$(HA)_t^{daf}$, $(HumNa)$	Внесено с минеральными удобрениями	
								N^d	P^d
Бурый уголь	8,30	10,32	48,26	61,44	5,04	33,52	22,14	–	–
ГК из HumNa	3,76	1,92	н/о	59,79	3,47	36,74	–	–	–
КГУ-1	н.д.	–	–	50,59	4,15	45,26	5,57	–	–
КГУ-2	–	–	–	34,1	5,53	60,37	7,37	25,19	–
КГУ-3	–	–	–	36,28	3,27	60,45	5,09	5,65	5,37

Образцы КГУ протестированы на биологическую активность. Руководствуясь ГОСТ 54221-2010 [4], биологическую активность КГУ определяли по методикам ГОСТ 12038-84 [5], а также из работ [6; 7] – по величине фитоактивности (ИФ) с учетом энергии прорастания семян (ЭП), длины корня (ДК) и высоты проростка (ВП).

Семена пшеницы «Ирень» замачивали в 0,0005 % и 0,005 % растворе ГК в составе КГУ. Дополнительно определяли вклад в биологическую активность содержащихся в КГУ карбамида и суперфосфата. Для тестирования были приготовлены 0,00158 % и 0,0158 % растворы карбамида, а также 0,00034 % и 0,0034 % растворы суперфосфата. Данные концентрации растворов минеральных удобрений соответствуют их концентрациям в тестируемых растворах образцов КГУ-2 и КГУ-3.

Семена проращивали в специальных растильнях между слоями увлажнённой фильтровальной бумаги. Повторность эксперимента трехкратная: по 50 семян в лотке для каждой концентрации удобрения и столько же для контроля. ЭП, ВП и ДК замеряли на 5 сутки. Семена проращивали при постоянной температуре 20°C без доступа света.

Результаты и их обсуждение

Результаты определения биологической активности предложенных КГУ приведены в таблице 2. Образец КГУ-3 показал наилучший результат за счет синергизма влияния ГК и суперфосфата. Добавлением 5,65 % азота и 5,37 % фосфора (в виде суперфосфата) удалось повысить индекс фитоактивности до 1,42 и 1,44 при концентрации раствора 0,0005 % и 0,005 %. Анализ данных ^{13}C ЯМР (CPMAS) показал, что прослеживается связь увеличения фитоактивности совместно с увеличением показателей структурных параметров ГК: степени ароматичности f_a , гидрофильно-гидрофобного параметра fh/h , и параметра, отражающего

соотношение ароматических и алифатических фрагментов в органической массе КГУ (ароматичность/алифатичность) far/al [2; 8].

Таблица 2. Биологическая активность КГУ

Образец	ДК, см	ВП, см	ЭП, %	ИФ
Контроль (среднее по всем опытам)	8,2	7,9	100	1,0
Раствор 0,0005% КГУ-1	10,2(+24,9)	10,1(+27,4)	104,1	1,19
Раствор 0,005% КГУ-1	8,8(+7,9)	8,3(+5,32)	113,2	1,09
Раствор 0,0005% КГУ-2	11,2(+37,4)	12,2(+54,8)	104	1,32
Раствор 0,005% КГУ-2	10,3(+26,6)	9,9(+25,2)	106,7	1,19
Раствор 0,0005% КГУ-3	12,8(+56,8)	12,8(+62,5)	116,5	1,45
Раствор 0,005% КГУ-3	12,8(+57,5)	12,6(+60,1)	113,9	1,44

Примечание. В скобках указан прирост показателя в сравнении с контролем, %

Рецептура лучших по фитоактивности образцов была оптимизирована с использованием методики математического планирования эксперимента по прочности и пролонгации выделения активных компонентов [9]. Таким образом, были получены КГУ с прочностью гранул на раздавливание до 6,8 МПа и длительностью выделения активных компонентов в течении 152 дней и более.

Библиографические ссылки

1. Влияние гуминовых препаратов на процесс прорастания и активность амилолитических ферментов семян *Sinapis alba* L. / О.А. Неверова [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 6. С. 43–46.
2. Структурно-групповой состав гуминовых кислот бурых углей и их физиологическая активность / С.И. Жеребцов [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. 2015. № 23. С. 439–444.
3. *Вотолин К.С., Жеребцов С.И., Смотрина О.В.* Получение и оценка биологической активности комплексных гранулированных гуматных удобрений // Химия в интересах устойчивого развития. 2017. Т. 25. С. 351–356.
4. ГОСТ Р 54221-2010: Гуминовые препараты из бурых и окисленных каменных углей. Методы испытания.
5. ГОСТ 12038-84: Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.
6. *Якименко О.С., Терехова В.А.* Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации // Почвоведение. 2011. № 11. С. 1334–1343.
7. *Воронина Л. П., Якименко О.С., Терехова В.А.* Оценка биологической активности промышленных гуминовых препаратов // Агрехимия. 2012. № 6. С. 50–57.
8. *Калабин Г.А., Каницкая Л.В., Кушнарев Д.Ф.* Количественная спектроскопия ЯМР природного органического сырья и продуктов его переработки. М.: Химия, 2000.
9. *Вотолин К.С., Жеребцов С.И., Исмаилов З.Р.* Влияние режимов работы оборудования и состава комплексных гранулированных гуматных удобрений на их прочностные характеристики // Международный Российско-Казахстанский симп. «Углекислотная экология Кузбасса». 16-18 окт. 2017, Кемерово: сб. тез. докладов. 2017.

Гаранович И.М., Архаров А.В.

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь;
bel.dendr@gmail.com

ВЛИЯНИЕ СУХОГО БИОГУМУСА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ САЖЕНЦЕВ ДЕКОРАТИВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Представлены результаты исследований по влиянию сухого биогазуса на рост и развитие саженцев декоративных древесных растений. Показано, в частности, что подкормка биогазусом в контейнерной культуре способствовала росту надземной части и в большей степени корневых систем у туи западной, сосны горной. Положительное влияние биогазус оказал на прирост побегов и при внесении в приствольные круги саженцев сирени обыкновенной.

The article presents results of a research on impact of dry biohumus on growth and development of seedlings of ornamental wood plants. In particular, it has been shown that fertilizing container culture with biohumus led to a growth of the overground part and in a greater degree of root systems of thuja occidentalis, mountain pine. Biohumus had a positive impact on the amount of growth of sprouts and in ring application for syringa vulgaris seedlings.

Ключевые слова: саженцы; биогазус.

Keywords: seedlings; biohumus.

Введение

Современные технологические приемы репродукции и выращивания посадочного материала декоративных древесных растений направлены на интенсификацию процессов их роста и развития. С экологической точки зрения как качество продукции, так и экологическую безопасность обеспечивают преимущественно органические удобрения и субстраты [1].

Биогазус (вермикомпост) – новое качественное органическое комплексное удобрение, являющееся продуктом переработки органических отходов популяцией дождевого червя «Старатель» [2]. Он представляет собой концентрированное удобрение в виде сыпучей мелкогранулированной массы темно-коричневого цвета, которая содержит в сбалансированном сочетании целый комплекс необходимых питательных веществ и микроэлементов, большое количество гуминовых веществ, ферменты, почвенные антибиотики, витамины, гормоны роста и развития растений [3]. Это также и микробиологическое удобрение, в котором обитает уникальное сообщество микроорганизмов, создающих почвенное плодородие. Биогазус не содержит патогенную микрофлору, яйца гельминтов, цисты патогенных простейших, личинки синантропных мух, семена сорняков. Удобрение легко и постепенно усваивается растениями в течение всего цикла их развития. Биогазус используется как органическое удобрение при посадке, подкормке всех видов сельскохозяйственных культур, в лесоводстве, цветоводстве, а также при реанимации и рекультивации почв и является удобрением пролонгированного действия [4].

Объекты и методы исследований

В контейнерной культуре (объем контейнера 3 л) вносили корневую подкормку сухим биогазусом (200 г на 1 растение). Использовались 2-х летние укорененные черенки туи западной “Nana”, сосны горной, туи западной “Columnaris”. Подкормка внесена 12.05.2017 г. Учет результатов опыта – 18.09.2017 г. В приствольные круги сирени вносили по 1 кг биогазуса на 1 растение. Время подкормки 12.05.2017 г.

Результаты опытов и их обсуждения

В настоящее время известно положительное влияние биогазуса на урожай пшеницы, картофеля и люпина, гороха [5]. Биогазус используется как органическое удобрение при

посадке, подкормке всех видов сельскохозяйственных культур, в лесоводстве, цветоводстве, а также при реанимации и рекультивации почв [6].

Вносить биогумус в открытый грунт можно с ранней весны до поздней осени. Он является органическим удобрением пролонгированного действия.

В декоративном садоводстве сведений о его применении недостаточно. Изучение влияния биогумуса на рост и развитие саженцев декоративных древесных растений представляется актуальной задачей.

Исходная высота опытных растений составляла 11,0 см, 10,0 см, 23,0 см соответственно.

Как видно из таблицы 1, отмечается увеличение прироста на 16,7 – 28,5 %. В опытном варианте длина корневых систем больше на 25,0 – 33,3 %.

Таблица 1. Влияние сухого биогумуса на рост и развитие саженцев декоративных древесных растений

Таксон	Варианты	Высота, см			Длина корней, см		
		lim	\bar{x}	$\pm st$	lim	\bar{x}	$\pm st$
Туя западная "Nana"	Подкормка	12,0 – 20,0	17,0	1,5	12,0 – 23,0	16,0	1,1
	Контроль	13,0 – 17,0	15,0		10,0 – 20,0	12,0	
Относительное различие с контролем, %			21,4			33,3	
Сосна горная	Подкормка	15,0 – 19,0	18,0	1,4	12,0 – 40,0	15,0	1,5
	Контроль	12,0 – 16,0	14,0		10,0 – 22,0	15,0	
Относительное различие с контролем, %			28,5			-	
Туя западная "Columnaris"	Подкормка	25,0 – 50,0	35,0	1,8	15,0 – 40,0	25,0	1,6
	Контроль	25,0 – 40,0	30,0		15,0 – 30,0	20,0	
Относительное различие с контролем, %			16,7			25,0	

Результаты опыта по подкормке сирени представлены в таблице 2.

Внесение подкормки способствовало увеличению годичного прироста у ряда сортов на 10,5 – 30,8 %. В целом же по коллекции прирост увеличился незначительно (на 1,5 %).

Проведенные исследования подтверждают известные данные о том, что положительное влияние биогумуса как экологически чистого органического удобрения получаемого из естественных материалов, свободного от химических добавок, повышающего содержание гумуса в почве, на рост и развитие растений объясняется тем, что это полноценное удобрение комплексного, синхронного и пролонгированного действия, которое препятствует вымыванию питательных веществ, улучшает физико-химические свойства почвы, снижает действие вредных веществ (фитотоксических элементов, радионуклидов, тяжелых металлов), ослабляет экстремальные химические действия на почву, резко снижает норму внесения минеральных удобрений, свободен от многих патогенных организмов, безвреден для здоровья. Применение биогумуса способствует повышению плодородия почвы и выращиванию экологически чистой продукции.

Таблица 2. Влияние сухого биогумуса на рост и развитие сортовой сирени

Таксон	Варианты	Высота, см		
		lim	\bar{x}	$\pm st$
“Изобилие”	Подкормка	12,0 – 29,0	19,0	1,4
	Контроль	14,0 – 19,0	17,2	
Относительное различие с контролем, %		10,5		
“ОгниДонбасса”	Подкормка	13,0 – 40,0	26,3	1,5
	Контроль		21,0	
Относительное различие с контролем, %		25,2		
“Тарас Бульба”	Подкормка	13,0 – 32,0	26,3	1,7
	Контроль		20,1	
Относительное различие с контролем, %		30,8		
Группа 14 сортов	Подкормка	19,3 – 35,7	26,7	1,6
	Контроль		26,3	
Относительное различие с контролем, %		1,5		

Выводы

Использование сухого биогумуса в качестве подкормки способствовало росту и развитию как надземной части, так и корневых систем декоративных саженцев древесных растений, в частности при его внесении в контейнеры.

Внесение подкормки в приствольные круги саженцев сирени обыкновенной также дало положительный эффект по приросту годичных побегов на ряде одновозрастных сортов, в то время как в целом по коллекции, в которой представлены сорта разного возраста, эффект незначителен.

Библиографические ссылки

1. Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения / ред. С.Л. Максимова [и др.]. Минск, 2010.
2. Максимова С.Л., Мухин Ю.Ф. Видовой состав дождевых червей и их биотопическое распределение на территории Беларуси // Вес. НАН Беларуси. Сер. біял. навук. 2016. № 1. С. 56–60.
3. Косолапов, И.А. Эффект переработки органических отходов с помощью червей // Экономика сельского хозяйства России. 1994. № 12. С. 12.
4. Мельник И.А., Ковалев В.В. Влияние вермикультуры и вермикомпоста на плодородие почвы и развитие растений // Защита растений. 1991. № 1. С. 13–14.
5. Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения/ред. С.Л. Максимова [и др.]. Минск, 2007.
6. Азимов Д.А. Вермикомпостирование позволяет оздоровить почву и повысить урожай // Земледелие. 1991. №7. С.22–25.

Глушен С.В., Коломиец О.О.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;
sglush@mail.ru

МЕТОД КОМПЬЮТЕРНОГО МОНИТОРИНГА РОСТА ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ

Методом DISP (компьютерным мониторингом роста листьев) исследован суточный прирост листьев томата и стручкового перца. Максимальный прирост листьев у перца зарегистрирован в начале ночи, тогда как у томата – во второй половине ночи. Полученные результаты свидетельствуют, что метод DISP открывает новые возможности в изучении роста и развития растений, а также влияния на них внешних факторов.

The diel growth of tomato and capsicum leaves under laboratory conditions was studied with DISP – digital image sequence processing method. The maximum increment at a capsicum was registered at the beginning of night whereas at a tomato the maximum increment was observed for the second half of night. The obtained results show the DISP method opens new opportunities in a study of growth and development of plants and effects of external factors on its.

Ключевые слова: мониторинг роста растений; суточный рост листьев; томат; стручковый перец.

Keywords: monitoring of plant growth; diel growth of leaves; tomato; capsicum.

Введение

Как известно, рост растений весьма чувствителен к изменениям внешней среды. Наблюдения за ростом позволяют, в частности, оценить устойчивость растений к таким формам абиотического стресса как засуха, жара или дефицит питательных веществ. Поэтому анализ суточного роста листьев как дикорастущих, так и культивируемых растений представляет значительный интерес для решения научных проблем и практических задач.

Количественные исследования роста листьев растений начались в 30 гг. XX века. Первые измерения размеров листьев выполнялись с помощью линеек и других примитивных приспособлений, имеющих низкое разрешение. В конце 90 гг. прошлого века для мониторинга роста растений в лабораторных условиях был разработан метод DISP – digital image sequence processing [1]. Он основан на компьютерном анализе изображений листьев и отличается высоким пространственным (менее 1 мм) и временным (1 минута) разрешением. В последующие годы этот метод был значительно усовершенствован, что позволяет проводить мониторинг роста растений не только в лабораторных, но и в полевых условиях [2]. Целью данной работы было реализовать метод DISP для лабораторных исследований суточного роста листьев овощных культур.

Материал и методы

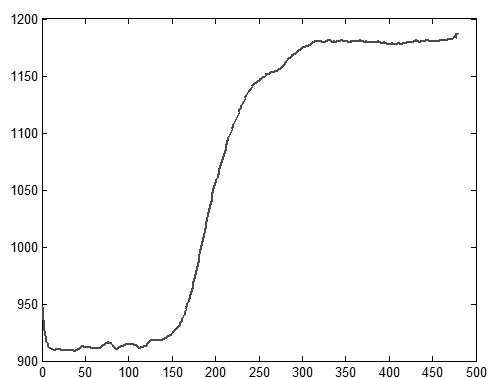
В качестве материала использовались проростки томата сорта «Пралеска» и стручкового перца сорта «Алеся». Растения выращивались в стандартных лабораторных условиях в контейнерах объемом 150×110×70 мм по 5–7 штук на универсальном грунте. Мониторинг роста начинали после появления у растений 3–4 листков при длине проростков 5–8 см.

Установка для мониторинга роста растений методом DISP состоит из штатива с регулировкой по высоте, на котором укреплена цифровая фотокамера D40 фирмы Nikon с объективом для макросъемки. В связи с длительным временем съемки фотокамера была подключена к сетевому блоку питания. Управление фотокамерой осуществлялось компьютером, подключенным по интерфейсу USB, интервал между снимками составлял 3 минуты. Мониторинг суточного роста листьев проводился при температуре 18–20°C и относительной влажности 51 %. Уровень освещения лампой дневного света 50 лк, режим «12 часов день–12 часов ночь». Полученные за 24 часа 480 снимков обрабатывали на

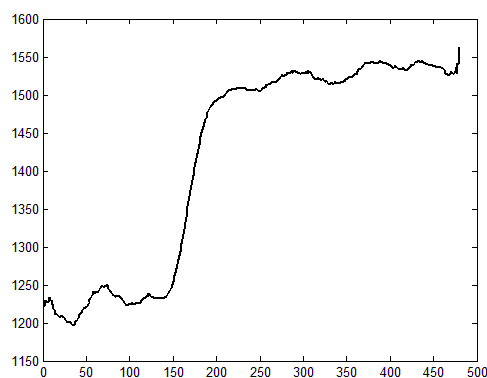
компьютере, измеряя площади проекции отдельных листьев как показателя их размеров и рассчитывая графики суточного роста и прироста, усредненные по 6-9 циклам мониторинга. Всего было проведено 24 мониторинга для перца и 34 – для томата.

Результаты и их обсуждение

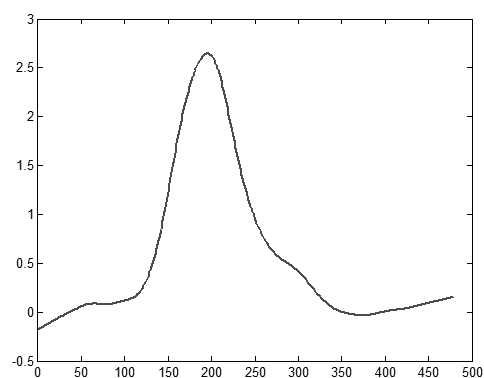
На рисунке показана динамика роста и прироста у растений томата и перца. Видно, что динамика роста листьев как у томата, так и у перца имеют выраженный подъем, что соответствует ограниченному по времени приросту. У перца максимум прироста наблюдается в начале ночи (0–2 часа), тогда как у томата он приходится на вторую половину ночи (после 3 часов).



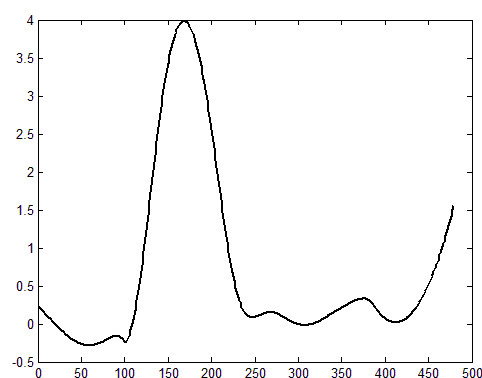
А



Б



В



Г

Динамика суточного роста и прироста листьев томата и перца при освещении «12 часов день–12 часов ночь»

А – рост листьев томата; Б – рост листьев перца; В – прирост листьев томата; Г – прирост листьев перца. По оси абсцисс отложено время в минутах; по оси ординат – относительная площадь листа (А и Б) или относительный прирост площади (В и Г).

Суточная динамика роста растений подчиняется ритму, который обладает видовой специфичностью [3]. У однодольных растений, где зоны роста и фотосинтеза разобщены, наблюдается постоянный рост листьев, интенсивность которого зависит от времени суток. Двудольные растения, у которых рост и фотосинтез совмещены в одной ткани, отличаются кратковременным ростом в конце ночи (тип I) или в начале ночи (тип II). Таким образом, согласно полученным нами данным, томат относится к первому типу суточного роста, тогда как сладкий перец – ко второму типу. Ростовые процессы в растениях находятся под контролем генов, функционирующих в качестве «циркадных часов». Растения используют циркадные часы для того, чтобы прогнозировать суточные и сезонные флуктуации факторов внешней среды и сохранять тем самым высокие темпы роста в неоптимальных условиях.

Поэтому анализ суточного роста листьев и других органов растения с помощью современных компьютерных методов перспективно как для научных исследований, так и для агрономической и селекционной практики. В частности, такие методы могут быть использованы для изучения влияния на рост и развитие растений биологически активных веществ.

Заключение

Установлено, что у стручкового перца *Capsicum annuum* пик прироста листьев наблюдается в начале ночи (0-2 часа), тогда как у томата *Solanum lycopersicum* максимум прироста приходится на вторую половину ночи (после 3 часов). Таким образом, томаты относятся к первому типу суточного роста двудольных растений, тогда как перец – ко второму типу. Примененный нами в данной работе метод DISP открывает новые возможности в изучении роста и развития растений, а также влияния на них генетических, физиологических и экологических факторов.

Библиографические ссылки

1. Quantitative analysis of the local rates of growth of dicot leaves at a high temporal and spatial resolution, using image sequence analysis / D. Schmundt [et.al.] // The Plant Journal. 1998. V. 16. № 4. P. 505–514.
2. Friedli M. Establishment and application of phenotyping methods to measure leaf and canopy growth in the laboratory and field. Diss. ETH No. 23090, Zurich, Switzerland. 2015.
3. Diel patterns of leaf and root growth: endogenous rhythmicity or environmental response? / Ruts T. [et al.] // Journal of Experimental Botany. 2012. V. 63. № 9. P. 3339–3351.

Гринева И.А., Савчик А.В., Ломоносова В.А., Маслак Д.В., Кулешова Ю.М.,
Садовская Л.Е., Скакун Т.Л., Феклистова И.Н.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;
grineva_ia@mail.ru

ВЫДЕЛЕНИЕ ШТАММОВ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФИТОЗАЩИТНЫХ БИОПРЕПАРАТОВ, И ИЗУЧЕНИЕ ИХ АНТАГОНИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Представлены результаты изучения антибактериальной и антифунгальной активностей у выделенных из растительных тканей хозяйственно полезных эндофитных бактерий.

The results of the study of antibacterial and antifungal activities in economically useful endophytic bacteria isolated from plant tissues.

Ключевые слова: эндофитные бактерии; антибактериальная активность; антифунгальная активность; фитопатогены.

Keywords: endophytic bacteria; antibacterial activity; antifungal activity; phytopathogens.

Введение

В мире известен целый ряд эндофитных штаммов, используемых для биоконтроля и стимуляции роста и развития растений. На сегодняшний день в сельхозпроизводстве различных стран в виде препаратов используется значительное количество штаммов эндофитных бактерий. Они предназначены для широкого круга сельскохозяйственных культур и применяются для ускорения прорастания семян, стимуляции роста растений, защиты от заболеваний различной этиологии, повышения урожайности, улучшения качества продукции, а также сглаживания жестокого воздействия химических препаратов. Кроме того, эндофитные бактерии способны наследоваться из поколения в поколение, сохраняясь в растительных тканях [1]. Этот факт может позволить создать эффективные биологические препараты пролонгированного действия на основе эндофитных бактерий для органического земледелия.

В Республике Беларусь подобных препаратов пока не разработано. Поэтому изучение эндофитных бактерий и возможности их применения в биотехнологии является весьма актуальным и позволит в дальнейшем получить высокоэффективные препараты на основе этих микроорганизмов для защиты растений и стимуляции их роста.

Материалы и методы

Поверхностную стерилизацию растительных образцов проводили согласно [2]. Наличие факторов фитопатогенности у выделенных штаммов определяли по [3]. Способность мобилизовать фосфаты, фиксировать азот, стимулировать или подавлять рост водоросли *Ch. vulgaris* проводили, как указано [4]. Антибактериальную активность выделенных штаммов определяли методом отсроченного антагонизма, а антифунгальную – методом агаровых блоков [5].

Результаты и их обсуждение

Из тканей 25 поверхностно простерилизованных образцов 14 видов растений были выделены 83 бактериальных штамма. Выделенные бактерии могли принадлежать как к группе эндофитных микроорганизмов, обладающих рядом положительных для растений-хозяев свойств, так и могли являться фитопатогенами. Для дальнейшей работы было определено наличие факторов фитопатогенности у выделенных штаммов: целлюлолитической и пектатлитической активностей, способности мацерировать растительные ткани и вызывать некроз, фитотоксичности по отношению к водоросли *Ch. vulgaris*. Наличие у исследуемых бактерий совокупности большинства из вышеперечисленных факторов свидетельствовало о том, что тестируемый штамм является фитопатогенным. Анализ 83 выделенных из растительного

материала штаммов показал наличие такой совокупности факторов фитопатогенности у 33 штаммов (39,7 %). Еще 4 штамма потеряли способность к росту на агаризованных средах через несолько пассажей и были исключены из дальнейших исследований. 46 нефитопатогенных бактериальных штаммов легли в основу коллекции эндофитных микроорганизмов НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии биологического факультета БГУ.

Проведена оценка хозяйственно полезных свойств эндофитных бактерий, выделенных из сельскохозяйственных культур. К этим свойствам относили способность к фосфатмобилизации и азотофиксации, а также стимуляцию роста модельного объекта водоросли *Ch. vulgaris*. Способностью мобилизовать фосфаты обладали 27 штаммов (58,6 % от выделенных нефитопатогенных штаммов), фиксировать азот – 27 штаммов (58,6 %), 43 штамма (93,5 %) стимулировали рост водоросли *Ch. vulgaris*.

На следующем этапе работы была протестирована антибактериальная и антифунгальная активности 5-и наиболее перспективных выделенных штаммов, обладающих совокупностью хозяйственно полезных свойств № 3, №7, № 9, № 16 и № 18. Результаты изучения антибактериальной активности эндофитных штаммов представлены в таблице.

Антибактериальная активность эндофитных штаммов

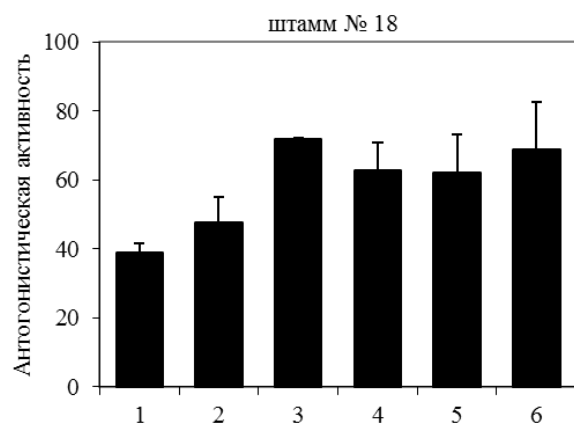
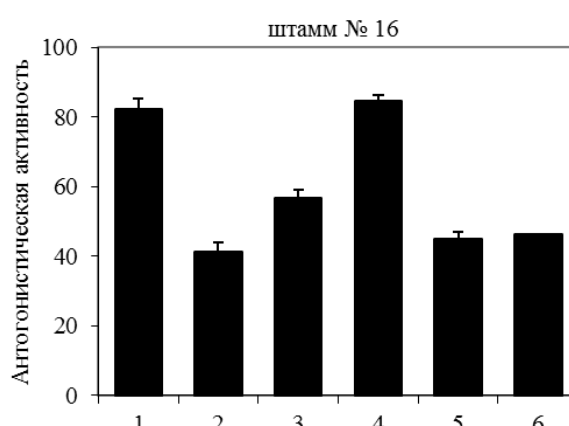
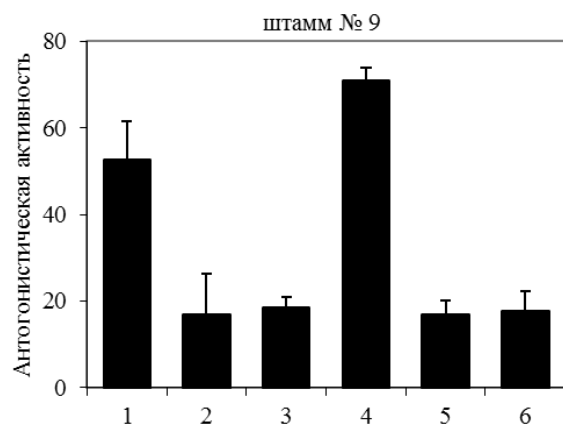
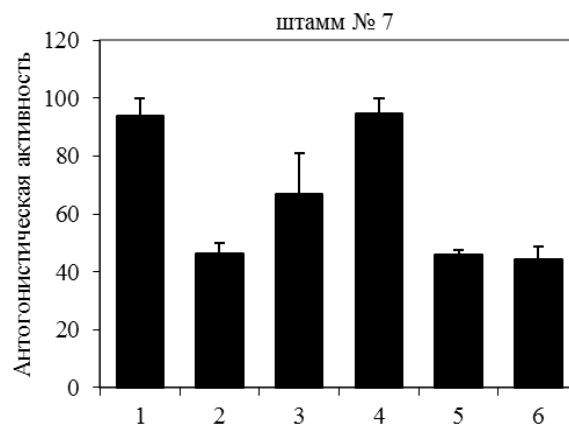
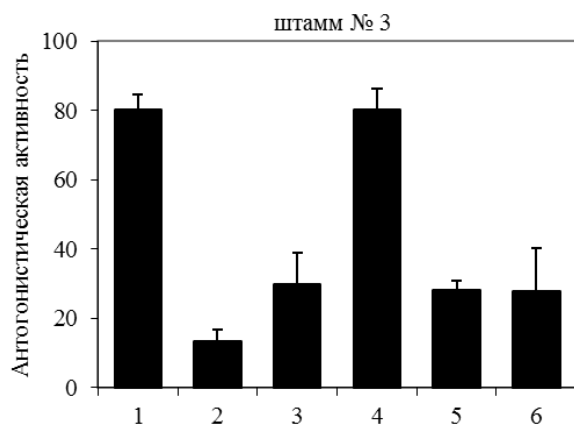
Штамм	Фитопатогенные бактерии, диаметр зоны задержки роста, мм				
	<i>Clavibacter sp.</i>	<i>Pectobacterium atrosepticum</i> 3-2	<i>Erwinia carotovora</i> 330	<i>Erwinia amylovora</i>	<i>Pseudomonas seryngae</i>
3	-	-	-	-	-
7	-	+	-	-	+
9	+	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
18	++	+	+	-	+

Примечание: «+» – зарегистрирована антибактериальная активность, «-» – антибактериальная активность отсутствует.

Антибактериальную активность штаммов проверяли по отношению к пяти фитопатогенным бактериям: *Clavibacter sp.*, *Pectobacterium atrosepticum*, *Erwinia carotovora*, *Erwinia amylovora* и *Pseudomonas seryngae*. Установлено, что два выделенных эндофита не обладали антагонистической активностью по отношению к вышеуказанным фитопатогенам, (№ 3 и № 16), штамм № 9 был активен против одного из штаммов, № 7 – против двух. Наиболее широким спектром антибактериальной активности обладал эндофитный штамм № 18.

Результаты исследований антифунгальной активности в отношении фитопатогенов *Alternaria radicina*, *Trichothecium roseum*, *Botrytis cinérea*, *Magnaporthe oryzae*, *Monilinia fructicola*, *Fusarium oxysporum* представлены на рисунке. Изучение спектра антагонистической активности показало, что все исследуемые эндофитные штаммы проявляли антифунгальную активность в диапазоне от 13 % до 94 % (№ 3 на 13-80 %, № 9 на 16-71 %, № 18 на 39-71 %, № 16 на 41-84 %, № 7 на 44-94 %). Двухфакторным дисперсионным анализом определено, что наиболее активными в отношении грибов-фитопатогенов были штаммы № 7, № 16 и № 18. Следует отметить, что для эндофитных штаммов №7 и № 18 была отмечена как антифунгальная, так и антибактериальная активность.

Таким образом, в результате проведенных работ из 83 выделенных штаммов отобраны наиболее перспективные эндофитные штаммы № 7, № 16 и № 18, которые после дальнейших детальных исследований могут стать основой для создания биопрепаратов для защиты растений и стимуляции их роста.



Примечание:

- 1 – *Alternaria radicina*,
- 2 – *Trichothecium roseum*,
- 3 – *Botrytis cinerea*,
- 4 – *Magnaporthe oryzae*,
- 5 – *Monilinia fructicola*,
- 6 – *Fusarium oxysporum*.

Антагонистическая активность (%) эндофитных бактериальных штаммов в отношении фитопатогенных грибов

Библиографические ссылки

1. Chebotar V.K. Endophytic bacteria in microbial drugs that improve plant development // Applied Biochemistry and Microbiology. V. 51. 2015. № 3. P. 271–277.
2. Гринева И.А., Савчик А.В., Феклистова И.Н. Выделение эндофитного штамма из тканей ячменя обыкновенного// Материалы Международной научно-практической конференции под ред. А.И. Вострецова, Нефтекамск: Научно-издательский центр «Мир науки», 2017. С. 30–34.
3. Фитопатогенные микроорганизмы: учеб.- метод. комплекс для студентов биол. фак. спец. G - 31 01 01 «Биология» / Р.А. Желдакова, В.Е. Мямин. Минск: БГУ, 2006.
4. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: Р 85 учеб. пособие / Под ред. Н.С. Егорова. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 1995.
5. Микробиология. Практикум: пособие / В.В. Лысак, Р.А. Желдакова, О.В. Фомина. Минск: БГУ, 2015.

Деркач С.М.¹, Димова С.Б.¹, Мягкая М.В.¹, Луценко Н.В.¹, Штанько Н.П.¹,
Наконечная Л.Т.²

¹ Институт сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства
НААН, г. Чернигов, Украина;

isgm@ukrpost.ua

² Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины,
г. Киев, Украина;

secretar@serv.imv.kiev.ua

БИОКОМПСТИРОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО СУБСТРАТА НА ОСНОВЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА ПРИ ИНТРОДУКЦИИ АССОЦИАЦИИ ГРИБОВ *TRICHODERMA HARZIANUM* 128

Установлено зависимость динамики развития микроорганизмов в компостированных субстратах на основе куриного помета от соотношения углерод/азот. Инокуляция субстрата споро-мицелиальной суспензией Trichoderma harzianum 128 на 2-й месяц компостирования способствует стремительному увеличению численности интродуцированных микромицетов, достигающей на 7-й месяц 9744 тыс. КУО/г сухого компоста. Компостирование субстрата на основе птичьего помета при участии ассоциации T. harzianum 128 обеспечивает интенсификацию минерализационных процессов, накопление агрономически ценных микроорганизмов – активных деструкторов органического вещества и продуцентов физиологически активных соединений, а также уменьшает потери углерода и азота. Полученный при участии селекционированных микромицетов биокомпост перспективен для использования в сельскохозяйственном производстве.

Was identified the dependence of microorganisms development dynamics in composted substrates based on chicken manure upon the carbon / nitrogen ratio. Substrate inoculation with the sporemycelial suspension of Trichoderma harzianum 128 provides a rapid increase in the number of introduced micromycete to the 2nd month of composting, which reaches 9744 thous. CFU/g of dry compost to the 7th month. The substrate composting based on poultry manure with the usage of the association T. harzianum 128 provides an intensification of mineralization processes, the accumulation of agronomically valuable microorganisms which are active destructors of organic matter and producers of physiologically active compounds, and also reduces losses of carbon and nitrogen. The biocompost obtained with the usage of the selected micromycetes has high potential in agricultural production.

Ключевые слова: компостирование; сукцессии микроорганизмов; птичий помет; *Trichoderma harzianum*.

Keywords: composting; succession of microorganisms; poultry manure; *Trichoderma harzianum*.

Введение

Птичий помёт относится к числу лучших видов органических удобрений. Заинтересованность в его использовании для удобрения сельскохозяйственных культур растёт в связи с интенсивным развитием птицеводства. По данным Государственной Службы Статистики Украины поголовье птицы увеличилось с 123,3 млн в 1998 г. до 202,5 млн в 2017 г. Активное развитие птицеводства повлияло на значительное накопление помета - на уровне 1,5 млн тонн в год. Однако использование помета в свежем виде как удобрения ограничено в связи с технологическими и экологическими проблемами, что приводит к его накоплению в буртах и карьерах. Это в свою очередь порождает экологическую проблему, характерную практически для всех регионов Украины. Предупредить ее можно путем переработки помета. Существует много способов его утилизации, однако, одним из наиболее перспективных, по нашему мнению, является создание биоорганических удобрений при

соблюдении научно обоснованных технологий компостирования. При этом чрезвычайно желательно получение компостов с запрограммированными характеристиками, в т. ч. и за показателем состава сообществ микроорганизмов.

Перспективным видится создание технологий компостирования органического вещества при участии интродуцированных в компостные смеси агрономически полезных микроорганизмов. По сути, такие компосты могут быть своеобразными микробными препаратами комплексного действия. Так, для компостирования органического субстрата на основе птичьего помета используют различные виды микроскопических грибов из родов *Aspergillus* P. Micheli, *Trichosporon* Behrend, *Fusarium* Link, *Sporotrichum* Link, *Mucor* Fresen., *Trichoderma* Pers. Перспективными в этом отношении являются микромицеты рода *Trichoderma*, поскольку отдельные представители этой таксономической группы имеют ценные агрономические свойства, в частности, они являются мощными биодеструкторами органического вещества, обладают антагонистическими свойствами к ряду возбудителей заболеваний культурных растений и являются продуцентами фитогормонов [1; 2].

В связи с вышеизложенным, целью нашей работы было изучение особенностей сукцессий микроорганизмов в процессе компостирования органических субстратов на основе птичьего помета, а также исследование особенностей развития ассоциации грибов *Trichoderma harzianum* 128 в компостированных субстратах при разных сроках ее интродукции.

Материалы и методы

Исследования проводили в течение 2013–2015 гг. В опыте №1 изучали особенности формирования сообществ микроорганизмов в помете в ходе процесса компостирования в зависимости от углеродно-азотного соотношения. Поскольку куриный помет имеет узкое соотношение углерода к азоту, осуществляли предварительное установление в субстрате соотношения C : N на уровне 20 : 1. Его оптимизацию осуществляли путем смешивания помета с торфом и соломой, как дополнительными источниками углерода, в рассчитанных количествах. Соответственно, схема опыта включала два варианта:

1. нативный куриный помет;
2. компостная смесь (куриный помет с соломой и торфом).

Численность микроорганизмов в компостированных субстратах определяли в динамике по соответствующим методикам [3].

В модельном опыте №2 изучали эффективность интродукции микромицетов рода *Trichoderma* в компостную смесь (куриный помет с соломой и торфом). Исследовали приживаемость и влияние на ход компостирования ранее селекционированной авторами ассоциации грибов *T. harzianum* 128. Споро-мицелиальную суспензию микромицетов вносили на различных этапах компостирования субстрата из расчета 128 тыс КОЕ / г сухого субстрата.

В опыте определяли интенсивность разложения соломы в разные периоды компостирования, а именно на 2, 3, 4, 5, 6, и 7 месяцы. Исследовали также содержание углерода и азота в субстратах в соответствии с методикой [4].

Результаты и их обсуждение

Проведенные исследования показывают, что в процессе компостирования отмечаются сукцессионные изменения в сообществе микроорганизмов, при которых в определенные периоды складываются условия доминирования той или иной эколого-трофической группы микроорганизмов. В соответствии с этим, осуществление интродукции необходимого для обогащения компостов штамма бактерий или микромицетов в разные фазы компостирования будет иметь благоприятные и неблагоприятные условия. По нашему мнению, для обеспечения лучших условий интродукции запланированный для этого микроорганизм нужно вносить перед фазой активного развития соответствующей эколого-трофической группы. Так, оптимальными периодами для интродукции аммонификаторов является первый

месяц компостирования, азотфиксирующих микроорганизмов - 6-й, микромицетов - в течение первого-второго месяцев компостирования. Интродукция микроорганизмов в эти периоды, по нашему мнению, позволит обогатить компосты полезной микробиотой.

При исследовании численности микроорганизмов в компостированных субстратах среди других представителей микробиоты в наибольшей степени нас интересовали особенности развития микромицетов, поскольку обеспечение полезными их формами теоретически может способствовать как ускорению сроков компостирования, так и обогащению компостов собственно интродуцированным штаммом и физиологически активными веществами, которые синтезируются в процессе его развития.

Практическая проверка этого предположения при использовании ассоциации *T. harzianum* 128 свидетельствует о возможности успешной интродукции грибов в компостированную смесь, особенно при внесении культуры на 2-й месяц компостирования. Так, интродукция в компостированный субстрат культуры *T. harzianum* 128 на второй месяц компостирования способствует стремительному росту численности интродуцированных микроорганизмов, что достигает на седьмой месяц компостирования 9744 тыс КОЕ / г сухого компоста.

Ассоциация *T. harzianum* 128 активно влияет на скорость минерализации органических веществ, входящих в состав компоста. В компостированном с ассоциацией микромицетов субстрате интенсивность разложения соломы значительно (в 1,8–2,5 раза) превышала контрольные показатели.

При интродукции в компостированную смесь ассоциации *T. harzianum* 128 наблюдалось уменьшение потерь углерода и азота. Так, содержание углерода в контрольном варианте (без интродуцента) уменьшилось на 18,8 %, а в варианте с использованием ассоциации грибов - на 9,5 %. Содержание азота в компосте контрольного варианта уменьшилось на 39,1 %, а варианта с интродукцией микроорганизма - на 31,4 % соответственно.

Таким образом, обогащение компостов на основе птичьего помета агрономически полезными микроорганизмами, к которым относятся и представители *T. harzianum*, является перспективным с экологической точки, так как может способствовать решению проблемы утилизации отходов птицеводства, а также с агрономической, что связано с использованием органического удобрения в сельском хозяйстве.

Библиографические ссылки

1. *Prabhakaran D. Manivannan S.* Effect of inoculating lignocellulolytic fungus on nutrient changes during different phases of composting of poultry droppings amended with bagasse // *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2014. V. 3. No. 9. P. 582–595.
2. *Trichoderma harzianum* T-78 supplementation of compost stimulates the antioxidant defence system in melon plants / A. Bernal Vicente [et al.] // *J. Sci Food Agric.* 2015. V. 95. No. 11. P. 2208–2214.
3. Экспериментальна ґрунтова мікробіологія / В.В. Волкогон [та ін.]; за ред. В.В. Волкогона. К.: Аграр. наука, 2010.
4. Агрохімічний аналіз / М.М. Городній [та ін.]; за ред. М. М. Городнього. 2-ге вид. К.: Арістей, 2005.

Жардецкий С.С., Храмцова Е.А.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь; shar-gen1313@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ИУК-ПРОДУЦИРУЮЩЕГО ШТАММА *PSEUDOMONAS MENDOCINA* 9-40 НА СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ

*Работа посвящена изучению фитопротекторных свойств ИУК-продуцирующего штамма ризосферных микроорганизмов рода *Pseudomonas*. Было показано положительное влияние бактерий на растения, находящиеся в стрессовых условиях роста. Стресс был вызван засолением почвы и внесением солей тяжелых металлов.*

*The work is devoted to the study of phytoprotective properties of the IAA-producing strain of rhizosphere microorganisms of the genus *Pseudomonas*. Positive effect of bacteria on plants under stressful growth conditions was shown. Stress was caused by salinization of the soil and the introduction of salts of heavy metals.*

Ключевые слова: бактерии стимулирующие рост растения, *Pseudomonas mendocina*, 1-аминоциклопропан-1-карбоксилат деаминаза.

Keywords: plant growth-promoting bacteria, *Pseudomonas mendocina*, 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase.

Введение

Бактерии, стимулирующие рост растений – это свободноживущие почвенные ризосферные микроорганизмы. Бактерии, относящиеся к этой группе, часто оказывают положительное влияние на рост и развитие растений, а также способствуют поддержанию здоровья растений и сохранению плодородности почв. Кроме того, некоторые виды данных микроорганизмов способны существенно повышать порог стресса растений, после которого происходит инициация их увядания и гибели. Это обусловлено снижением уровня «стрессового этилена» - растительного гормона, образование которого в тканях растения индуцируется различными внешними факторами, включая вирусные инфекции, повреждения, засуху, засоление почвы и загрязнению ее тяжелыми металлами. Указанные выше бактерии могут дезаминировать непосредственный предшественник этилена – 1-аминоциклопропан-1-карбоксилат (АЦК) с помощью собственного фермента АЦК-деаминазы.

Использование химических препаратов, блокирующих биосинтез или действие этилена, задерживает старение многих видов растений и повышает их устойчивость к стрессовым факторам среды. Однако более перспективной считается возможность снижение уровня этилена в растении без экзогенного вмешательства и использования химических веществ. Одним из таких подходов является использование бактерий, синтезирующих фермент АЦК-деаминазу [1]. Данная работа посвящена изучению способности полученного ранее штамма *Pseudomonas mendocina* 9-40 повышать устойчивость некоторых видов растений к засолению почвы, а также к высокому содержанию солей тяжелых металлов.

Материалы и методы

Определение активности фермента АЦК-деаминазы осуществляли при помощи методики, предложенной М. Нонма и Т. Shimomura, 1978 г. [2].

Для изучения способности бактерий формировать устойчивость растений к засолению почвы, семена растений высевались во влажный грунт. После 1 недели роста рассада одинакового размера была пересажена в отдельные пластмассовые стаканчики объемом 150 мл и обработана раствором NaCl в концентрации 172 ммоль и 207 ммоль. Спустя три дня рассада разделялась на 2 части. Одна часть обрабатывалась 40 мл бактериальной суспензии *P. mendocina* 9-40 в воде, а другая часть - 40 мл чистой воды (контроль). Результаты учитывали по истечении 5 недель.

При изучении влияния на устойчивость растений к тяжелым металлам использовались соли тяжелых металлов в концентрациях, превышающих ПДК в 2-5 раз: Cr (0,2 г/кг), Cu (0,36 г/кг), Pb (0,24 г/кг). В эксперименте использовались растворимые в воде соли $K_2Cr_2O_7$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $Pb(CH_3COO)_2$.

Результаты и обсуждение

В качестве объекта исследований нами использовался штамм *P. mendocina* 9-40, полученный ранее на основе почвенных ризосферных бактерий *P. mendocina* ВКМВ 1299 [1]. В результате химического мутагенеза с использованием N-метил-N'-нитро-N-нитрозогуанидина данный штамм получил способность синтезировать ИУК в количестве 90 мкг/мл. Нами было показано, что активность ключевого фермента синтеза ИУК – ИПВК-декарбоксилазы была повышена в 7 раз, при этом бактерии получили способность значительно стимулировать рост растений [3]. Так обработка семян огурца сорта «ТСХА 98» ИУК-продуцирующими бактериями *P. mendocina* 9-40 вызвала увеличение длины корней проростков по сравнению с диким типом в 2,3 раза. При этом необходимо отметить, что проростки, полученные из семян, обработанных *P. mendocina* 9-40, отличались сильным развитием боковых и придаточных корней. Под воздействием суспензии клеток *P. mendocina* 9-40 длина корней проростков томата на 5-е сутки роста увеличилась в 1,9 раза по сравнению с контролем (дикий тип), а масса проростков в 1,8 раза. Эти данные подтверждают фитостимулирующий эффект инокуляции семян не только огурца, но и томатов суспензией клеток *P. mendocina* 9-40.

При изучении влияния данных бактерий на рост рапса также показан ярко выраженный ростостимулирующий эффект. На 7-е сутки длина корешков опытных проростков были в 1,33 раза больше контрольных (вода). Разница по массе проростков составила 1,8 раза [4].

ПЦР-скрининг на наличие гена АЦК-деаминазы в данном штамме оказался положительным, поэтому наряду со стимуляцией роста важным было изучить способность данных микроорганизмов способствовать повышению стрессоустойчивости растений.

Было показано, что удельная активность АЦК-деаминазы в штамме *P. mendocina* 9-40 находится на уровне 1,06 мкмоль*мин/мг белка, что также подтверждало возможность использования исследуемых бактерий для повышения устойчивости растений к стрессовым факторам.

На следующем этапе исследовалась способность штамма *P. mendocina* 9-40 повышать сопротивляемость растений томатов к стрессовым факторам среды, таким как засоление почвы и загрязнению ее солями тяжелых металлов.

Используемые концентрации хлорида натрия приводили к уменьшению длины стебля и корней, а также биомассы растений. Однако при внесении в почву суспензии бактерий *P. mendocina* 9-40, степень подавления роста была ниже, и растения имели большую массу, чем контрольные. Для рассады томатов были получены следующие данные: при концентрации соли 172 ммоль опытные растения превосходят контроль по длине стебля в 1,1 – 1,2 раза, и по массе в 1,2 раза; при концентрации соли 207 ммоль – по длине стебля в 1,4 – 1,6 раза, по длине корня в 1,2 раза и по массе в 1,2 раза (табл.1). Из полученных данных следует, что фитопротекторные свойства штамма становятся более выраженными с увеличением негативного влияния на растения.

Проверка способности штамма *P. mendocina* 9-40 повышать устойчивость растений томатов к высоким концентрациям солей тяжелых металлов показала следующие результаты.

При внесении в почву используемых концентраций солей, растения, которые были обработаны изучаемым штаммом, уже по истечению 10 дней показывали разницу в росте и развитии. Опытные растения имели в 2 раза большую длину стебля, в 2,3 раза большую длину корня и в 3,4 раза большую массу по сравнению с контрольными растениями, в случае почвы с солью хрома Cr (табл.2). В случае загрязнения солями меди (Cu) эти отличия были равны 1,3, 2,0 и 3,5 раза соответственно (табл.2). В случае превышения ПДК свинца (Pb) – 0,7, 1,3 и 2,4 раза соответственно (табл.3).

Таблица 1. Влияние бактерии *P. mendocina* 9-40 на устойчивость растений томатов к солевому стрессу

Параметры	Концентрация соли 172 ммоль		Концентрация соли 207 ммоль		Не загрязнённая металлами почва
	вода	<i>P.mendocina</i> 9-40	вода	<i>P.mendocina</i> 9-40	
Длина стебля, см	15,6±1,2	17,3±1,3	10,5±1,2	15,8±1,35	16,8±1,3
Длина корня, см	14,8±1,1	15,5±1,1	11,8±1,1	14,0±2,9	15,1±1,1
Масса, г	3,2±0,2	3,9±0,2	2,2±0,1	3,3±0,1	3,8±0,2

Таблица 2. Влияние бактерии *P. mendocina* 9-40 на устойчивость растений томатов к солям тяжёлых металлов (Cr и Cu)

Параметры	Загрязнение почвы Cr (0,2г/кг)		Загрязнение почвы Cu (0,36 г/кг)		Не загрязнённая металлами почва
	вода	<i>P.mendocina</i> 9-40	вода	<i>P.mendocina</i> 9-40	
Длина стебля, см	4,8±0,6	9,2±1,2	6,4±0,8	8,5±1,7	10,7±1,3
Длина корня, см	3,5±0,5	8,0±1,1	5,0±0,7	10,0±1,4	10,0±1,4
Биомасса, г	0,32±0,02	1,08±0,3	0,38±0,1	1,35±0,4	1,46±0,6

Таблица 3. Влияние бактериальной АЦК-деаминазы на повышение устойчивости томатов к солям тяжёлых металлов (Pb)

Параметр	Загрязнение почвы Pb (0,24 г/кг)		Не загрязнённая металлами почва
	вода	<i>P.mendocina</i> 9-40	
Длина стебля, см	5,1±0,5	7,1±0,6	6,5±1,0
Длина корня, см	2,1±0,3	2,8±0,4	3,0±0,3
Биомасса, г	0,1±0,08	0,24±0,07	0,2±0,06

Исходя из полученных данных можно сделать следующие выводы:

Полученный нами штамм *P.mendocina* 9-40 с повышенным уровнем синтеза ИУК может не только стимулировать рост растений, но и, продуцируя фермент АЦК-деаминазу, способен существенно повышать устойчивость растений к стрессам, вызванным засолением почвы и загрязнением ее солями таких тяжелых металлов как медь, хром и свинец. Последнее свойство данного штамма делает его хорошим объектом для производства биологического препарата в целях использования не только в сельском, но и в городском хозяйствах, для предотвращения гибели зеленых насаждений от чрезмерных концентраций солей в почве и воздухе.

Библиографические ссылки

1. Жардецкий С.С., Храмова Е.А., Максимова Н.П. ИУК_продуцирующая способность мутантных бактерий *Pseudomonas mendocina* ВКМВ1299, устойчивых к токсическим аналогам триптофана// Материалы международной конференции “Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии 26-28 мая 2004 г. Минск., С. 147–148.
2. Nonna M., Shimomura T. Metabolism of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid // Agric. Biol. Chem. 1978.– Vol. 42. № 10. P. 1825–1831.
3. Жардецкий С.С., Храмова Е.А., Максимова Н.П. Получение регуляторных мутантов бактерий *Pseudomonas mendocina* ВКМВ1299, обладающих ростостимулирующей активностью в отношении ряда сельскохозяйственных культур// Материалы III-го съезда ВОГиС “Генетика в XI веке: современное состояние и перспективы развития” 6-12 июня 2004 г. Москва. С. 377.
4. Жардецкий С.С., Храмова Е.А., Малашевич В.В. Влияние ИУК- синтезирующего штамма *Pseudomonas mendocina* на рост культуры рапса// Материалы IV Международной научной конференции «Регуляция роста, развития и продуктивности растений», 26 – 28 октября 2005 г, Минск. 2005. С. 82.

Жариков Г.А., Крайнова О.А., Марченко А.И., Жариков М.Г., Сигаев В.И.

Научно-исследовательский центр токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов – филиал ФГБУ «Государственный научный центр «Институт иммунологии» ФМБА России, Московская область, Серпуховский район, п. Большевик, РФ; Zharikov@toxicbio.ru

ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПЕСТИЦИДАМИ, И СКЛАДОВ ЯДОХИМИКАТОВ

В ходе многолетних экспедиционных работ на территории России отобраны образцы почв возле складов ядохимикатов, на химических и нефтехимических предприятиях, с полей длительное время обрабатываемых пестицидами и гербицидами. Из них выделены и охарактеризованы микроорганизмы, разлагающие фосфорорганические и хлорорганические соединения, глифосат, имазетапир, сульфонилмочевину, полихлорированные бифенилы, нефтепродукты, полициклические ароматические углеводороды, этиленгликоль, фенолы... Ряд перспективных штаммов биодеструкторов депонирован во Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (г. Москва) и запатентован.

Разработана биотехнология микробиологической очистки почвы и стен зданий, загрязненных пестицидами, подобрано необходимое аппаратное обеспечение работ. Проведена оценка токсикологической опасности для персонала, выполняющего эти работы, образующихся биологических аэрозолей микроорганизмов-деструкторов.

In the course of many years of expedition work on the territory of Russia, samples of soils near the warehouses of pesticides, chemical and petrochemical enterprises, fields cultivated for a long time by pesticides and herbicides were selected. Microorganisms that decompose organophosphorus and organochlorine compounds, glyphosate, imazethapyr, sulfonylurea, polychlorinated biphenyls, petroleum products, polycyclic aromatic hydrocarbons, ethylene glycol, phenols have been isolated and characterized. A number of promising strains of biodestructors are deposited in the All-Russian Collection of Industrial Microorganisms (Moscow) and patented.

The biotechnology of microbiological soil cleaning and walls of buildings contaminated with pesticides has been developed, the necessary hardware support for the work has been selected. An assessment of the toxicological hazard for the personnel performing these works of the biological aerosols formed by the microorganisms-destructors is carried out.

Ключевые слова: биоремедиация почв; пестициды; гербициды; микроорганизмы-деструкторы; аппаратура для мелкодозированного внесения.

Keywords: bioremediation of soils; pesticides; herbicides; microorganisms-destructors; equipment for small-scale application.

Введение

В настоящее время для очистки почвы от токсичных химических веществ все шире применяют экологически безопасные технологии микробиологической биоремедиации. Однако, недостаточно разработана методология внесения микроорганизмов в почву и на стены зданий для биоремедиации, не оценена токсикологическая опасность образующихся аэрозолей микроорганизмов для персонала, выполняющего эти работы.

Результаты исследований

В ходе многолетних экспедиций проведен отбор более 500 почвенных образцов в Краснодарском крае, Московской, Саратовской и Ленинградской областях, на космодроме Байконур. При выборе мест отбора проб предпочтение отдавалось участкам возле складов ядохимикатов, химических и нефтеперерабатывающих предприятий, в местах аварийных разливов ядохимикатов, на полях длительное время обрабатываемых гербицидами.

Для выделения микробных изолятов использовали метод накопительных культур. Затем на минимальной солевой среде, где в качестве единственного источника углерода был внесен пестицид, осуществляли поиск и селекцию микроорганизмов-деструкторов. По результатам проведенных лабораторных и полевых исследований были отобраны высокоэффективные штаммы деструкторов различных пестицидов.

Оценку безопасности штаммов проводили на базе виварного комплекса НИЦ ТБП на лабораторных линиях беспородных белых мышей и белых крыс по 4 критериям, принятым в международной практике для микроорганизмов-продуцентов лекарственных препаратов. Проведенными токсикологическими исследованиями было установлено отсутствие патогенных свойств у выделенных микроорганизмов, что позволяет их использовать без ограничений при проведении работ по биоремедиации почв.

Организован и поддерживается в активном состоянии музей штаммов микроорганизмов – деструкторов в отделе экологической биотехнологии НИЦ ТБП. Наиболее активные штаммы биодеструкторов депонированы во Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (ВНИИгенетики, г. Москва) и запатентованы в России и США, на них оформлены международные патентные заявки РСТ.

Разработана методология и подобрано оборудование для мелкодозированного внесения микробной суспензии в почву и на стен зданий, загрязненных пестицидами, для биоремедиации. Определены основные требования к мощности оборудования и условиям его эксплуатации, типам распылительных головок. По результатам тестовых испытаний, для мелкодозированного внесения (методом полива) в почву и на стены зданий микробной суспензии, был выбран бензиновый водяной насос Profer и распылитель с форсуночным соплом. Это позволяет дозированно и безопасно для оператора обрабатывать участки почвы и вертикальные поверхности зданий на расстоянии до 5 метров. Результаты испытаний показали, что при мелкодозированном аэрозольном нанесении в почву и на вертикальные поверхности зданий, гибели микроорганизмов от повышенного давления и под воздействием солнечного излучения не выявлено.

Проведены токсиколого-гигиенические исследования, основной целью которых являлась оценка уровня бактериального загрязнения воздуха рабочей зоны при опрыскивании вертикальных и горизонтальных поверхностей здания, а также почвы, мелкодозированным аэрозолем бактериальной суспензии. Результаты аэрозольных испытаний показали, что при обработке вертикальных поверхностей помещения выявлен высокий уровень бактериальной обсемененности воздуха – более 10^6 КОЕ/м³, что значительно превышает ПДК, установленные для промышленных микроорганизмов рода *Rhodococcus* – 5×10^4 КОЕ/м³ (ГН 2.2.6.2178-07). Высокий уровень обсемененности воздуха помещения сохраняется не менее 30 минут. Концентрация бактерий штамма-деструктора в воздухе рабочей зоны при обработке внешних вертикальных стен здания, и при обработке почвы опытной делянки имела значения, близкие к ПДК. В результате проведенных лабораторных и полевых деляночных исследований были установлены уровни микробной обсемененности воздуха рабочей зоны бактериями штамма-деструктора при различных условиях проведения процедур биоремедиации. Показано, что при обработке стен зданий микробными суспензиями обслуживающему персоналу необходимо использовать респираторы и защитную одежду.

В качестве благотворительной акции, была проведена очистка восстанавливаемого Знаменского храма в Пензенской области, ранее использовавшегося как склад удобрений и пестицидов. В результате обработки микробной биомассой внутренних стен, грунта внутри Храма и почвы вокруг здания, загрязняющие вещества были разложены, исчез запах, а почва стала не токсичной. Были даны рекомендации по обустройству стен и пола. В настоящее время в Храме возобновлено проведение церковных служб.

Заключение

По результатам проведенных лабораторных и полевых исследований организован музей штаммов микроорганизмов – деструкторов пестицидов в отделе экологической биотехнологии НИЦ ТБП.

Разработанная методология и испытанное оборудование для мелкодозированного внесения микроорганизмов-деструкторов в почву и на стены зданий рекомендуется для практического применения при проведении работ по биоремедиации территорий, загрязненных токсичными химическими веществами.

При обработке стен зданий микробными суспензиями обслуживающему персоналу необходимо использовать респираторы и защитную одежду. Это позволит снизить риск возникновения профпатологий у работников, занятых на работах по рекультивации загрязненных почв и очистке складов ядохимикатов.

Исследования проводили по государственным заданиям ФМБА России № 22.001.17.800 по теме «Разработка нормативно-технической документации по биоремедиации территорий предприятий, загрязненных токсичными химическими веществами» и № 22.002.17.800 «Разработка и токсиколого-гигиеническая оценка микробиологической технологии очистки почв, загрязненных компонентами ракетных топлив».

Библиографические ссылки

4. Веретенников Ю.М., Овсянкина А.В. Время распылять... и время выбирать. Воронеж: ВГУ, 2006.
5. ГН 2.2.6.2178-07 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в воздухе рабочей зоны»
6. Капранов В.В., Жариков Г.А., Дядищев Н.Р. Штамм дрожжей *Hansenula californica*, разлагающий полихлорированные бифенилы: патент России № 2155803 от 13.02.98
7. Капранов В.В., Жариков Г.А., Боровик Р.В. Штамм бактерий *Alcaligenes latus*, разлагающий полихлорированные бифенилы: патент России № 2155804 от 13.02.98.
8. Жариков Г.А., Крайнова О.А., Капранов В.В., Дядищева В.П., Киселева Н.И. Штамм бактерий *Rhodococcus globerus* 19 Ф, разлагающий 1,1-диметилгидразин (гептил): патент России № 2236453 от 18.09.2002
9. Жариков Г.А., Крайнова О.А., Киселева Н.И., Медведева Н.Г., Зайцева Т.Б., Зиновьева С.В. Штамм *Rhodococcus erythropolis* для биодеградации продуктов гидролиза иприта, штамм *Pseudomonas putida* для биодеградации продуктов гидролиза иприта и способ биоремедиации почвы, загрязненной ипритом и продуктами его гидролиза: международная заявка на патент РСТ – ЗСЕ/RU/2007/000192. Междунар. публик. ВО 2008/130262 от 30.10.2008.
10. Леонтьевский А.А., Ермакова И.Т., Шушкова Т.В., Ковалева М.Н., Жариков Г.А., Киселева Н.И. Штамм бактерий *Achromobacter* sp. – деструктор органофосфонатов и способ его применения для биоремедиации почв: патент России № 2401298 от 18.02.2009.

Жариков М.Г.¹, Кочкаров А. Х-М.¹, Бакуев Ж.Х.²

¹ООО НПО «Эко Ойл Сервис», г. Москва, РФ;

<http://ecooilservice.ru>, ZharikovM@mail.ru

²ФГБНУ «СевКавНИИГиПС», Нальчик, РФ;

kbrapple@mail.ru

ИСПЫТАНИЯ НОВОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ С РОСТСТИМУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТЬЮ «АРКСОЙЛ» НА ПЛОДОВЫХ И ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

Центральная часть Северного Кавказа является одной из ведущих регионов сельскохозяйственного производства юга Российской Федерации, где наметили большую программу развития интенсивного садоводства. Для выращивания сеянцев и саженцев декоративных и плодовых деревьев, кустарников, цветочных культур создают специальные питомники, в которых невозможно обойтись без применения удобрений и пестицидов.

Для получения качественного посадочного материала и повышения урожайности плодовых культур большое значение занимает применение новых удобрений, содержащих не только макро- и микроэлементы, но и имеющих в своем составе витамины, аминокислоты и другие биологически активные вещества, обладающие ростостимулирующими свойствами. К таким комплексным удобрениям относится «Арксойл». Проведённые в ФГБНУ «СевКавНИИГиПС» испытания показали высокую эффективность биопрепарата не только в повышении урожайности плодовых деревьев, но и в качестве корнеобразователя при черенковании декоративных растений.

The Central part of the North Caucasus is one of the leading regions in agricultural production in the South of the Russian Federation, where he outlined a large program of intensive horticulture. For growing seedlings and saplings of decorative and fruit trees, shrubs, flower crops create special nurseries, in which it is impossible to do without the use of fertilizers and pesticides.

To obtain high-quality planting material and yield of fruit crops of great importance is the application of new fertilizer, which contains not only macro - and microelements, but also having in its composition vitamins, amino acids and other biologically active substances with growth stimulating properties. These special fertilizers include "Arksoil". Held in FSBSI "SevKavNIIGIPS" tests have shown high efficiency of a biological product not only in increasing the yield of fruit, but also as corporativas when cuttings of ornamental plants.

Organic fertilizer is available in several formulations (CNE concentrate nano-emulsion, CCS– concentrate of colloidal solution, SP – wettable powder) and can be applied on some crops grown by farmers throughout the Russian Federation.

Ключевые слова: стимулятор роста; КНЭ – концентрат наноэмульсии; ККР – концентрат коллоидного раствора; СП – смачивающийся порошок.

Keywords: growth stimulator; CNE – nanoemulsion concentrate; CCS – concentrate of colloidal solution; SP – wettable powder.

Введение

Органоминеральное удобрение «Арксойл» выпускается в нескольких препаративных формах (КНЭ – концентрат наноэмульсии, ККР – концентрат коллоидного раствора, СП – смачивающийся порошок) и может быть применено на ряде культур, выращиваемых сельхозпроизводителями по всей территории Российской Федерации.

Применение «Арксойл» ККР и КНЭ при выращивании яблонь.

Испытания нового органоминерального удобрения «Арксойл» в формах ККР и КНЭ проводили в 2017 году на сортах яблони Лигол, Либерти и Пиново. В эксперименте участвовали молодые деревья возрастом до 5 лет. Внекорневые подкормки проводили в разные фазы развития деревьев, а именно в фазы «розовый бутон», «цветение», «после осыпания завязи».

В результате внекорневых подкормок ККР и КНЭ выявлена тенденция ростовой активности деревьев яблони. По годовичному приросту побегов по трем сортам превышение над контролем составило по ККР до 12 %, по КНЭ – 10 %.

Таблица 1. Урожайность и средняя масса плода яблони в зависимости от внекорневых подкормок

Варианты опыта	Лигол		Либерти		Пиново	
	урожай с одного дерева, кг	средняя масса плода, г	урожай с одного дерева, кг	средняя масса плода, г	урожай с одного дерева, кг	средняя масса плода, г
Контроль(безудобрений)	15,5	147,3	13,8	125,2	17,8	98,8
ККР	17,5	156,4	15,6	135,0	22,4	112,6
КНЭ	18,2	160,6	16,9	139,6	21,0	115,2

Данные таблицы 1 свидетельствуют об эффективности использования внекорневых подкормок ККР и КНЭ. Наилучшие показатели получены в варианте применения КНЭ.

Определенные изменения произошли в химическом составе плодов. Содержание сухих веществ и сумма сахаров по изучаемым сортам выше оптимального содержания на 1–2 %. По содержанию сухих веществ в плодах выделился сорт Либерти, где оно составило от 13,5 до 15 %, при оптимальном содержании 12–14 %, По всем сортам содержание витамина «С» выше контрольного на 1,2–2,4 %.

Применение «Арксойл» КНЭ для черенкования декоративных культур.

Черенкование проводилось в апреле месяце одревесневшими черенками, в условиях защищенного грунта. При черенковании применяли органоминеральное удобрение с ростостимулирующей активностью – «Арксойл», концентрат наноэмульсии (КНЭ).

Для черенкования отбирались однотипные побеги с хорошо освещённых участков кроны. Хвойные растения нарезались длиной 15–20 см. Хвоя с погружавшейся в субстрат части черенков удалялась. Свежесрезанные черенки замачивались в 3-% растворе Арксойла КНЭ в течение пяти часов. В качестве контроля черенки замачивались в воде в течение такого же времени. Плотность размещения черенков в парнике составила в среднем 200 шт./м².

Условия укоренения черенков направлено на создание режимов, повышающих интенсивность фотосинтеза и снижающих транспирацию. Для достижения этого режим поливов сводился к тому, чтобы на черенках была постоянная тонкая плёнка воды. Оценку укореняемости проводили еженедельно. Учитывали число образовавшихся каллюса, корней, рост побегов, отпад и т.д.

Таблица 2. Процесс корнеобразования одревесневших черенков под действием «Арксойл» КНЭ

Вид	Число дней после посадки				Укореняемость, %	
	образование каллюса		образование корней		Арксойл КНЭ	Контроль
	Арксойл КНЭ	Контроль	Арксойл КНЭ	Контроль		
Можжевельник казацкий (форма стелющаяся)	27	36	40	50	84,4	50,3
Кипарисовик Лавсона	35	46	51	57	74,2	42,3
Тис ягодный	40	52	56	62	25	-
Лавровишня	37	48	54	60	20	-

Выявлена различная степень укореняемости черенков (табл. 2). Самый высокий процент укореняемости среди хвойных пород был отмечен у можжевельника казацкого (форма стелющийся). При применении «Арксойл» КНЭ корни образовались у 84,4 % черенков, что выше по сравнению с контролем на 34,1 %. У кипарисовика Лавсона укореняемость ниже в 1,3 раза. Тис ягодный и лавровишня в контроле не укоренились и с применением Арксойл КНЭ отмечено низкое образование корней - 25 и 20 % соответственно.

В летний период проводилось черенкование плечистых и чайно-гибридных роз, зелеными черенками. Черенки нарезались с 5-ю почками. Нижний срез проводился непосредственно под почкой, верхний на 1 см выше почки. Две почки погружались в субстрат, одна почка на уровне с субстратом и две

почки на поверхности. Листья с трех нижних почек удалялись. Черенки высаживались под углом в 45°. При черенковании роз также применяли Арксоил КНЭ. Схема опыта идентична с размножением хвойных пород.

У плечистых роз все процессы корнеобразование происходили на 7–8 дней раньше с применением Арксоил КНЭ. Укореняемость выше в сравнении с контролем на 7,1 % (табл. 3).

У сортов чайно-гибридных роз: Паскаль, Черная Магия и Глория Дей процессы корнеобразования происходят примерно одинаково, с разницей в 1–3 дня. Процент укореняемости с применением Арксоил КНЭ выше 50 %. В контроле укореняемость составила от 35,2 до 45,2 %.

Таблица 3. Процесс корнеобразования зеленых черенков под действием Арксоил КНЭ

Вид	Число дней после посадки				Укореняемость, %	
	образование каллюса		образование корней		АрксоилКНЭ	Контроль
	АрксоилКНЭ	Контроль	АрксоилКНЭ	Контроль		
Розы плетистые	20	28	28	35	55,4	48,3
Розы чайно-гибридные (сорта)						
Паскаль	23	29	30	37	57,4	45,2
Черная магия	24	31	33	40	51,1	40,6
Глория Дей	24	30	33	37	54,3	43,4
Майнзер Фастнахт	30	37	37	44	52,3	35,2

В результате проведенных исследований было получено, что все виды и сорта растений отзывчивы на обработку стимулятором корнеобразования Арксоил КНЭ, при применении которого все процессы корнеобразования происходят интенсивней и укореняемость выше на 7,1–34,1 % в сравнении с контролем.

Выводы

1. Внекорневая подкормка органоминеральным удобрением «Арксоил» в формах ККР и КНЭ способствует повышению ростовой активности деревьев яблони. По сравнению годичного прироста побегов с контролем превышение составило по ККР до 12 %, по КНЭ – 10 %.

2. Использование удобрения «Арксоил» приводит к изменению в химическом составе плодов. Содержание сухих веществ и сумма сахаров по изучаемым сортам выше контрольного значения на 1–2 %, содержание витамина «С» выше на 1,2–2,4 %, содержание сухих веществ также возрастает на 1,5–2,0 %.

3. Применение «Арксоил» в форме КНЭ способствует более высокому проценту укоренения всех испытываемых декоративных растений. Все процессы корнеобразования происходят интенсивней и укореняемость выше на 7,1–34,1 % в сравнении с контролем.

Библиографические ссылки

1. Оптимизация систем удобрений в Центральном Предкавказье / А.Н. Есаулко [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 63–65.
2. Бербеков В.Н., Бакуев Ж.Х., Гаглоева Л.Ч. Интенсивное садоводство на склонах Центральной части Северного Кавказа: монография. Нальчик: Принт Центр, 2016.
3. Бакуев Ж.Х. Интенсификация садоводства в предгорьях Кабардино-Балкарии. Нальчик: Принт-Центр, 2012.
4. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур / В. В. Агеев [и др.]. Ставрополь, 2008.
5. Повышение эффективности горного и предгорного садоводства на Северном Кавказе / П.Г. Лучков [и др.] // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2005. № 4. С. 36–39.

Жилкибаев О.Т.¹, Шоинбекова С.А.¹, Тукенова З.А.², Ибраева М.А.³, Рымжанова З.А.⁴

¹ Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы РК;

zhilkibaevoral@mail.ru

² Казахстанский инженерно-технологический университет, г. Алматы, РК.

³ Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, г. Алматы, РК.

⁴ Павлодарский государственный педагогический институт, г. Павлодар, РК.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ ОРГАНИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР РОСТА РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ И ФУЛЬВОВЫХ КИСЛОТ

В тезисах показаны как из высокоокисленного бурого угля и низинного торфа экстракцией щелочными реагентами с добавлением комплекса аминокислот, натуральных фитогормонов природного происхождения и микро- и макроэлементов получен новый отечественный регулятор роста растений. Отличительной особенностью и научной новизной предлагаемого проекта от традиционных, является использование натуральных аминокислот, фитогормонов выделенных из растительного сырья с включением микро- и макроэлементов в определенной рецептуре.

The theses show both the highly-oxidized brown coal and low-peat peat with the addition of a complex of amino acids, natural phytohormones of natural origin and micro- and macroelements, a new domestic regulator of plant growth (RPG) has been obtained. The novelty of the study is the use of natural amino acids, phytohormones isolated from plant raw materials with the inclusion of micro- and macroelements in a certain recipe.

Ключевые слова: бурый уголь; торф; фитогормон; регулятор роста растений; урожайность.

Keywords: brown coal; peat; phytohormones; plant growth regulator; productivity.

Данная работа является продолжением наших [1–3] предыдущих фундаментальных систематических исследований и направлена на получение новых результатов в области сельского, лесного хозяйства, почвоведения, агрохимии и экологии.

В Казахстане 70 % территории подвержено процессу опустынивания. В настоящее время из 182 млн га пастбищных земель Казахстана 14 млн га полностью выведены из оборота, а общая площадь деградации превысила 50 млн га, что выражается в сильном и очень сильном опустынивании. В лесостепной и степной зонах республики пастбища занимали 34,8 млн. га, из них 5,6 млн. га сильно деградированы. На сегодня в Казахстане леса при включении в покрытие лесом земли саксауловых лесопастбищ и зарослей кустарников составляет всего 4,5 %, реальная лесистость при включении в состав лесов только древостоев составляет 2,3 %. [4; 5].

Одним из приоритетных направлений развития республики – это поиск путей повышения эффективности сельскохозяйственного производства со значительным снижением энергозатрат, т.е., взамен традиционным технологиям должны прийти инновационные приемы земледелия. Наиболее действенным способом повышения почвенного плодородия и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур является применение органических удобрений. Именно они позволяют поднять содержание гумуса в почве, улучшить почвенную структуру, избежать многих негативных последствий применения искусственных средств химизации. В целом без использования в земледелии органических удобрений невозможно соблюсти экологическое равновесие в природе.

Поэтому, создание новых высокоэффективных и низкочастотных отечественных универсальных органических регуляторов роста растений (ОРР) с комплексными свойствами (регулирующие, антистрессовые, иммуностимулирующие, влагоудерживающие и т.д.) на основе гуминовых и фульвовых кислот приобретает особую актуальность.

В связи с этим, нами из высокоокисленного бурого угля и низинного торфа экстракцией щелочными реагентами с добавлением комплекса аминокислот, натуральных

фитогормонов природного происхождения и микро- и микроэлементов получен новый отечественный регулятор роста растений. Отличительной особенностью и научной новизной предлагаемого проекта от традиционных, является использование натуральных аминокислот, фитогормонов выделенных из растительного сырья с включением микро- и макроэлементов в определенной рецептуре.

Проведенные углубленные лабораторные и демонстрационные полевые (мелкоделяночные) сравнительные испытания на зерновых, овощных, кормовых и других культур показали высокую эффективность применения нового отечественного универсального органического регулятора роста растений.

Препарат был испытан на всхожесть, рост и развитие семян ели Тянь-Шаньской (*Piceaschrenkiana*), сосны обкновенной (*Pinaceae*) и Саксаула чёрного (*Halóxylonaphyllum*). Проведенные лабораторные и полевые испытания показали, что новый органический регулятор роста растений обеспечило высокую всхожесть семян, стимулирует рост и развитие сеянцев.

Отечественный универсальный органический регулятора роста растений является натуральным продуктом и относится к препаратам, повышающий их всхожесть и урожайность. Предназначено для всех видов сельскохозяйственных культур в любых почвенно-климатических зонах. Способствует выращиванию экологически чистой агропродукции. Снижению содержания тяжелых металлов, радионуклидов и нитратов в продуктах. Позволяет производить более качественную и экологически чистую продукцию (с высоким содержанием углеводов, белков, липидов и других ценных веществ).

Применяется: для предпосевной обработки семян, для листовой подкормки растений в период вегетации, для послеуборочной обработки грунта. Полностью растворяется в воде, что позволяет использовать его, применяя опрыскиватели и капельные системы полива.

Применение данного продукта в сельскохозяйственном производстве позволяет повысить урожайность, всхожесть, получить прибавку урожая с улучшением качества и устойчивость растений к заболеваниям и неблагоприятным условиям (засуха, заморозки, засоленность). Восстановлению и повышению плодородия почвы и активации почвенных микроорганизмов. Увеличение всхожести семян и корневой системы, улучшению приживаемости рассады, сеянцев и саженцев при пересадке. Усиление водоудерживающей способности почвы, принимает активное участие в образовании гумуса, ускоряет синтез хлорофилла и созревание урожая на 10–12 дней. Повышение эффективности минеральных удобрений и пестицидов, сокращая их применение на 30–50 %. Обладает выраженными антиоксидантными свойствами, принимает активное участие в нейтрализации и выводе токсинов. Можно использовать в «органическом» земледелии для получения экологически чистой продукции.

Конкурентное преимущество – высокая эффективность, широкий спектр культур, увеличение урожайности, улучшение вкусовых качеств, 100 % натуральный, безопасный для людей, экологически чистый продукт, полностью растворяется в воде, низкая доза применения – предпосевная обработка семян – 150–300 г на 1 тонну, расход удобрения для обработки (опрыскивания) – 150 г на гектар. Совместим с большинством водорастворимыми удобрениями и пестицидами, постоянное увеличение гумуса, длительные сроки хранения. По своей биологической эффективности на уровне с лучшим мировым средствам защиты, а по экологической безопасности и стоимости на гектар посевов превосходит их.

Применение данного препарата в сельскохозяйственном производстве позволит повысить урожайность, всхожесть, получить прибавку урожая с улучшением качества и устойчивость растений к заболеваниям и неблагоприятным условиям (засуха, заморозки, засоленность). Восстановлению и повышению плодородия почвы и активации почвенных микроорганизмов. Увеличение корневой системы, улучшению приживаемости рассады, сеянцев и саженцев при пересадке. Усиление водоудерживающей способности почвы,

принимает активное участие в образовании гумуса, ускоряет синтез хлорофилла и созревание урожая на 10–12 дней. Повышение эффективности минеральных удобрений и пестицидов, сокращая их применение на 30–50 %. Обладает выраженными антиоксидантными свойствами, принимает активное участие в нейтрализации и выводе токсинов.

Библиографические ссылки

1. Creation and introduction of highly effective ecologically safe regulators of plants growth for increase of agricultural crops / O.T. Zhilkibayev [et al.] // 6th International multidisciplinary scientific conferences & EXPO SGEM 2016. 2016. Vol. 1. P. 493–508.
2. Universal Organic Fertilizers "EldOrost" / O. Zhilkibayev [et al.] / From Molecular Analysis of Humic Substances – to Nature-like Technologies (НИТ 2017). October 15-21, 2017. Lomonosov Moscow State University, Moscow. Russia. 2017. P. 139–140.
3. Zhilkibayev O., Glubokiy V. Creation and introduction of new domestic complex highly effective organic regulator of plant growth for increase the yield of agricultural cultures // In the proceedings are published materials of the XIIth International Scientific and Practical Conference daRostim 2017 "Technological aspects of modern agricultural production and environmental protection", 8 -11 November 2017, Almaty, Kazakhstan. 2017. P. 95–97.
4. Проблема опустынивания в Казахстане. [Электронный ресурс] / URL: <https://www.ronl.ru/stati/ekologiya/232769/> (дата обращения: 29.05.2018).
5. Шоинбекова С.А., Жилкибаев О.Т., Курманкулов Н.Б. Современное состояние и перспективы применения регуляторов роста растений в сельском хозяйстве // Известия научн.-техн. Общества «Кахак». 2013. № 1 (40). С. 113–123.

Капанов В.В.

Научно-исследовательский центр токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения Государственный научный центр «Институт иммунологии» Федерального медико-биологического агентства России (НИЦ ТБП), г. Серпухов, РФ;
microb@rambler.ru

ПРОЦЕДУРА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАКЛЮЧЕНИЯ ПО ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ АГРОХИМИКАТА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ В РЕЕСТРЕ АГРОХИМИКАТОВ И ПЕСТИЦИДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Описана процедура разработки и получения токсиколого-гигиенического заключения на агрохимикат или пестицид с целью его регистрации в России на основании закона 109ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» и Приказа N 225 «О санитарно-эпидемиологической экспертизе пестицидов и агрохимикатов».

The procedure for developing and obtaining of a toxicological and hygienic certificate for agrochemical or pesticide with the purpose of its registration in Russia is described on the basis of the Law 109FZ "About Safe Management of Pesticides and Agrochemicals" and Order No. 225 "About the Sanitary and Epidemiological Examination of Pesticides and Agrochemicals".

Ключевые слова: токсиколого-гигиеническое заключение; агрохимикат; пестицид; сельское хозяйство.

Keywords: toxicological and hygienic certificate; agrochemical; pesticide; agriculture.

Введение

Для применения в сельском хозяйстве Российской Федерации агрохимикатов и пестицидов они, согласно закону 109ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами», должны быть зарегистрированы в реестре агрохимикатов и пестицидов Министерства сельского хозяйства РФ. Начальным этапом регистрации является разработка и получение токсиколого-гигиенического заключения на основании Приказа N 225 «О санитарно-эпидемиологической экспертизе пестицидов и агрохимикатов» [1; 2].

Для получения заключения необходимо обратиться НИЦ ТБП (Серпухов, Московская область) с заявкой на проведение токсиколого-гигиенической экспертизы установленного образца и сформированным досье на Ваш агрохимикат.

В досье входя следующие документы:

1. Технические условия, или в случае их отсутствия паспорт безопасности (национальный)
2. Регламент производства ли выписку из данного регламента с описанием технологического процесса получения данного агрохимиката.
3. Протоколы испытаний агрохимиката на:
 - а) Тяжелые металлы – Свинец, Кадмий, Ртуть, Мышьяк. Если в данном агрохимикате присутствуют только микроорганизмы и остатки питательной среды с продуктами метаболизма данные исследования не проводятся.
 - б) Наличие патогенной микрофлоры в 25гр. продукта (сальмонеллы и др.)
 - в) Эффективная активность техногенных и природных радионуклидов. Если в данном агрохимикате присутствуют только микроорганизмы и остатки питательной среды с продуктами метаболизма данные исследования не проводятся.
4. Паспорта на микроорганизмы продуценты и свидетельства о депонировании.
5. Справка или иной документ подтверждающий безопасность данных микроорганизмов продуцентов для человека и теплокровных животных.
6. Результаты токсикологических испытаний (если данные испытания не проводились, эксперт будет пользоваться предоставленными литературными данными).

7. Регламент применения Вашего агрохимиката (утвержденный ВНИИ А им. Прянишникова)

В результате эксперт устанавливает:

- а) Соответствует ли данный агрохимикат «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» (раздел 15), утвержденным «Решением Комиссии Таможенного союза» от 28 мая 2010 года № 299, СанПиН 1.2.2584-10, СП 1.2.1170-02.
- б) Присваивает агрохимикату класс опасности.
- в) Делает вывод может ли данный агрохимикат быть зарегистрирован сроком на 10 лет для использования в сельскохозяйственном производстве и личном подсобном хозяйстве [3–5].

Библиографические ссылки

1. О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами: закон РФ109ФЗ. Введ. 24.06.1997.
2. О санитарно-эпидемиологической экспертизе пестицидов и агрохимикатов: приказ Роспотребнадзора РФ № 225. Введ. 01.08.2006.
3. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Утвержд. 28.05.2010 (решение комиссии таможенного союза № 299).
4. Гигиенические требования к безопасности процессов испытаний, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов и агрохимикатов: СанПиН 1.2.2584-10. Утвержд. 02.03.2010 (постановление № 17).
5. Гигиенические требования к безопасности агрохимикатов. Санитарные правила: СП 1.2.1170-02. Введ. 01.02.2003.

Карпенко И.В.¹, Новохатко А.А.¹, Компанец М.А.², Новикова Е.В.², Куц О.В.¹,
Опейда Л.И.¹, Карпенко Е.В.¹

¹Отделение физико-химии горючих ископаемых Института физико-органической химии и углехимии им. Л. М. Литвиненко НАН Украины, г. Львов, Украина;

e.v.karpenko@gmail.com

²Институт физико-органической химии и углехимии им. Л. М. Литвиненко НАН Украины, г. Киев, Украина;

m.kompanets@nas.gov.ua

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ

N-ГИДРОКСИФТАЛИМИДОВ НА ИХ БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ

Синтезированы производные N-гидроксифталимида (NHPI), содержащие в бензольном кольце электронодонорный и электроноакцепторный заместители, и N-ацетоксифталиимид. Показано накопление фталиимид-N-оксильных радикалов в водном растворе при взаимодействии перманганата калия с NHPI и достаточно высокую антимикробную активность N-гидроксифталимида и его производных по отношению к микроорганизмам Escherichia coli и Staphylococcus aureus, резистентным ко многим антибиотикам. Введение заместителей в NHPI не влияет на антимикробную активность его производных.

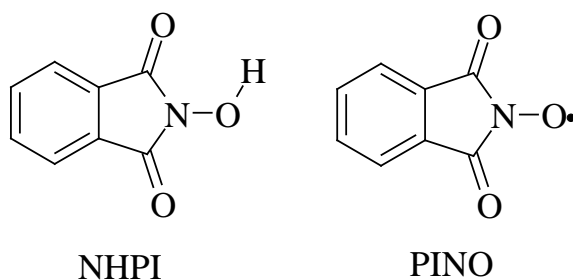
Substituted N-hydroxyphthalimides (NHPI) containing electron-donating and electron-withdrawing groups in the benzene ring and N-acetoxypthalimide were synthesized. It was shown the formation of phthalimide-N-oxy radicals in an aqueous solution by the interaction of potassium permanganate with NHPI and the sufficiently high antimicrobial activity of N-hydroxyphthalimide and its derivatives with respect to microorganisms resistant to many antibiotics. The introduction of substituents in the NHPI does not significantly affect the antimicrobial activity of its derivatives.

Ключевые слова: N-гидроксифталиимид; антимикробная активность; микроорганизмы.

Keywords: N-hydroxyphthalimid; antimicrobial activity; microorganisms.

Введение

N-гидроксифталиимид в настоящее время широко используется в качестве активного катализатора во многих радикально-цепных реакциях окисления органических веществ. Он генерирует N-оксифталиимидный радикал (PINO)



который проявляет не антиоксидантные, а прооксидантные свойства в связи с участием в реакциях переноса атома водорода. Такое его свойство может быть использовано для лечения опухолей, разрушением мембран злокачественных клеток путем активации, а не торможения радикально-цепных процессов. Представляет собой интерес проверить, будут ли по такому механизму гидроксиимиды проявлять и антимикробную активность. Структура гидроксиимидов влияет на их каталитическую активность и способность окисляться ионами металлов переменной валентности с образованием активных радикалов, поэтому можно ожидать влияния структуры на прооксидантные свойства гидроксиимидов, в частности на их биологическую активность.

В данной работе были синтезированы производные NHPI, содержащие в бензольном кольце электронодонорный (4-OCH₃) и электроноакцепторный заместители (4,5-Cl,Cl): 4-метокси-N-гидроксифталимид, (4-Me-NHPI); 4,5-дихлор-N-гидроксифталимид (4,5-Cl-NHPI); и N-ацетоксифталимид, (NAPI). Исследовано влияние их структуры на способность продуцировать N-окисльные радикалы при взаимодействии с перманганатом калия в водной среде и на антимикробные свойства по сравнению с незамещенным NHPI.

Доказательством накопления фталимид-N-окисльных радикалов при взаимодействии перманганата калия с NHPI в водном растворе является постепенное увеличение, до максимального значения за 25 мин, оптической плотности при длине волны 382 нм, что соответствует максимуму поглощения PINO, в УФ-видимом спектре (рис. 1).

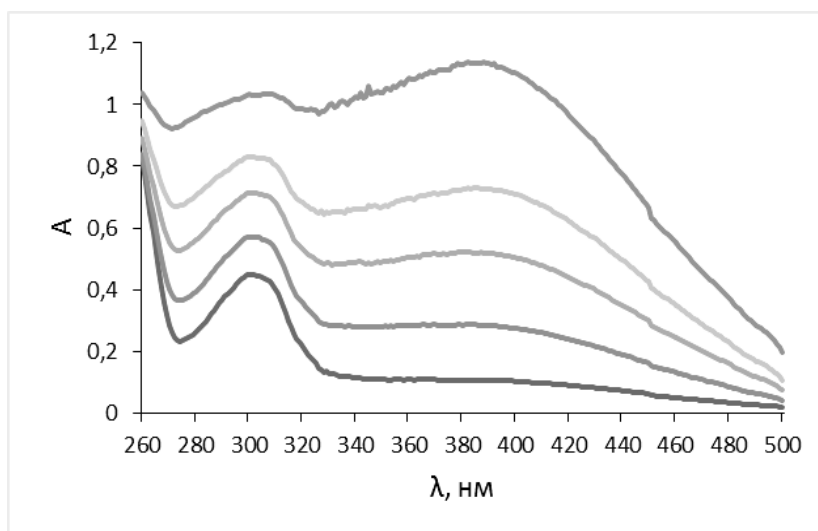


Рисунок 1. УФ-спектр накопления радикала PINO в воде. [KMnO₄] = 2,5·10⁻⁴ моль/л, [NHPI] = 5·10⁻⁴ моль/л, 25 °С

При исследовании антимикробной активности N-гидроксифталимида и его производных определяли минимальную ингибирующую концентрацию (МИК) и минимальную бактерицидную концентрацию (МБК) (рис. 2) относительно тестовых микроорганизмов *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*, которые являются резистентными к различным антибиотикам (см. табл.).

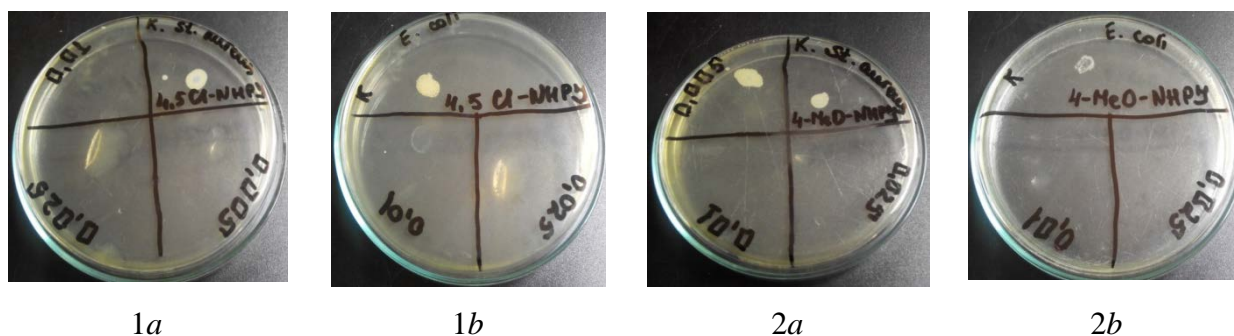


Рисунок 2. Определение минимальной бактерицидной концентрации (МБК) исследуемых соединений относительно *S. aureus* (a) и *E. coli* (b): 1 – 4,5-Cl-NHPI, 2 – 4-Me-NHPI.

Антимикробная активность ННPI и его замещенных

Микроорганизмы	NAPI		ННPI		4,5-Cl-ННPI		4-Me-ННPI	
	МИК	МБК	МИК	МБК	МИК	МБК	МИК	МБК
<i>E. coli</i>	0,005	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<i>S. aureus</i>	0,005	0,01	0,005	0,01	0,005	0,005	0,005	0,01

Данные таблицы показывают, что *N*-гидроксифталимид и его производные имеют достаточно высокую антимикробную активность относительно *E. coli* и *S. Aureus*, которую оценивали по шкале: МИК \leq 8,0 мкг/мл – микроорганизм чувствительный, МИК $>$ 8,0 і 32,0 мкг/мл – микроорганизм умеренно чувствительный; МИК \geq 32,0 мкг/мл – микроорганизм резистентный. Введение заместителей в бензольное кольцо мало влияет на антимикробную активность производных ННPI, несколько увеличивает такую активность замена атома Н в *N*-гидроксифталимиде на ацильную группу (в случае NAPI).

Колчанова К.А., Барсова Н.Ю., Степанов А.А., Мотузова Г.В., Карпухин М.М., Киселева В.А.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, РФ;
kolchanovakseniia@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА «ЭКСТРА» НА ПОЧВЕ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ МЕДЬЮ: ПЛЮСЫ И МИНУСЫ

Цель настоящего исследования: оценить возможность применения гуминового препарата «ЭКСТРА» для ремедиации почв, загрязненных медью. Для этого были проведены модельные полевой и лабораторный опыты с внесением сульфата меди и гуминового препарата. Исследовалось состояние меди и органического вещества в твердой и жидкой фазе почв. С одной стороны внесение гуминового препарата увеличивает содержание меди, связанной с органическими твердофазными веществами, резко снижает активность меди в жидкой фазе почвы. С другой стороны, внесение гуминового препарата увеличивает содержание водорастворимой меди и усиливает миграцию её по профилю.

The aim of this work was to assess the suitability of the humic preparation Extra for the remediation of copper-contaminated soils. A model field and laboratory experiment with the addition of copper sulfate and humic preparation were performed. The status of copper and organic matter were determined in the soil solid and liquid phase. On the one hand, the addition of humic preparation increases the copper content bound to solid-phase organic substances, abruptly reduces the activity of copper in the soil liquid phase. On the other hand, the addition of humic preparation increases the content of water-soluble copper and accelerate the migration of metals through the soil profile.

Ключевые слова: почвы, гуминовые препараты, медь.

Keywords: soil, humic preparation, copper.

Введение

Гуминовые препараты рекомендуют для детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами. Анализ литературы по влиянию гуминовых препаратов на состояние металлов в загрязненных ими почвах дал противоречивые результаты. Действие их зависит от вида препарата, дозы внесения, уровня загрязнения, свойств почв. При одних условиях наблюдается иммобилизация: уменьшение миграционной способности [1], снижение токсичности металлов [2; 3]. При других условиях - мобилизация, увеличение миграционной способности [4; 5].

Целью данной работы было оценить действие гуминового препарата «Экстра» на поглощение и миграцию меди в почве.

Объекты и методы

Полевой модельный опыт был проведен в открытых 10-ти литровых пластиковых сосудах, в которых был создан профиль искусственной почвы.

Верхний слой - органоминеральный горизонт - представлял из себя смесь песка (рН 7.4), торфа (5.50) и легкого суглинка (рН 5.30), взятых в соотношении 1:1:1 по объёму. Под ним располагался слой из легкого суглинка (рН 5.30). Ниже лежал дренаж из гравия. На самом дне сосудов располагались трубки с отводом просочившейся влаги в канистры для сбора лизиметрических вод.

Опыты были заложены в трех вариантах в двукратной повторности:

1 и 2 — контрольный вариант

3 и 4 — Вариант с добавлением только меди

5 и 6 — Вариант с добавлением меди и гуминового препарата.

Медь вносили при закладке опыта в форме $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ в сухом растертом состоянии в верхний слой. Гуминовый препарат был внесен в жидком виде путем опрыскивания субстрата с поверхности. Сосуды выдерживались под открытым небом с июля по октябрь с дополнительной имитацией осадков, ввиду сухого лета и осени. Было собрано две порции лизиметрических вод.

В твердой и жидкой фазе почв опыта были определены кислотно-основные показатели, содержание и качество органического вещества. В почве определено общее содержания меди разложением в микроволновой печи с концентрированной HNO_3 и H_2O_2 ; содержание меди в вытяжке 1 н HNO_3 и в водной вытяжке, а также проведено последовательное фракционирование меди тремя вытяжками 1 М MgCl_2 , ААБ рН 4.8, 1 % ЭДТА рН 4.7. Активность меди в водных вытяжках и лизиметрических водах измеряли с помощью ион-селективного электрода.

С образцами, взятыми для конструирования почвы, был проведен лабораторный опыт: образцы инкубировались 7 дней с водой (контроль), ГП «ЭКСТРА» и раствором K_2HPO_4 . После высушивания в почве были определены актуальная кислотность и стандартная ЕКО (емкость катионного обмена), затем навески почвы приводились в равновесие с раствором нитрата меди с концентрацией Cu 50 мг/л. В равновесном растворе были определены: рН, содержание меди, содержание и молекулярно-массовые распределения (ММР) органического вещества.

Результаты и выводы

Гуминовый препарат «Экстра» представляет жидкий концентрированный раствор гумата калия с рН 7,16. Массовая доля органического вещества ~ 5,5 %. В препарате 80 % органического углерода приходится на углерод гуминовых кислот. Амфифильное распределение препарата на 54 % представлено гидрофильной фракцией. В ГП обнаружено высокое содержание фосфатов (46 г/л).

В почвах полевого опыта после 3 месяцев инкубации установились значения рН ниже 7.00. Внесение меди вызывает существенное подкисление среды. Внесение нейтрального гуминового препарата смягчает это действие. Такая же закономерность наблюдается для нижнего слоя.

Содержание углерода органических веществ (Сорг) в почве контрольного варианта верхнего слоя составляет 4,15 %, в варианте опыта с внесением меди – 4,32 %. В вариантах опыта с внесением гуминового препарата Сорг увеличивается до 4,88 % за счет добавления углерода с препаратом. В нижнем слое органического вещества содержится всего около 1,6 %, и статистически значимой разницы между вариантами опыта нет.

Большая часть внесенной меди остается в верхнем слое почвы. В кислотную вытяжку из него переходит в среднем 84 % от внесенной меди. Среднее содержание меди составляет 1037 мг/кг, что более чем в 200 раз выше, чем в контрольном варианте. Внесение гуминового препарата усиливает миграцию металла по профилю почвы. Количество меди в нижнем слое 5 и 6 сосудов в 1.8 раза выше, чем в этом слое почвы 3 и 4 сосудов.

Сумма меди в трех вытяжках при последовательном фракционировании для верхнего слоя составляет от 88–96 % от общего содержания меди. Для варианта, с внесением только меди, на обменную форму, извлекаемую хлоридом магния, приходится всего около 4 % внесенного металла. В вытяжку ААБ с рН 4,8 выходит в 10 раз больше меди. Ещё больше ее переходит в вытяжку ЭДТА, примерно половина всей суммы. И ещё больше в последнюю вытяжку переходит меди в варианте с внесением гуминового препарата, как в абсолютных величинах, так и в процентном отношении.

Содержание кислоторастворимой меди в нижнем горизонте на порядок меньше, чем в верхнем; в него попадает всего 8–11 % от внесенного количества металла. И заметного изменения между соотношениями фракций меди при внесении ГП не наблюдается.

Общее количество меди, вынесенной в лизиметрические воды, составило всего 0,1 % для «медных» вариантов, и в 3 раза больше для вариантов с внесением гуминового препарата. Внесение меди подкисляет лизиметрические воды, а дополнительное внесение ГП смягчает это действие. В варианте с внесением гуминового препарата содержание ВОВ в 9 раз выше чем в «медном» варианте для первой порции лизиметрических вод, что и способствует удерживанию меди в растворе. Со временем содержание углерода в лизиметрических водах уменьшается в варианте с внесением ГП, и процесс выноса меди замедляется.

Качественно органическое вещество водных вытяжек и лизиметрических вод представлено двумя группами фракций - гидрофильной (ГФЛ) и гидрофобной (ГФБ), причем на долю ГФЛ - фракции приходится примерно 80 %. Внесение в почву гуминового препарата увеличивает содержание обеих фракций. Данные по лизиметрическим водам и водным вытяжкам показывают, что гидрофобная фракция сорбируется почвой, в лизиметрических водах ее остается <6 %. Медь мигрирует за пределы почвенного профиля, в основном, с гидрофильной фракцией водорастворимого органического вещества.

Лабораторный опыт показал, что внесение ГП увеличивает ЕКО в органоминеральной смеси на 16%, а в минеральном горизонте на 33 %. Влияние ГП на состояние меди оказалось аналогичным полевому опыту. Содержание меди в жидкой фазе органоминеральной смеси при внесении ГП возрастает в 4 раза, и содержание ВОВ увеличивается в 3 раза. Влияние гидрофосфата калия сопоставимо с влиянием ГП. K_2HPO_4 усиливает эффект мобилизации меди в данном случае так как экстрагирует органическое вещество из почвы в раствор. ММР ВОВ для вариантов с внесением ГП и K_2HPO_4 не идентичны. По видимому, при внесении ГП прибавка ВОВ осуществляется как за счет внесения гумата калия, так и за счет органического вещества, экстрагируемого из самой почвы гидрофосфатом калия, добавленным производителем в препарат «ЭКСТРА».

Внесение гуминового препарата «ЭКСТРА» увеличивает в почве содержание углерода, ЕКО, смягчает подкисление, вызванное внесением сульфата меди, увеличивает фракцию меди, связанную с органическим веществом; в жидкой фазе - снижает активность меди. Но внесение этого препарата способствует и увеличению общего содержания меди в жидкой фазе почвы, что усиливает риск миграции металла по профилю и переход в сопредельные среды.

Снижение биотоксичности почвы при внесении гуминовых препаратов может сопровождаться увеличением подвижности металлов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-05-00755.

Библиографические ссылки

1. *Burlakovs J., Osinska L., Purmalis O.* The Impact of Humic Substances as Remediation Agents to the Speciation Forms of Metals in Soil // APCBEE Procedia. 2013. V.5. P.192–196.
2. Influences of Cadmium and Zinc Interaction and Humic Acid on Metal Accumulation in *Ceratophyllum Demersum*. / S. Bunluesin [et al.] // Water Air Soil Pollut. 2007. P.180–225.
3. Метод триад для оценки ремедиационного действия гуминовых препаратов на урбаноземы / М.А. Пукальчик [и др.] // Почвоведение. 2015. № 6. С. 751–760.
4. *Wu J., West L. J., Stewart D. I.* Effect of humic substances on Cu(II) solubility in kaolin-sand soil // J Hazard Mater. 2002. V. 94. № 3. P.223–238.
5. *Clemente R., Bernal M.P.* Fractionation of heavy metals and distribution of organic carbon in two contaminated soils amended with humic acids // Chemosphere. 2006. V. 64, P. 1264–1273.

Комаров А.А. (старший)

ФГБНУ Агрофизический НИИ РАН, г. Санкт-Петербург, РФ;
zelenydar@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГУМИФИКАЦИИ В РЕГУЛИРУЕМЫХ ТЕРМОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Представлены результаты моделирования процесса гумификации в различных термохимических условиях. Исходным материалом для моделирования являлся гидролизный лигнин (ГЛ). Путем моделирования окислительно-гидролитической трансформации ГЛ в щелочной среде без азота, установлено, что этот процесс протекает в направлении деметоксилирования и карбоксилирования высокомолекулярной лигниновой матрицы без ее предварительного расщепления до низкомолекулярных мономеров, что экспериментально подтверждает гипотезу гумификации, предложенную Л.Н. Александровой.

The results of modeling the process of humification in various thermochemical conditions are presented. The initial material for modeling was hydrolyzed lignin (HL). By modeling the oxidative-hydrolytic transformation of HL in an alkaline environment without nitrogen, it was found that this process takes place in the direction of demethoxylation and carboxylation of a high-molecular lignin matrix without its preliminary splitting to low-molecular monomers, which experimentally confirms the hypothesis of humification proposed by L. N. Alexandrova.

Ключевые слова: гидролизный лигнин; термохимическое моделирование; окислительно-гидролитическая трансформация.

Keywords: hydrolysis lignin; thermochemical modeling; oxidative-hydrolytic transformation.

Введение

На основании результатов как наших, так и других исследователей, процесс гумификации протекает через стадию первичного гидролиза легкоусвояемых соединений с последующим этапом более глубоких трансформационных процессов, оставшегося после первичного гидролиза лигнина. Подобные процессы первичного гидролиза с удалением из состава органического вещества гидролизующихся продуктов, как раз и осуществляются на стадии получения гидролизного лигнина (ГЛ). Поэтому, если в качестве модельного соединения использовать ГЛ, то первичный процесс гидролиза этот материал уже претерпел, а в моделировании трансформации ГЛ прослеживается дальнейший, более глубокий этап его окислительно-гидролитического превращения.

Материалы и методы

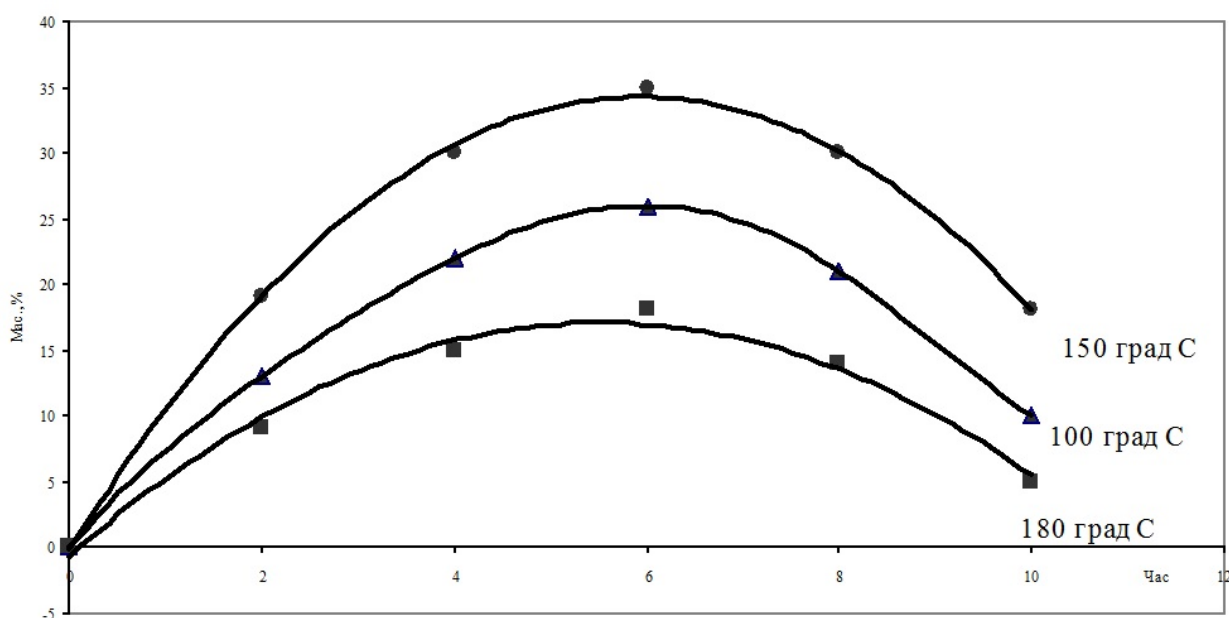
В качестве объекта исследования при моделировании процесса гумификации использовался ГЛ Ленинградского гидролизного завода. Для проведения эксперимента применялась модельная установка представляющая собой усовершенствованную модель автоклава с перемешивающим устройством. Эксперимент проводили в условиях принудительной аэрации. Принятые технологические режимы моделировали условия окислительно-гидролитических процессов трансформации лигнина в природе, но были предельно сжаты по времени за счет интенсификации процессов. В качестве реагента использовался 2–4 % раствор NaOH. Для оценки образующихся в процессе трансформации ГЛ продуктов из реакционной смеси отбирались пробы с интервалом в 2 часа для каждого режима заданных условий реакции. В интервалах времени 2, 4, 6 и 8 часов при фиксированных температурах реакции 100, 150 и 180°C было отобрано 12 основных образцов. В каждой из 12 полученных проб производилось предварительное разделение всех образующихся продуктов реакции на ряд фракций. Для этого раствор с продуктом трансформации лигнина (оксидат) подкисляли разбавленной соляной кислотой до pH 1,0–1,5 и нагревали на водяной бане при 70°C для коагулирования и выделения осадка. В отфильтрованном осадке была фракция органических

веществ, представленная высокомолекулярными соединениями, которые мы назвали лигногуминовые кислоты – ЛГК.

Результаты и их обсуждение

Несмотря на очевидную справедливость гипотезы Л.Н.Александровой, подтвержденную рядом косвенных данных, прямого эксперимента, показывающего, что лигнин в процессе окисления не разрушается сначала до мономеров, до сих пор не было.

На рисунке приведены кинетические кривые окислительно-гидролитической трансформации ГЛ. Для всех режимов обработки фиксировался однотипный максимум накопления в реакционной смеси высокомолекулярных продуктов реакции (рис.). Нами, даже в достаточно жестких условиях реакции, всегда наблюдался характерный пик формирования высокомолекулярных ЛГК. Максимальный выход ЛГК (35,9 % от исходного сырья) был получен при температуре 150°C и продолжительности окисления 6 ч. При дальнейшей экспозиции реагентов происходило снижение выхода высокомолекулярных соединений и накопление низкомолекулярных продуктов.



Накопление высокомолекулярных лигногуминовых кислот (ЛГК) в процессе трансформации ГЛ в разных термохимических условиях

Анализируя особенность окислительно-гидролитической трансформации лигнина в аспекте гумификации, следует отметить, что направленность этого процесса сопровождалась накоплением кислых продуктов (табл.). Напомним, что Л.Н. Александрова указывала на необходимость анализа механизма гумификации именно в аспекте кислотообразования, так как при гумификации растительных и микробных остатков, не являющихся в своей массе кислотами, образуется особый класс кислот с большим содержанием кислых групп.

При проведении окислительной трансформации ГЛ отмечалось, что с глубиной процесса в различных режимах окисления от 100 до 180°C, значения рН продуктов реакции снижается (табл.). В начальных условиях при изменении времени окисления наблюдалось снижение рН от 8,6 до 7,5. В более жестких условиях окисления (при повышении температуры реакционной смеси на 50°C) уменьшение значения рН было более резким – от 8,1 до 6,3. Наибольший выход высокомолекулярных продуктов реакции (90,8 % от суммы всех фракций) наблюдался в условиях повышенного кислотообразовательного процесса, рН 6,3. В экстремальных условиях (при возрастании температуры реакционной смеси до 180°C) уменьшение рН оксидатов было менее резким, что связано, видимо, с частичной деструкцией высокомолекулярных кислот и уменьшением их количества.

Элементный состав и количество функциональных групп в исходном гидролизном лигнине и продуктах его переработки

Вещество	Элементный состав, %				Содержание функциональных групп, мг-экв/г				
	С	Н	О	N	-OCH ₃	-COOH	-ОН (фен)	-ОН	C=O
Гидролизный лигнин	63-66	3,7-4,5	30,0-32,3	0,03-0,30	7,36	0,63	4,55		1,2
Лигногуминовые кислоты	55-65	3,5-4,8	32-42	0,04-0,30	5,2-7,5	5,5-7,6	1,9-4,7		2,7-5,5
Гуминовые кислоты	52-62	2,8-5,8	31-39	1,7-5,0	0,34-2,5	6,8-8,5	3,4-6,3		2,0-2,4
Фульвокислоты	36-44	4-5	47-52	2-4,4	0,1	9,1	3,3	3,6	2,5

Действительно, наблюдалось некоторое уменьшение накопления высокомолекулярных продуктов реакции при ужесточении режима окисления от 150 до 180°C, но и в этом случае их доля составляла не менее 82,5 % от суммы всех фракций (табл.). Установлено, что ответственными за подкисление оксидатов являются как высокомолекулярные, так и низкомолекулярные кислоты, но основной вклад в накопление кислотных свойств продуктов реакции вносят высокомолекулярные ЛГК.

Одним из основных критериев оценки принадлежности тех или иных соединений к классу гумусовых веществ является их элементный состав и содержание функциональных групп. В качестве вариантов сравнения использовались данные по наличию этих показателей для гумусовых кислот. Результат сравнительного анализа этих основных параметров, как для исходного ГЛ, так и образующихся в процессе его трансформации гумусоподобных продуктов (ЛГК), а также гумусовых кислот (в качестве эталона), также представлен в табл. Как видно из таблицы, данные о составе ЛГК и гуминовых кислот близки для всех показателей, за исключением азота.

Экспериментально установлено, что наряду с деметоксилированием исходного лигнина в процессе эксперимента наблюдался еще один ярко выраженный процесс карбоксилирования, как раз и характерный для формирования гумусовых соединений. Здесь просматривается еще одна аналогия между реальным процессом гумификации и ее окислительно-гидролитической моделью. Установлено, что в процессе окисления ГЛ количество карбоксильных групп в его составе возросло более чем в 10 раз (от 0,63 % в исходном и до 5,5...7,6 % в ЛГК).

Выводы

Моделирование трансформации лигнина в жестких искусственных условиях позволило добиться того, что невозможно было бы сделать в любых других условиях эксперимента, а именно: определить количественно термодинамические параметры устойчивости лигнина во времени, оценить скорость протекания трансформационного процесса при условиях управления основными параметрами процесса; определить качественно и количественно почти все продукты трансформации исходного материала на любой стадии процесса; создать воспроизводимую систему анализа.

Таким образом, экспериментально доказано, что процесс окислительно-гидролитической трансформации лигнина протекает в направлении деметоксилирования и карбоксилирования высокомолекулярной лигниновой матрицы без ее предварительного расщепления до низкомолекулярных мономеров, что экспериментально подтверждает гипотезу гумификации, предложенную Л.Н. Александровой.

Комаров А.А.¹ (младший), Комаров А.А.² (старший)

¹ФГБНУ Ленинградский НИИСХ «Белогорка», Лен. обл. п. Белогорка, РФ;
kommon@mail.ru

²ФГБНУ Агрофизический НИИ РАН, г. Санкт-Петербург, РФ;
zelenydar@mail.ru

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ НА РАСТЕНИЯ ГУМАТОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ КОМПЛЕКСНЫХ АГРО АДАПТОГЕНОВ

Представлены результаты изучения действия на различные культурные растения гуматов. Показано что гуматы следует выбирать с учетом специфики реакции на них растений. Гумусовые препараты можно включать в состав комплексных удобрений (агро адаптогенов). В составе удобрений гумусовые вещества могут обеспечивать синергетический эффект.

Results of studying of action on various cultural plants of humates are presented. It is shown that humates should be chosen taking into account specifics of reaction of plants on them. Humic medicines can be included in composition of complex fertilizers (agro adaptogens). As a part of fertilizers humic substances can provide synergetic effect.

Ключевые слова: гуматы; Лигногумат; Стимулайф; Дарина; Идеал; видовая реакция растений; комплексные агро-адаптогены.

Keyword: humates; Lignohumate; Stimulife; Darina; Ideal; specific reaction of plants; complex agro-adaptogens.

Введение

Изучению физиологического действия на растения гумусовых веществ посвящены многочисленные исследования, однако до сих пор нет единого мнения о том, каков же механизм действия этих нерегулярных по своему составу, многокомпонентных и весьма разнообразных природных почвенных полимеров на растения. До сих пор производители гуматов доказывают, что их продукт самый лучший. Возможно почти каждому гумату можно найти свое место учетом наиболее эффективного их действия на ту или иную культуру.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования использовались гумусовые вещества и препараты выделенные из различных источников и по различным технологиям. В том числе: «Лигногумат» – (регистрационный № 0045-06-204-015-0-0-1 РФ). Особенность продукта в том, что в основе его получения процесс окислительно-гидролитической трансформации органического материала. В качестве органического материала используется гидролизный лигнин, лигносульфонаты или другое содержащее лигнин сырье.

«Стимулайф» - производитель ООО «Агрофизпродукт» (регистрационный № 1264-08-206-317-0-0-0-1 РФ). Отличительная черта этого типа гуминовых препаратов состоит в том, что данный продукт получается при аммонолизе торфа в среде с 1% раствором водного аммиака в присутствии перекиси водорода. В результате получают конденсированные продукты с включением азота в гетероцикл.

«Идеал» - производитель ЗАО «МНПП «ФАРТ». Регистрационный номер: 255-20-289-1.

Отличительная черта удобрения – биологическая вермикомпостная доработка органогенного материала с щелочной экстракцией ферментированного продукта.

«Дарина» - производитель ЗАО «Балтконверсия». (0723-07-206-228-0-0-0-1).

Благо (1789-10-207-228-0-0-0-1) Отличительная черта гуминовых удобрений из сапропеля – слабополимеризованная «рыхлая» молекулярная структура с небольшой (относительно гуминовых веществ почв) молекулярной массой.

Объекты и методы

Эксперименты проводились в производственных условиях ЗАО «Победа» Ломоносовского района Ленинградской области согласно [1]. Опытный участок располагался на полях хозяйства в пределах координат N 59°46' -59°48' E030°03'-030°05'.

Со всеми удобрениями, отобранными для демонстрационных испытаний, заложены производственные опыты на посевах основных культур: картофель, капуста, морковь, свекла, зерновые (ячмень).

Культура: ячмень яровой, сорт «Криничный». Морковь столовая, сорт «Нарбонне», «Бангор». Свекла столовая, сорт «Боро». Капуста белокочанная, сорт «Колобок». Картофель продовольственный, сорт «Невский».

Эксперименты проводились на хорошо окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой глееватой почве имеющей следующие средневзвешенные агрохимические характеристики: содержание органического вещества – 4,8–5,0 %; рН_{KCl} – 5,8–6,3; P₂O₅ (по Кирсанову) – 680–760 мг/кг; K₂O (по Кирсанову) – 325–380 мг/кг.

При возделывании культур применялась стандартная технология хозяйства (фон – хозяйственная технология). Дозы вносимых удобрений определялись исходя из концентрации гуминовых веществ в испытуемых удобрениях. Концентрации вносимых удобрений Поэтому внесение разных гуматов проводилось дифференцировано и составило соответственно: для «Дарины» - 500 мл/га, для «Лигногумата» - 150 мл/га, для «Стимулайфа» - 300 мл/га, для «Идеала» - 3000 мл/га. Наиболее высоким содержанием гуминовых веществ характеризуется препарат «Лигногумат», изготовитель ООО «НПО «РЭТ». Наименьшей концентрацией гуминовых веществ отличается гуминовое удобрение «Идеал», производитель ЗАО «МНПП «ФАРТ».

Повторность опыта 4-х кратная. Эксперимент проводился в производственных условиях с размером каждой делянки кратной двум проходам техники для внесения жидких удобрений (24x100-200 м). Все испытуемые гуматы вносились в оптимальные для обработки растений сроки по вариантам опыта с помощью навесного опрыскивателя ОН-12. Расход рабочего раствора составлял 200 л/га. Опыт проводился на фоне хозяйственной технологии (фон). Уборка растений осуществлялась по учетным площадкам для всех вариантов опыта одновременно в оптимальные для уборки урожая сроки.

Результаты и их обсуждение

Полученные результаты сравнительного анализа действия изучаемых гуматов представлены на рисунке. Урожайность ячменя по вариантам опыта варьировала от 2,25 т/га на фоне хозяйственной технологии до максимальных показателей 2,5–2,6 т/га по удобрению Идеал. Несколько меньшую урожайность обеспечивали другие гуматы: Дарина - 2,44 т/га, Лигногумат – 2,47 т/га и Стимулайф – 2,51 т/га.

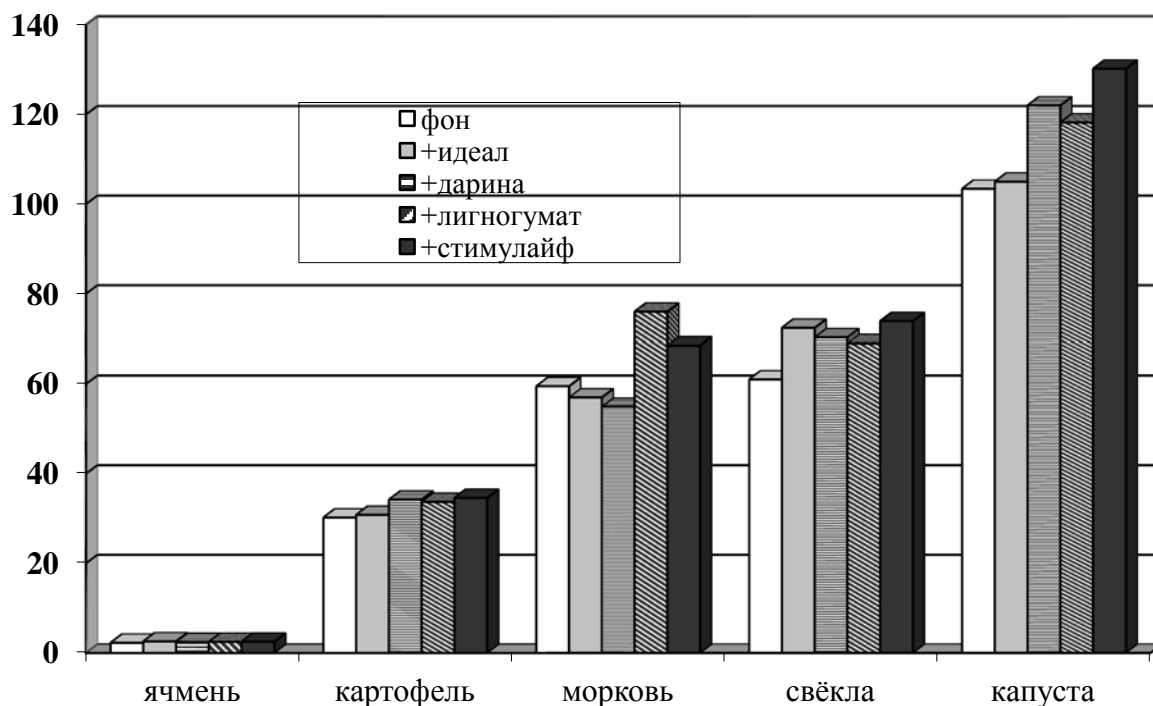
По картофелю максимальную урожайность и статистически значимую прибавку урожая обеспечили Стимулайф (34,6 т/га), Дарина (34,2 т/га) и Лигногумат (33,7 т/га), в то время как при обработке растений Идеалом статистически значимой прибавки не зафиксировано.

Урожайность моркови в условиях хозяйственного фона составляла 59,5 т/га. Из всех испытуемых гуматов прибавку урожая обеспечили только Стимулайф (+9 т/га) и, особенно, Лигногумат (+ 16,5 т/га).

По свекле в ряду гуматов прибавка урожая была для всех вариантов статистически значимой и распределялась следующим образом: Стимулайф + 13 т/га; Идеал + 11,4 т/га; Дарина + 9,3 т/га; Лигногумат +8 т/га.

Наибольшую (биологическую) урожайность обеспечила капуста белокочанная – 103,4 т/га. Казалось бы, что при столь значительной урожайности все ресурсы уже исчерпаны, однако обработка растений гуматами дала очень высокую прибавку урожая, проявляя

синергетический эффект. Прибавка урожая по вариантам опыта распределялась в ряду: Стимулайф – Дарина – Лигногумат – Идеал.



Сравнительный анализ действия различных гуминовых удобрений

Выводы

Сравнительное изучение действия различных гуматов при возделывании культурных растений демонстрирует разнокачественную видовую реакцию растений на обработку их гуматами. Таким образом выявляется разноплановое физиологическое действие на растения разных гуматов. Это необходимо учитывать как при выборе гуматов для возделывания разных культур, а также для формирования баковых смесей с включением в состав элементов питания и других компонентов. Подобные исследования послужили основой формирования удобрений нового класса – комплексных агро-адаптогенов. В составе комплексных агро-адаптогенов гумусовые вещества могут обеспечивать синергетический эффект.

Библиографические ссылки

1. Методические указания по проведению регистрационных испытаний агрохимикатов и регуляторов роста растений / сост. О.А. Шаповал [и др.]. М.: ВНИИА. 2005.

**Komarovska-Porokhnyavets O.Z., Vasylyuk S.V., Petrina R.O., Gubrii Z.V.,
Fedorova O.V., Havryliak V.V., Shved O.V., Novikov V.P.**

Lviv Polytechnic National University, Department of Technology of Biologically Active Substances, Pharmacy and Biotechnology, Lviv, Ukraine
volodymyr.p.novikov@lpnu.ua

DISSEMINATION OF KNOWLEDGE OF SOCIETY ABOUT THE WAYS OF ENVIRONMENT PROTECTION

Проведен сравнительный анализ использования альтернативных биотехнологических методов при экспериментальных исследованиях биологической активности синтезированных субстратов, при проведении процессов биоочистки и утилизации лабораторных отходов. Для прогнозирования биологической активности была использована компьютерная программа PASS. Для прогнозирования острой токсичности использовалось компьютерное обеспечение GUSAR. Оптимизированы исходные вещества для синтеза антибактериальных соединений для защиты от загрязнений и патогенных инфекций.

The necessity of dissemination of knowledge about biosafety during research in the field of biotechnology and bioengineering was substantiated.

Ключевые слова: биобезопасность; прогнозирование биологической активности; биологически активные субстанции.

Keywords: biosecurity; prognostication of biological activity; biologically active substances.

Introduction. The current state of research projects and commercial biotechnology in Ukraine on the development of gene therapy, stem cell therapy, and the level of development of biotech production, especially in the industrial and agro-biotechnology sector, requires new innovative ways to enter into safe study, investigation, production, consumption and the use of biotech products and the application of cell manipulation and biosecurity advanced technologies. The achievements of cellular and genetic bioengineering are sometimes the source of social fears, the subject of polar discussions and protests, which in the history of industrial society will not be found in another industry because of possible bio-threats in the unprofessional or criminal use of its achievements.

The purpose of the work. To disseminate a knowledge about biosecurity in various experiments on determination of the biological activity of synthesized substances and plant extracts, carrying out the bio-clearing process through complex microbial and phytoremediation, growing of callus masses for obtaining biologically active regulators and biostimulants, as well as possible microclonal reproduction of rare plant species, as well as utilization of laboratory drains taking into account the principles of stage development.

The results of work. Conducting educational activities and investigation in biotechnology and bioengineering, as well as pharmaceutical technology, provides students with an understanding of the specifics of safety standards observance during experiments, which we have taken into account when developing profiles of educational programs for training specialists and professionals in pharmacy, biotechnology, and bioengineering at Bachelor's, Master's and doctoral levels in higher education. In the educational process, our main task is to inform students about the need to adhere the bioethical and bio-safe principles in the scientific and industrial field, the introduction of basic principles of bio-protection regulation in the field of biotechnology, and the use of materials and methods that can cause unforeseen dangers of dual-use and negative affect human and environmental safety [1].

The main areas of the Department's work is to find biologically active substances as the basis for medicinal preparations and plant protection products, for the production of biologically active additives, the development of a technology for the restoration of water and soil ecosystems, the study of callus genesis for micropropagation of rare plant species [2]. In recent years, approaches to

the selection of structures for purposeful synthesis have been considerably expanded, based on mathematical models that allow establishing a relation between the structure of molecules and their biological action (Methods for Structure-Activity Relationships (SAR), Quantitative Structure-Activity Relationships (QSAR)). Most computer methods of molecular modeling and relationships analysis are used to study the interaction of the "ligand-receptor" and to optimize the properties of the basic structures formed on the analysis of the quantitative ratios "structure-activity" within a single chemical class.

In order to predict the biological activity of synthesized compounds that can be used to protect materials from biodeterioration, as growth stimulators for technical agriculture, the PASS program (Prediction of Activity Spectra for Substances: <http://www.pharmaexpert.ru/PASSOnline/>) was applied [3].

This program makes it possible to determine the relationship between "structure-activity" for substances from a training sample containing substances of known drugs and biologically active compounds and on the basis of structural formula of chemical compound predict their probable type of biological activity, taking into account the main and secondary pharmacological effects, mechanisms of action, mutagenicity, carcinogenicity, teratogenicity and embryotoxicity [3].

According to statistical calculations, the average accuracy of the forecast for the PASS program is about 85 %, which is enough to apply it in practice to predict the spectrum of biological activity of new substances [3]. An important characteristic of the new medical, veterinary and agro products is an assessing their acute toxicity in laboratory animals. However, such experiments are quite expensive; in addition, they are constantly criticized for ethical reasons.

The European Community Guidelines for Chemicals and Safe Use (REACH), starting in 2007, provide for the development of computerized methods for analyzing the relationship between "structure-activity" and the study of toxic effects. Therefore, scientists of the Institute of Biomedical Chemistry of the Russian Academy of Medical Sciences developed a new method for the simulation of acute toxicity in rodents QSAR, implemented in the software GUSAR [4].

Using the free available web service (<http://www.pharmaexpert.ru/GUSAR/AcuToxPredict/>), we can predict the acute toxicity of synthesized compounds for rats. The most promising candidate-substances selected with PASS and GUSAR services are investigated for their predicted biological activity, which promotes the rapid application of new, effective, environmentally safe substances.

Conclusions. The combination of methods for predicting biological activity of *in silico* and microbiological testing *in vitro* in the framework of the scientific work of our Department made it possible to optimize the base compounds, improve their activity, and determine the specificity of their action, as a result, to offer effective antibacterial substances for protection against contamination and pathogenic infections.

References

1. Інформаційно-інтеграційні підходи до якості освіти згідно з принципами екобіотехнологій/ І. І. Губицька [та інш.] // Актуальні проблеми синтезу і створення нових біологічно активних сполук та фармацевтичних препаратів : матеріали доп. та зб. наук. ст. нац. наук.-техн. інтернет-конф. з міжнар. участю, 23–25 квіт. 2013 р. Львів, 2013. С. 98–102.
2. Стадницька Н. Є., Швед О.В., Червецова В.Г., Монька Н.Я., Лубенець В.І., Новіков В.П. // Збірник наукових праць ІХ з'їзду УТГіС «Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології». - Т 4. Київ: Логос, 2012. С. 609–612.
3. Filimonov D.A., Poroikov V.V. // Rus. Chem. J. 2006. V. 50. P. 66-75.
4. Lagunin A., Zakharov A., Filimonov D., Poroikov V. // Molecular Informatics. 2011. V. 30. № 2-3. P. 241–250.

Комаровская-Порохнявец О.З.¹, Иськив О.П.¹, Монька Н.Я.¹, Покинброда Т.Я.²
Хомицкая Г.М.¹, Швец В.В.², Новиков В.П.¹, Лубенец В.И.¹

¹Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина;
olena.z.komarovska-porokhniavets@lpnu.ua

²Отделение физико-химии горючих ископаемых ИнФОУ им. Л.М. Литвиненко НАН
Украины, г. Львов, Украина;
pokynbroda@ukr.net

ФУНГИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА НОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ЭФИРОВ ТИОСУЛЬФОКИСЛОТ И БИОСУРФАКТАНТОВ

*Исследована фунгицидная активность композиций этилтиосульфанилата (ЭТС) и аллилтиосульфанилата (АТС) с поверхностно-активным рамнолипидным биокомплексом (РБК) по отношению к фитопатогенам *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia cerealis*.*

*The fungicidal activity of compositions ethylthiosulfonate (ETS) and alilthiosulfonate (ATS) with surface-active rhamnolipid biocomplex (RBC) on phytopathogens *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia cerealis* have been studied.*

Ключевые слова: фунгицидная активность; рамнолипидный биокомплекс; тиосульфаты; фитопатогены.

Keywords: fungicidal activity; rhamnolipid biocomplex; thiosulfonates; phytopathogens.

Введение

Микотоксины – это вторичные метаболиты фитопатогенных грибов, проявляющие нефротоксические, гепатотоксические, канцерогенные, иммунодепрессивные и мутагенные свойства и представляют значительный риск для здоровья людей и животных. Поэтому, актуальной задачей современной биотехнологии является создание эффективных комплексных препаратов для защиты агропродукции от контаминации микотоксинами на основе биоцидов и биогенных поверхностно активных веществ (биосурфактантов, биоПАВ). Использование биосурфактантов микробного происхождения в составе комплексных агропрепаратов позволяет совместить их высокую эффективность с экологической безопасностью. Они способствуют повышению растворимости и поглощению малорастворимых органических соединений с помощью их включения в гидрофобные полости мицелл, модификации клеточной поверхности микроорганизмов [1].

В предыдущих наших работах была установлена антимикробная активность эстеров тиосульфокислот [2]. Цель настоящей работы — исследовать фунгицидную активность композиций этилтиосульфанилата и аллилтиосульфанилата с поверхностно-активным рамнолипидным биокомплексом (РБК) по отношению к фитопатогенным грибам *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum* и *Rhizoctonia cerealis*.

Материалы и методы

Объекты исследований - поверхностно-активный рамнолипидный биокомплекс, состоящий из рамнолипидов и полисахарида (4:1), - продукт биосинтеза штамма *Pseudomonas sp.* PS-17; этилтиосульфанилат (ЭТС); аллилтиосульфанилат (АТС); композиции этилтиосульфанилата (ЭТС-РБК) и аллилтиосульфанилата (АТС-РБК) с РБК.

Фунгицидную активность препаратов исследовали методом диффузии вещества в агар и методом серийных разбавлений на культурах фитопатогенных грибов *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia cerealis* [3].

Результаты и их обсуждение

С помощью метода диффузии веществ в агар установлена чувствительность тест-культур грибов к исследуемым соединениям, а именно, высокие фунгицидные показатели наблюдались при действии 1 % ЭТС на *R.cerealis* (диаметр зоны задержки роста = 22,0 мм). Однако, грибы *Alternaria alternata* и *Fusarium oxysporum* оказались менее чувствительными к действию исследуемых эфиров тиосульфокислот и их комплексов.

Для получения количественных показателей фунгицидного действия полученных композиций и их составляющих был использован метод серийных разбавлений, который позволяет оценить активность соединений по минимальным значениям ингибирующих (МИК) и фунгицидных (МФК) концентраций по отношению к фитопатогенам (табл.)

Установлено, что в композициях с биосурфактантом существенно повышается фунгицидная активность тиосульфонов. Показано, что МИК для аллилтиосульфонилата на *A. alternata* была 62,5 мкг/мл, а в композиции АТС-РБК (1:1) она снижалась до 15,6 мкг/мл. Достаточно эффективной оказалась композиция АТС-РБК (1:1) относительно *F. oxysporum*: МИК – 15,6 мкг/мл, МФК – 31,2 мкг/мл. При этом, для аллилтиосульфонилатной композиции с РБК уменьшалась МИК до 7,8 мкг/мл по отношению к *R. cerealis*. а в композициях ЭТС-РБК минимальная фунгицидная концентрация для *F. oxysporum* снижалась до 62,5 мкг/мл, тогда как МФК для ЭТС составляла 125 мкг/мл.

Показатели минимальной ингибирующей концентрации (МИК) и минимальной фунгицидной концентрации (МФК) биоцидных препаратов (метод серийных разбавлений)

№ п/п	Код соединения	Культуры грибов					
		<i>Alternaria alternata</i>		<i>Fusarium oxysporum</i>		<i>Rhizoctonia cerealis</i>	
		МИК, мкг/мл	МФК, мкг/мл	МИК, мкг/мл	МФК, мкг/мл	МИК, мкг/мл	МФК, мкг/мл
1.	ЭТС	15,6	31,2	31,2	125,0	31,2	31,2
2.	АТС	62,5	125,0	125,0	250,0	125,0	*
3.	РБК	15,6	*	62,5	*	31,2	*
4.	ЭТС-РБК (1:1)	7,8	31,2	31,2	62,5	7,8	62,5
5.	АТС-РБК (1:1)	15,6	31,2	15,6	31,2	7,8	125,0

Результаты исследований свидетельствуют о практических перспективах разработанных композиций на основе тиосульфонов и рамнолипидных биосурфактантов для создания эффективных экологически безопасных препаратов фунгицидного действия для борьбы с фитопатогенами.

Библиографические ссылки

1. Rhamnolipids as emulsifying agents for essential oil formulations: Antimicrobial effect against *Candida albicans* and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* / E. Haba [et al.] // International Journal of Pharmaceutics. 2014. №. 1. P. 134–141.
2. Synthesis and antimicrobial properties of 4-acylaminobenzenethiosulfoacid S-esters / V. Lubenets [et al.] // Saudi Pharmaceutical Journal/ 2017. V.25. № 2. P. 266–274.
3. Методы экспериментальной микологии: справочник / И. А. Дудка [и др.]; отв. ред. В. И. Билай/ Киев : Наукова думка, 1982.

Конопацкая М.В.¹, Халаева В.И.¹, Азизбекян С.Г.²

¹ РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси, п. Прилуки, Беларусь;
bmarinaw@yandex.ru.

² ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЯ НАНОПЛАНТ В ЗАЩИТЕ КАРТОФЕЛЯ ОТ БОЛЕЗНЕЙ

Полевыми исследованиями выявлено положительное влияние микроудобрения Наноплант на фитосанитарное состояние растений и клубней картофеля. Отмечено, что композиционный состав Нанопланта с химическими препаратами для предпосадочной обработки эффективен в защите картофеля от ризоктониоза как на подземной части растений и столонах, так и на клубнях нового урожая. Также выявлено проявление защитной активности микроудобрения Наноплант в отношении альтернариоза картофеля, позволившей в период вегетации картофеля снизить развитие и распространенность заболевания по сравнению с вариантом без обработки. Установлено ростостимулирующее действие микроудобрения Наноплант на культуру, а также отмечен незначительный эффект в повышении продуктивности.

The field trials have revealed the positive effect of microfertilizer Nanoplant on the phytosanitary status of potato plants and tubers. It is noted that the composition of nanoplant with chemical preparations for pre-plant treatment is effective for potatoes protection against rhizoctoniosis, both on the underground part of plants and stolons and on a new yield tubers. The manifestation of protective activity of microfertilizer Nanoplant in relation to potato alternaria blight, allowing during potato vegetation to decrease the disease development and incidence in comparison with the variant without treatment has also been revealed. The growth-stimulating effect of microfertilizer Nanoplant on the crop has been determined, as well as a slight effect in increasing the productivity.

Ключевые слова: картофель; наноплант; ризоктониоз; фитофтороз; альтернариоз.

Keywords: potato; nanoplant; black scurf; alternaria blight; late blight.

Основным фактором повышения продуктивности картофеля являются современные ресурсосберегающие экологизированные технологии. Важнейшая составляющая которых – применение препаратов на основе комплекса микроэлементов, гуминовых кислот, культур бактерий и других составляющих [1; 2].

Как известно, микроэлементы широко используются в картофелеводстве. От их активности зависит реализация биологического потенциала растений, их стрессоустойчивость и продуктивность. В настоящее время соединения микроэлементов применяют в виде препаратов на основе наночастиц, которые в силу своих малых размеров свободно и быстро проникают в клетки организма [3].

Нерастворимые наночастицы микроэлементов не диссоциируют в воде, не имеют заряда и не воспринимаются мембранной, как инородное тело. Размер наночастиц меньше размера пор, плазмодесм мембраны (до 50 нм). Это позволяет им свободно проникать к внутриклеточным органеллам и участвовать в синтезе ферментов, нужных для ускорения обменных процессов в растении, физиологически необходимая норма синтеза ферментов обеспечивается в сотни раз меньшей дозой в сравнении с традиционными препаратами [4].

Следует отметить, что в Беларуси уже испытаны и зарегистрированы на картофеле несколько марок микроудобрения Наноплант. Безопасность данного нанопрепарата доказана в испытаниях токсикологов РУП «НПЦ Гигиены». Наноплант получил европейский Сертификат на соответствие Регламентам ЕС и разрешение на применение в органическом земледелии.

Отсутствие целенаправленных исследований по изучению влияния совместного применения нанопрепаратов с химическими средствами защиты на болезнеустойчивость и продуктивность картофеля обусловили необходимость проведения подобного эксперимента в полевых условиях. Поэтому целью исследований являлось изучение влияния микроудобрения Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se на пораженность картофеля болезнями.

В схему опыта были включены следующие варианты: 1. Контроль – без обработки; 2. Наноплант (предпосадочная обработка клубней + трехкратная обработка вегетирующих растений); 3. Наноплант + химические средства защиты (ХСЗ) (предпосадочная обработка клубней + трехкратная обработка вегетирующих растений композиционным составом); 4. ХСЗ (предпосадочная обработка клубней + трехкратная обработка вегетирующих растений).

Результаты испытаний микроудобрения в полевых условиях показали, что применение трехкомпозиционной баковой смеси (микроудобрение Наноплант + Табу Супер, СК + Фунгицид-П, 20% в.р.) способом предпосадочной обработки клубней картофеля приводит к потере всхожести и как следствие к существенному снижению густоты стояния растений на гектар. Так, в варианте с применением микроудобрения Наноплант густота стояния растений картофеля составляла 44,9 тыс. растений/га, в варианте с баковой смесью Табу Супер, СК + Фунгицид-П, 20 % в.р. – 45,4 тыс. растений/га, а в варианте с композиционным использованием микроудобрения Наноплант со средствами защиты – 41,5 тыс. растений/га ($НСР_{05}=3,0$). Полагаем, что подобное явление может быть связано с реакцией клубней картофеля на предпосадочную обработку смесью из трех препаратов и входящими в их состав компонентами при сложившемся гидротермическом режиме воздуха и почвы в период посадки-всходы в условиях 2017 г. Однако данный факт не сказался отрицательно на продукционном потенциале растений.

Оценка биометрических параметров растений картофеля в фазы полные всходы и бутонизация-цветение по такому показателю, как высота стеблей показала, что предпосадочная обработка клубней микроудобрением, как одинарно, так и в смесевых композициях с химическими препаратами и последующим опрыскиванием во время вегетации ботвы картофеля Наноплантом оказывает на растения ростостимулирующее действие. Так в вариантах, где были проведены запланированные опрыскивания растений микроудобрением Наноплант по вегетации, прирост стеблей составил 28,5–29,2 см, что было выше на 2,1–1,4 см, чем в контроле. Причем различия между вариантом без обработки и упомянутыми выше вариантами статистически достоверны.

Установлено, что композиционное использование микроудобрения Наноплант с химическими препаратами было наиболее эффективным в защите картофеля от ризоктониоза, как на подземной части растений, так и на столонах. В течение всего периода роста и развития картофеля на подземной части стеблей отмечали язвы болезни, степень развития которых усиливалась к концу вегетации. Так, наблюдения за интенсивностью поражения заболеванием подземной части растений показали, что в фазу бутонизация-цветение (21.07) распространение ризоктониоза на ростках и стеблях в варианте без обработки было на уровне 70,4 % при развитии 34,2 %, на столонах – распространенность составила 35,9 % с развитием 21,4 % (табл.).

По результатам оценки пораженности ростков ризоктониозом определено, что в варианте с предпосадочной обработкой клубней микроудобрением Наноплант, который не является фунгицидом, развитие заболевания составило 25,9 % при биологической эффективности 24,3 %. При этом данный вариант обеспечивал защиту сформированных столонов с эффективностью 36,0 % по ингибированию развития. В то же время композиционное использование микроудобрения Наноплант со средствами защиты, как и вариант, где применялись только химические препараты для предпосадочной обработки клубней,

обеспечивали защиту подземной части стеблей с эффективностью 43,5–46,4 %. Вместе с тем под действием данных композиций развитие ризоктониоза на столонах было ниже, чем в варианте без обработки на 13,3–14,5 %. Биологическая эффективность находилась в пределах 62,3–67,8 %.

Проявление защитного действия микроудобрения Наноплант в защите картофеля от болезней (полевой опыт, сорт Бриз, РУП «Институт защиты растений», 2017 г.)

Вариант	Норма расхода, л/т, л/га	Ризоктониоз (дата учета 21.07)						Фитофтороз		Альтернариоз	
		подземной части стеблей		столонов		клубней		дата учета 6.08			
		R	БЭ	R	БЭ	R	БЭ	R	БЭ	R	БЭ
1. Без обработки	–	34,2	–	21,4	–	8,8	–	55,4	–	19,8	–
2. Наноплант→ Наноплант→ Наноплант→ Наноплант	2,0 → 0,1 → 0,1 → 0,1	25,9	24,3	13,7	36,0	10,8	–	54,2	2,2	16,5	16,7
3. Наноплант + Табу Супер, СК + Фунгицид-П, 20 % в.р. → Наноплант + Фланобин, КС→ Наноплант + Фланобин, КС→ Наноплант + Фланобин, КС	2,0 + 0,4 + 0,1 → 0,1 + 0,75 → 0,1 + 0,75 → 0,1 + 0,75	18,3	46,4	6,9	67,8	2,2	75,5	1,5	97,3	15,9	19,7
4. Табу Супер, СК + Фунгицид-П, 20 % в.р. → Фланобин, КС→ Фланобин, КС→ Фланобин, КС	0,4 + 0,1 → 0,75 → 0,75 → 0,75	19,3	43,5	8,1	62,3	2,5	71,5	1,1	98,0	17,2	13,1

Примечание: 1. R – развитие, %; P – распространенность, %; БЭ – биологическая эффективность, %.

Анализ фитосанитарной ситуации по пораженности семенного материала ризоктониозом после уборки показал, что под действием микроудобрения Наноплант в смеси с препаратами Табу Супер, СК и Фунгицид-П, 20% в.р., примененных способом обработки клубней перед посадкой, снижается инфекционная нагрузка гриба в сравнении с контролем на 75,5 %.

Выявлено, что в условиях эпифитотийного развития фитофтороза применение Наноплантано оказало влияния на интенсивность и пораженность болезнью растений картофеля сорта Бриз, обеспечив показатели развития заболевания на уровне с контрольными растениями. Так, при учете через 10 дней после последней обработки повсеместная распространенность фитофтороза (100 %) с развитием 55,4 % отмечена в контрольном варианте. Аналогичная ситуация выявлена также в варианте с применением только Нанопланта, где развитие достигло 54,2 %. В то время как при композиционном применении Нанопланта со средствами защиты по отношению к варианту, где для обработок использовали только химические препараты развитие фитофтороза не превышало 1,5 %. Поскольку биологическая эффективность защиты картофеля от фитофтороза в этих вариантах была равноценной (97,3–98,0 %), то можно говорить о существенном влиянии фунгицидов на динамику фитофтороза в посадках картофеля.

При изучении эффективности Нанопланта, применяемого как отдельно, так и в системе химической защиты, выявлена незначительная его фунгистатическая активность в отношении возбудителя альтернариоза, особенно на ранних стадиях роста и развития картофеля, способствующая снижению развития заболевания по сравнению с вариантом без обработки и вариантом, где применяли химические препараты на 3,8–4,0 и 2,0–2,2 % соответственно. Несмотря на некоторое нивелирование подобного действия в изучаемых вариантах опыта при старении растений картофеля, когда интенсивность поражения вегетативной массы картофеля альтернариозом при учете в I декаде августа под действием микроудобрения колебалась от 15,9 до 16,5 % при развитии в контроле на уровне 19,8 %, биологическая эффективность на фоне применения микроудобрения Наноплант была выше чем в варианте, где в период вегетации картофеля проводили опрыскивания посадок фунгицидами (табл.).

Совместное применение микроудобрения Наноплант с химическими препаратами способствует некоторому увеличению количества клубней крупной и средней фракции, а также незначительно повышает общую массу клубней с одного растения, не оказывая при этом существенного влияния на продуктивность картофеля в целом, так урожайность клубней картофеля с 1 га при композиционном применении Нанопланта со средствами защиты растений составила 88,2 ц/га (21,5 %), соответствуя при этом уровню продуктивности, полученной на фоне трехкратной обработки фунгицидом Фланобин, КС – 86,1 ц/га (20,5 %). В тоже время при использовании в период вегетации только Нанопланта продуктивность культуры повысилась на 5,0 ц/га (1,2 %) по сравнению с вариантом без применения средств защиты. Урожайность в контроле была в пределах 410,8 ц/га.

Таким образом, проведенные исследования позволили изучить влияние микроудобрения Наноплант на устойчивость картофеля к болезням, оценить его биологическую и хозяйственную эффективность при возделывании картофеля в полевых условиях. Следовательно, микроудобрение Наноплант может иметь место в технологии возделывания картофеля, являясь перспективным удобрением для получения биологически полноценной продукции.

Библиографические ссылки

1. Васильев А.С., Усанова З.И. Формирование продуктивности разных сортов картофеля под влиянием некорневых подкормок высокотехнологичными препаратами // Земледелие. 2016. № 5. С. 33–36.
2. Васильев, А.С. Эффективность foliarных обработок нанопрепаратами в повышении продуктивности и устойчивости картофеля к болезням и сорнякам // Молочнохозяйственный вестник. 2017. № 2 (26). С. 7–19.
3. Новые нанопрепараты для растениеводства и ветеринарии / С.Г. Азизбекян [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. 2015. № 3 (155). С. 70–71.
4. Гаранович И.М., Архаров А.В., Блинковский Е.Д. Влияние препарата Наноплант на рост и развитие саженцев декоративных древесных интродуцентов // Роль ботанических садов и дендридов в сохранении, изучении и устойчивости использования разнообразия растительного мира: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 85-летию Центрального ботанического сада НАН Беларуси, 6-8 июня 2017 г., Минск. 2017. С. 35–39.

Корнийчук М.С., Заярнюк Н.Л., Кричковская А.М., Федорова О.В., Новиков В.П.
Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина;
volodymyr.p.novikov@lpnu.ua

КОМПОЗИЦИЯ НА ОСНОВЕ БАКТЕРИЙ РОДОВ *RHIZOBIUM* И *AZOTOBACTER* КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ РОСТСТИМУЛИРУЮЩИЙ БИОПРЕПАРАТ

Из прикорневой зоны салата Lactuca sativa были выделены бактерии родов Rhizobium и Azotobacter и проверено их ростстимулирующее действие в составе бактериальной композиции и монокультур. Стерилизованные семена Lactuca sativa были пророщены в стерильных и нестерильных условиях. Как контроль использовался биопрепарат-сравнения Азотофит - Р на основе Azotobacter chroococcum. Обработка стерильных семян бактериальной композицией из родов Rhizobium и Azotobacter положительно повлияла на их рост. Масса ростков, полученных из этих семян была больше, чем из семян, обработанных препаратом-сравнения.

From the root zone of the Lactuca sativa salad, the bacteria of the genera Rhizobium and Azotobacter were isolated and their growth-stimulating effect was tested in the composition of the bacterial composition and monocultures. Sterilized seeds of Lactuca sativa were germinated in sterile and non-sterile conditions. The biopreparation «Azotophyte-P» on the basis of Azotobacter chroococcum were used as a control. The seed treatment with a bacterial composition from the genera Rhizobium and Azotobacter positively influenced their growth. The mass of sprouts obtained from these seeds was more than from the seeds treated with the drug-comparison.

Ключевые слова: ризосфера; биопрепарат; биоинокулянт; биоудобрение; культивирование; ростстимулирующая активность; *Rhizobium*; *Azotobacter*; *Lactuca sativa*.

Keywords: rhizosphere; biopreparation; bioinoculant; biofertilizer; cultivation; growth-stimulating activity; *Rhizobium*; *Azotobacter*; *Lactuca sativa*.

Введение

Украина занимает 11 место в Европе по объему органических сельхозугодий, окупаемость инвестиций в которые составляет 300% [1]. Биопрепараты являются основой органического земледелия, в настоящее время для их производства используются некоторые представители агрономически полезной микрофлоры (PGPB – Plant growth-promoting bacteria).

Анализ научных публикаций позволил нам выделить в качестве объекта исследования бактерии семейства *Rhizobiaceae* – род *Rhizobium*. Эти бактерии способны к фосфатомобилизации и азотфиксации, осуществлению биоконтроля путем синтеза гидролитических энзимов, выделения биологически активных веществ, например, антибиотиков трифолитоксина и ризобитоксина, а также конкуренции с патогенами за Fe и место в ризосфере. Эти бактерии колонизируют ризосферу растений различных семейств, например *Fabáceae*, *Asteráceae*, *Crucíferae* и т.д. Одним из преимуществ работы с *Rhizobium* является возможность их легкого выделения. Перспективным является получение биопрепаратов на основе композиций бактерий рода *Rhizobium* с другими микроорганизмами [2–4].

Маркетинговое исследование показало, что на рынке Украины известны как монобиопрепараты, так и биопрепараты, содержащие композиции представителей разных семейств. Ассортимент биопрепаратов представлен в «Перечне вспомогательных продуктов для использования в органическом сельском хозяйстве согласно стандарту МАОС (Международных аккредитованных органов сертификации) по органическому производству и переработке, эквивалентному постановлениям ЕС № 834 / 2007 и № 889/2008», в котором приведены биопрепараты на основе монокультур семейства *Rhizobiaceae*, однако композиции с микроорганизмами других семейств отсутствуют [5].

Перспективными для использования в составе полибактериальных биопрепаратов являются бактерии рода *Azotobacter*. Данная группа микроорганизмов отмечается способностью фиксировать атмосферный азот, переводя его в доступные растению формы, а также способна синтезировать фитогормоны. Важным свойством представителей рода *Azotobacter* является способность некоторых видов (*A. vinelandii*) разлагать загрязняющие окружающую среду химические вещества, такие как тетрацианоникеляты. Важно отметить, что представителей рода *Azotobacter* можно использовать как в виде монокультуры, так и в сочетании с родами *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Agrobacterium* и, что особенно интересно, представителями клубеньковых бактерий (семейство *Rhizobiaceae*) [6].

Литературные данные свидетельствуют о перспективности совместного использования бактерий родов *Rhizobium* и *Azotobacter*, в связи с усилением их ценных свойств. Растительным объектом для определения ростстимулирующей активности был выбран салат посевной *Lactuca sativa*, имеющий короткий вегетационный период и широко применяющийся в тепличных хозяйствах.

Целью работы было выделение и исследование бактерий рода *Rhizobium* и *Azotobacter* для создания бактериальной композиции и проверки ее ростстимулирующих свойств.

Материалы и методы

С целью выделения клубеньковых бактерий рода *Rhizobium* нами были использованы изоляты с поверхностно простерилизованных корней *Pisum sativum*. Инкубация проводилась на бобовом агаре в течение 2 дней при температуре 28 ± 2 °С.

В результате нами были получены большие округлые колонии цвета стеарина с каплевидным профилем и однородной структурой, свидетельствующей о том, что это представитель рода *Rhizobium*. Для выделения представителей рода *Azotobacter* мы использовали ризосферную почву *Lactuca sativa*. Выделение проводили на агаре Эшби (рН 7–7,2) 7 дней при температуре 28 ± 2 °С. Данные условия позволили выявить в ризосфере латука 4 культуры азотфиксирующих бактерий. При микроскопировании культуры отмечалось наличие капсул с диплококками, полиморфизмом, от палочек к коккам, значительным выделением капсулярной слизи, колониями округлой формы с однородной структурой, пигментацией на МПА. Эти данные свидетельствуют, что это представитель рода *Azotobacter*.

В ходе эксперимента по определению ростстимулирующей активности были исследованы группы семян: № 1 – обработанные бактериальной суспензией *Rhizobium*; № 2 – бактериальной суспензией представителя рода *Azotobacter*; № 3 – бактериальной смесью *Rhizobium* и *Azotobacter*; № 4 – обработанные препаратом Азотофит – Р; № 5 – контроль без инокуляции. Жизнеспособность семян проверяли на ватном диске, смоченном водой; на 3 день было выявлено, что 100 % семян проросло.

Стерильное выращивание растений проводилось в высоких и широких пробирках с 5 см слоем перлита пропитанного питательным раствором, на котором размещались простерилизованные семена *Lactuca sativa*. Нестерильное выращивание проводилось в лотке со слоем перлита толщиной около 5 см. Экспозиция составляла 10 дней при температуре 16–18 °С и естественном освещении.

Образцы бактериальных суспензий готовились путем смыва клеток со скошенного агара до достижения клеточной нагрузки $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл. Композиция *Azotobacter* + *Rhizobium* готовилась путем смешивания одинаковых порций бактериальных суспензий в стерильных условиях. В качестве контрольного препарата-сравнения использовали Азотофит-Р на основе бактерий *Azotobacter chroococcum*. Препарат готовили согласно инструкции для обработки семян.

Результаты и их обсуждение

Таким образом, из ризосферы салата *Lactuca sativa* выделены бактерии рода *Azotobacter*, из клубеньковых образований корней гороха посевного *Pisum sativum* – бактерии рода *Rhizobium*.

Морфология ростков, обработанных бактериальной композицией *Rhizobium* и *Azotobacter* отмечалась лучшими ростовыми показателями: длиннее корни и стебель, сформированные листья насыщенного зеленого цвета.

Ростки, полученные из семян, обработанных монобактериальной суспензией *Rhizobium*, также имели длинные корни, но не отличались интенсивным вертикальным ростом.

Ростки, полученные из семян, обработанных контрольным препаратом Азотофит-Р и бактериями рода *Azotobacter*, выделенными из ризосферы *Lactuca sativa*, имели визуально меньшую длину стебля и корней, меньшую площадь листьев, способных к фотосинтезу.

Использование полибактериальной композиции на основе бактерий родов *Rhizobium* и *Azotobacter* повысило массу ростков *Lactuca sativa* в нестерильных условиях на 39,9 % по сравнению с неинокулированными семенами и на 49,6 % по сравнению с семенами, обработанными биопрепаратом Азотофит-Р.

Бактерии рода *Rhizobium* стимулировали рост семян *Lactuca sativa* также в виде монобактериальной суспензии, повысив показатели массы ростков в нестерильных условиях на 26,44 % по сравнению с неинокулированными семенами и на 38,3 % по сравнению с семенами, обработанными биопрепаратом Азотофит-Р.

Таким образом, можно утверждать о положительном влиянии композиции и монокультуры *Rhizobium* на массу семян, а полученные биопрепараты способны конкурировать с биоинокулянтами промышленного производства для растений семейств отличных от бобовых. Следующим шагом наших исследований будет увеличение выборки для верификации полученных данных и усовершенствование методики проращивания, а именно предпосевной обработки семян и определения масс различных сегментов растений.

Библиографические ссылки

1. Органічне землеробство в Україні є одним з найпривабливіших напрямів для інвестицій, – США [Електронний ресурс] / URL: https://zik.ua/news/2017/09/29/organichne_zemlerobstvo_v_ukraini_ie_odnym_z_naupryvably_vishyh_napryamiv_dlya_1176765 (дата обращения 24.05.2018).
2. *Bhattacharyya P. N., Jha D. K.* Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture // *World J Microbiol Biotechnol.* 2012. № 28. С. 1327–1350.
3. *Rhizobia as a biological control agent against soil borne plant pathogenic fungi / V.K. Deshwal // Indian Journal of Experimental Biology.* 2003. Vol. 41. С. 1160–1164.
4. *Моргун В.В., Коць С.Я., Кириченко Е.В.* Ростстимулирующие ризобактерии и их практическое применение // *Физиология и биохимия культурных растений.* 2009. Т. 41. №3. С. 187-207.
5. Перелік допоміжних продуктів для використання в органічному сільському господарстві, згідно зі стандартом МАОС (міжнародних акредитованих органів сертифікації), з органічного виробництва і переробки, що еквівалентний постановам ЄС № 834/2007 та № 889/2 [Електронний ресурс] // ТОВ «Органік стандарт». 2017. URL: http://www.organicstandard.com.ua/files/inputs/ua/OS_TABL_2017.pdf.
6. *Microbial Producers of Plant Growth Stimulators and Their Practical Use: A Review / E. A. Tsavkelova [et al.] // Applied Biochemistry and Microbiology.* 2006. Vol. 41. № 2. С. 133–143.

Кулешова Ю.М., Рыбакова В.А., Гринева И.А., Ломоносова В.А., Маслак Д.В.,
Феклистова И.Н., Садовская Л.Е., Скакун Т.Л.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;
Yuliakuleshova@yahoo.co.uk

БАКТЕРИИ РОДА *PSEUDOMONAS* – СТИМУЛЯТОРЫ КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ СПОСОБНЫ ПОВЫШАТЬ УРОЖАЙНОСТЬ РАСТЕНИЙ

Отобраны бактерии Pseudomonas – антагонисты фитопатогенов, стимулирующие корнеобразование растений, повышающие урожайность сельскохозяйственных культур, а также улучшающие фитосанитарное состояние и минерализацию почв. Штамм P. putida B-40 может быть использован в качестве основы для создания биопрепарата – стимулятора корнеобразования растений.

Pseudomonas bacteria – phytopathogen antagonists, which stimulate root formation of plants, can increase the yield of crops, improve the phytosanitary status and mineralization of soils are selected. Strain P. putida B-40 can be used as a basis for the creation of a biopreparation a stimulant for the root formation of plants.

Ключевые слова: флуоресцирующие Pseudomonas – антагонисты фитопатогенов; стимуляция корнеобразования; увеличение урожайности сельскохозяйственных культур.

Keywords: fluorescent Pseudomonas – phytopathogen antagonists; stimulation of root formation; increase in crop yields.

Введение

Бактерии флуоресцирующей группы почвенных *Pseudomonas* способны к синтезу широкого спектра биологически активных веществ, угнетающих развитие возбудителей грибных и бактериальных инфекций, стимулирующих системную устойчивость растений, метаболитов с фитогормональной и сигнальной активностью, а также способны улучшать минеральный состав почв [1; 2]. Это позволяет использовать данные бактерии для разработки биопрепаратов сельскохозяйственного назначения, обладающих одновременно ростостимулирующими и фитопротекторными свойствами. Особый интерес вызывают почвенные *Pseudomonas*, способные активировать корнеобразование растений, поскольку при проращивании семян, посадке, пересадке, размножении растений черенкованием и др., необходима быстрая адаптация растительного организма, интенсивность которой напрямую зависит от скорости развития корневой системы. Исходя из этого, целью работы являлось изучение бактерий *Pseudomonas* – стимуляторов корнеобразования и их влияния на продуктивность растений в условиях открытого грунта.

Материалы и методы

Бактерии выращивали при 28 °С в течение 48 ч с аэрацией в жидкой среде на основе солевого концентрата М9 с мелассой (0,4 %). Перед обработкой посевов бактериальную культуру разводили водопроводной водой в 100 раз.

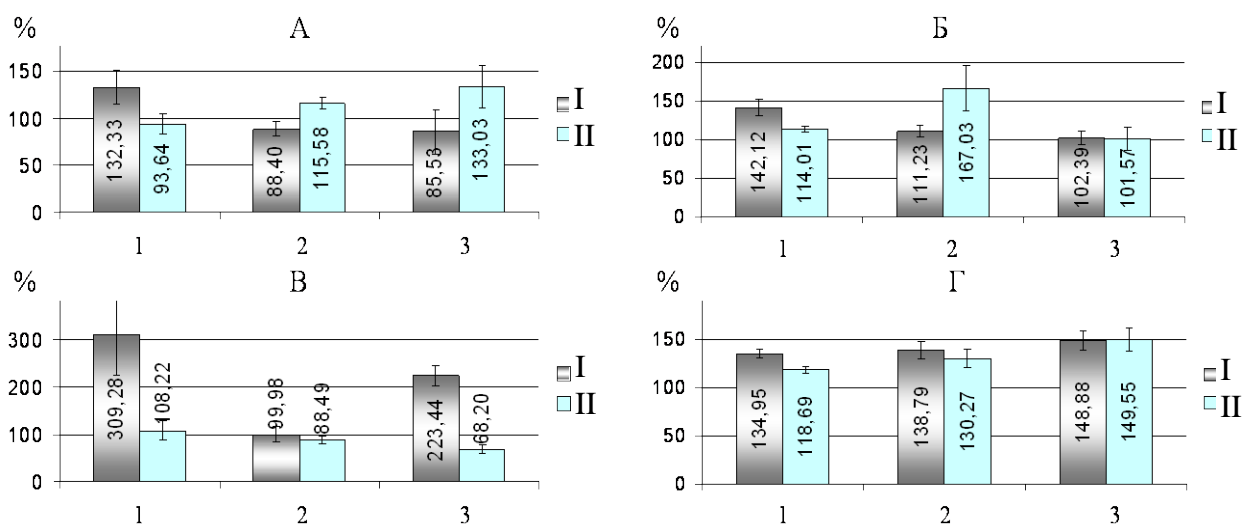
Факторы фитопатогенности микроорганизмов изучали согласно [3], способность к азотфиксации и фосфатмобилизации – на средах Эшби и Муромцева [4].

Для изучения влияния бактерий на рост растений были использованы салат листовой «Американский коричневый», шпинат «Матадор», овес яровой «Стрелец», свекла кормовая «Урсус поли». Обработка растений проводилась при посадке семян и по первым всходам из расчета ≈ 10 л/га. О влиянии на урожайность судили по изменению массы корнеплодов, зерна или надземной части растений, собранных с площади 0,15 м². Результаты представляли в виде среднего арифметического трех повторов с учетом стандартной ошибки средней.

Результаты и их обсуждение

В работе были использованы 94 штамма бактерий рода *Pseudomonas* коллекции кафедры генетики биологического факультета БГУ. Среди них были отобраны 23 штамма, не продуцирующих пиоцианины, но способных синтезировать пиовердины и потенциально обладающих антагонистической и стимулирующей рост растений активностью, была изучена их антибактериальная и антифунгальная активность, а также способность к азотфиксации и фосфатмобилизации. После скрининга факторов патогенности были исключены 3 штамма, способные вызывать мацерацию картофеля и моркови, либо некроз вегетирующих листьев табака. При использовании наиболее перспективных 14 бактериальных культур для обработки семян рапса была зафиксирована достоверная прибавка длины корней проростков до 90 %, что приводило к увеличению продуктивности растений [5]. В лабораторных экспериментах наиболее выраженный стимулирующий эффект наблюдался при обработке семян бактериями *P. putida* В-40, *P. vesicatoria* ВКМВ-546 и *P. fluorescens* 8305, при этом прибавка длины корня растений составляла 90,0, 91,5 и 66,0 % соответственно. Следует отметить, что три указанных штамма являлись активными фосфатмобилизаторами, а отсутствие азотфиксирующей активности у *P. putida* В-40 не снижало эффективности активации корнеобразования.

Логично предположить, что интенсивное развитие корневой системы должно приводить к увеличению урожайности растений. Влияние обработки посевов салата, шпината, свеклы и овса бактериальными суспензиями трех отобранных штаммов – *P. putida* В-40, *P. vesicatoria* ВКМВ-546 и *P. fluorescens* 8305 изучали в условиях открытого грунта на площадях, предоставленных ботаническим садом БГУ. Было продемонстрировано, что обработка посевов культурами бактерий – стимуляторами корнеобразования – приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных растений, что отражено на рисунке. При этом наиболее универсальным эффектом обладали бактерии *P. putida* В-40. Обработка посевов данными бактериями, выращенными на среде М9 с мелассой и разведенными в 100 раз водой перед использованием, приводила к увеличению урожая зеленой массы салата на 32 %, шпината – на 42 %, зерна овса на 35 % и корнеплодов свеклы кормовой на 209 %. При этом наблюдались колебания в количестве растений, достигших хозяйственной зрелости (см. рис.).



I – урожайность и II – выживаемость обработанных посевов по отношению к контрольной выборке (%); обработка бактериями 1 – *P. putida* В-40, 2 – *P. fluorescens* 8305, 3 – *P. vesicatoria* ВКМВ-546

Изменение урожайности и выживаемости салата (А), шпината (Б), свеклы (В) и овса (Г) после обработки посевов бактериальными препаратами

Исходя из результатов, представленных на рисунке, можно сделать вывод, что обработка посевов бактериями *P. putida* В-40 повышает урожайность салата, шпината и свеклы за счет

увеличения массы растений, что может быть связано с улучшением минерального питания растений в результате развития более мощной корневой системы. Увеличение урожайности овса фиксировалось параллельно с возрастанием выживаемости растений. Вместе с тем дополнительные исследования показали достоверное увеличение массы зерна в пересчете на одну зерновку после обработки посевов бактериями на 7,5 % (обработка *P. putida* В-40), 19,3 % (*P. fluorescens* 8305) и 8,5 % (*P. vesicatoria* ВКМВ-546). Кроме того, после окончания вегетационного периода растений было проведено исследование фитосанитарного состояния почв с территорий обработанных и контрольных посевов, в процессе которого установлено снижение количества фитопатогенных бактерий и увеличение количества фосфатмобилизаторов после бактериальной обработки (табл.). Таким образом, обработка посевов изучаемыми бактериями снижает долю фитопатогенных микроорганизмов и увеличивает количество фосфатмобилизаторов в почве, что может приводить к увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.

Изменение состава популяции микроорганизмов почвы после обработки биопрепаратами

Бактериальная обработка	Доля микроорганизмов в популяции, %		
	Фитопатогены	Азотфиксаторы	Фосфатмобилизаторы
Без обработки	28,6	98,4	0,5
<i>P. putida</i> В-40	6,7	98,8	0,6
<i>P. fluorescens</i> В-24	6,1	98,6	4,7
<i>P. vesicatoria</i> ВКМВ-546	0,39	99,6	3,9
<i>P. fluorescens</i> 8305	2,2	96,8	1,4

Таким образом, установлено, что бактерии рода *Pseudomonas* – антагонисты фитопатогенов, стимулирующие корнеобразование растений, способны значительно увеличивать урожайность сельскохозяйственных культур, улучшая фитосанитарное состояние и минерализацию почв. Штамм *P. putida* В-40 может быть рекомендован для использования в качестве основы для создания биопрепарата – регулятора роста растений с корнестимулирующими свойствами и фитозащитным эффектом.

Библиографические ссылки

1. Максимов И. В., Абизильдина Р. Р., Пусенкова Л. И. Стимулирующие рост растений микроорганизмы как альтернатива химическим средствам защиты от патогенов // Прикл. биохимия и микробиология. 2011. Т. 47. № 4. С. 373–385.
2. Генетические подходы к созданию штаммов – продуцентов биологически активных соединений у бактерий *Pseudomonas* / Н. П. Максимова [и др.] // Тр. БГУ. Сер.: Физиол., биохим. и мол. основы функционирования биосистем. 2009. Т. 4 : в 2 ч. Ч. 2. С. 15–55.
3. Желдакова Р. А., Мямин В. Е. Фитопатогенные микроорганизмы: учеб.- метод. комплекс для студентов биол. фак. спец. G - 31 01 01 «Биология». Минск : БГУ, 2006.
4. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. Минск : Колас, 1983.
5. Принципы отбора стимуляторов корнеобразования растений среди бактерий *Pseudomonas* с антагонистической активностью / Ю.М. Кулешова [и др.] // Журнал БГУ. Биология. 2017. №3. С. 54–62.

Куликова Н.А.^{1,2}, Филиппова О.И.¹, Воликов А.Б.¹, Холодов В.А.^{1,3}, Зиганшина А.Р.¹, Ярославцева Н.В.³, Перминова И.В.¹

¹ ФГОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, РФ;

knat@darvodgeo.ru

² Институт биохимии РАН им. А.Н. Баха, ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН, г. Москва, РФ;

knat@darvodgeo.ru

³ ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Москва, РФ;

vkholod@mail.ru

СИЛАНОЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕЛИОРАНТЫ КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ

Представлены результаты лабораторных и полевых экспериментов по комплексной оценке мелиоративных свойств силанольных производных гуминовых веществ на основе угольного гумата калия и 3-аминопропилтриэтоксисилана. Показана возможность силанольных производных улучшать почвенную структуру за счет повышения средневзвешенного диаметра водоустойчивых агрегатов и повышения микробиологической активности почвы, связанной с увеличением содержания растворенного органического вещества и доступного азота. Предложена концептуальная модель взаимодействия силанольных производных с почвенными частицами.

The results of laboratory and field experiments on complex assessment of meliorative properties of silanol derivatives of humic substances based on potassium humate and (3-aminopropyl-triethoxy)silane are presented. The possibility of silanol derivatives to improve soil structure by enlarging mean weight diameter of the water-stable aggregates and increasing microbiological activity due to growth of contents of dissolved organic carbon and labile nitrogen is proposed. A conceptual model of interaction of silanol derivatives with soil particles is hypothesized.

Ключевые слова: мелиорант; силанольные производные гуминовых веществ; структура почвы.

Keywords: ameliorant; silanol derivatives of humic substances; soil structure.

Введение

Одной из актуальных проблем современного сельского хозяйства является деградация структуры почв, приводящая к ухудшению их водно-физических свойств. Поэтому многие почвы, находящиеся в сельскохозяйственном использовании, в настоящее время характеризуются неудовлетворительным структурным состоянием, что резко снижает их плодородие. Несмотря на широкий спектр существующих мелиоранто-структурообразователей, все они характеризуются теми или иными недостатками, что ограничивает их использование в широкой практике и обуславливает актуальность разработки альтернативных почвенных кондиционеров. В естественных условиях одним из основных факторов, способствующих улучшению и поддержанию структуры почв, являются гуминовые вещества (ГВ). Целью работы было получение производных ГВ на основе продуктов их реакции с органосиланами, обладающими повышенной адгезионной способностью по отношению к минеральным поверхностям, и оценка их мелиоративных свойств в лабораторных и полевых условиях.

Материалы и методы

Силанольное производное ГВ получали на основе коммерческого препарата гумата калия «Сахалинский» производства Биомир-2000 (РФ). Синтез проводили согласно [1] путем гидролиза органосилана 3-аминопропилтриэтоксисилана (АПТЭС) в растворе гумата калия.

Ранее нами было показано, что при взаимодействии органосиланов с ГВ происходит формирование полиэлектролитных комплексов с образованием ионной связи между гидроксильной карбоксильной группы ГВ и азотом аминогруппы АПТЭС [1]. Поэтому соотношение ГВ:АПТЭС в реакционной смеси подбирали таким образом, чтобы 100 % карбоксильных групп ГВ могли провзаимодействовать с АПТЭС. Исходный препарат гумата калия обозначали как CHS, а его силанольное производное как CHS-APTES100.

Лабораторные эксперименты включали в себя подбор дозы внесения CHS-APTES100 и его тестирование на почвах зонального ряда. Схема проведения эксперимента предусматривала испытания на почвах различного типа (серые лесные, чернозем обыкновенный, чернозем выщелоченный, каштановые почвы) и разного использования (целинных и находящихся в сельскохозяйственном использовании). Полевые мелкоделяночные эксперименты проводили на почве Urbic Technosol. Мониторинг изменений в почве после внесения CHS и CHS-APTES100 осуществляли по следующим показателям: средневзвешенный диаметр (СВД) и содержание водоустойчивых агрегатов, содержание подвижного азота, содержание растворенного органического вещества (РОВ). Кроме того, оценивали влияние гуминовых препаратов на почвенное субстрат индуцированное дыхание (СИД) и рост мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L.

Результаты и их обсуждение

На основании проведенных экспериментов сделаны следующие основные выводы:

– в условиях лабораторного эксперимента количество устойчивых микроагрегатов в почве значимо увеличивалось при насыщении почвы раствором CHS-APTES100 в концентрации 10 г/л три раза и более;

– в зависимости от почвы, условиях лабораторного эксперимента после внесения CHS-APTES100 СВД агрегатов возрастал в 1,1–2,1 раза; наиболее выраженный эффект наблюдали на серой лесной освоенной почве, а минимальный – на черноземе выщелоченном целинном;

– внесение CHS-APTES100 в полевых условиях привело к возрастанию СВД водоустойчивых агрегатов в 1,8 раза;

– показано, что в условиях как лабораторного, так и полевого эксперимента обработка почвы CHS-APTES100 приводит к повышению содержания РОВ, увеличению количества доступного азота и возрастанию микробиологической активности почвы;

– высказано предположение, что CHS-APTES100 может образовывать в почве «сеть» за счет образования силоксановых ковалентных связей как с минеральными поверхностями, так и между молекулами силанольными производными ГВ.

Библиографические ссылки

1. Targeted design of water-based humic substances-silsesquioxane soft materials for nature-inspired remedial applications / A.B. Volikov [et al.] // RSC Advances. 2016. V. 6. P. 48222–48230.

Lemanova N.¹, Magher M.²

¹ Institut of Genetic, Physiology and Plant Protection, Kishinev, RM;

lemanova@list.ru

²Institut of Horticulture and food production, Kishinev, RM.

BIOLOGICAL CONTROL OF GROWN GALL IN HORTICULTURE

*Development of measures to control crown-gall is carried out in direction for obtaining tumorless plants at the expense of preventive treatment of wounding so as to deteriorate the interaction of pathogen with the cell of host plant. Utilization the strain of soil inhibiting *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-4 which synthesize the substances (bacteriocins) with preventing activity to nopaline and octopine strains of pathogenic agrobacteria. Liquid concentrate suspension of this bacteria - biological preparat "Paurin" - were applied for preplanting treatment of rooted saplings and in nursery.*

*Биологический метод борьбы с бактериальным раком плодовых пород обеспечивает получение безопухолевых растений после нанесения суспензии почвообитающей бактерии *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-4 в места ранений. Бактериоцины в метаболитах бактерии активны по отношению к октопиновым и нопалиновым штаммам возбудителя бактериального рака *Agrobacterium tumefaciens*.*

Биофунгицид "Paurin" на основе суспензии этого штамма успешно применяется в плодовом питомниководстве при укоренении вегетативно-размножаемых подвоев яблони, для бактеризации косточек в питомнике и корней плодовых саженцев перед посадкой сада.

Keywords: grown gall; bacterial strain; biological control.

Ключевые слова: бактериальный рак; бактериальный штамм; биологический контроль.

Grown gall is disease that are large number of plants-hostes. The causative agent of disease is gram-negativ bactrie *Agrobacterium tumefaciens* (Smith and Towns) – the heterogene, presented in the nature by various strains with specific properties depending on a plant. In fruit nurseries of Moldova the tumors of a grown gall develop on roots of vegetative multiple stocks of an apple-tree, seed stocks of stone cultures and in places of graft. Their growth breaks of nutrients intended for plants. The quantity of saplings of an apple-tree on a stock of M-4 reaches 65,4 %, on M-9 - 24,3 %, on MM-106 – 14,7 %. At an grafting on seed stocks defeat of saplings of a pear makes 42,4 %, a peach on almonds-3,2 %, an apricot on zherdele-5,8 %, plums on a cherry plum-5 %, sweet cherry-5 %. For this reason annual saplings in nursery often don't conform to the standard and after plant to a garden trees lag behind in growth and often perish, without having reached fructification. Many yellow leaves, trunks with less volume are visually observed. The attacks of plants in gardens with a weak and average damaged roots make to 18 % from total number of plants on 1ra. In some gardens of plum and a peach about 94 % of trees are struck. Tumors are result of genetic interaction of agent parasite in plants cell, the consequence control of disease can't be solved by the standard chemical methods. Problem of science is search of alternative systems of the prevention and fight against a grown gall at the expense of application of ecologically safe biological preparations of a microbic origin. The particular interest in this sense is represent the bacteria picked from rhizosphere of plants.

Team of researchers from Institute of molecular genetics of the Russian Academy of Sciences on the basis of studying of numerous isolates of bacteria, allocated around a radical zone of plants, selected the strain of *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-4 producing the bacteriocins - the low-molecular substances of not proteinaceous nature suppressing activity of *Agrobacterium tumefaciens* [1; 2]. Two-daily suspension of living bacterial cells of *Pseudomonas fluorescens* CNMN-PsB-4, with the delution 10⁷ CFU/ml was applied to bacterization of plants before a sowing and landing material. Bacterial suspension of a strain antagonist of the causative agent of grown gall use for treatment the stones of cherry, plum, peach, and also the layers of

vegetative increased scrops of an apple rootstoks before plant in nursery, sprayed the places of woundings on mother bushes of rootstocks. Before planting of fruit trees in the garden the suspension of *Ps. fluorescens* used for bacterization of root system of a landing material year-old saplings fruit trees and added them with irrigation water. The biological preparation on the basis of strain *Pseudomonas fluorescens CNMN-PsB-4* - "Paurin" is registered by the State Center for Certification of phytosanitary production in the Republic of Moldova.

In time of vegetative multiplication the rooting stem of rootstocks of apple MM 106, M 26, the bacterization the roots of scions before landing of the first field of nursery was carried out. In time of dig up the saplings from nursery the essential decrease galled roots on landing material of an apple-tree after treatment by "Paurin" in relation to control was observed. The received results are presented in the table 1.

Table1. Influence of prelanding treatment of rootstocks with "Paurin" on gall inhibition of roots the saplings in nursery

	Breeds	Rootstock	Variants	Quantity of plants	Galled saplings piece	% of disease	Biological effect %
1	A p p l e	MM-106	Control	1500	246	16,4	-
		M-26	Control	1420	112	7,9	-
2		MM-106	Paurin	1450	37	2,6	84,1
		M - 26	Paurin	1210	16	1,3	83,5
3	Sweet cherry	Bitter cherry	Control	1620	68	4,2	-
			Paurin	1540	12	0,8	80,9
4	P l a m	Wild plum	Control	2300	73	3,2	-
			Paurin	2300	9	0,4	87,5

Treatment the layers of vegetative stock of an apple-tree (M106 and M26) before landing in the first field of nursery by biopreparat "Paurin" suspension promoted down to infection by grown gall to 2,6 % – 1,3 % at 16,4 – 7,9 % in control where landing of layers was made without biological product. Thus, biological efficiency of a biological product of "Paurin" if compared to control against grown gall in time of raise saplings of an apple in nursery made 84,1 % and 83,5 % depending on a stock clone. After bacterization of stones of sweet cherry and a wild plum by preparation "Paurin" suspension the yield of healthy saplings of these breeds increased by 5–8 times in comparison with control. Biological efficiency of biofungicide against a grown gall at cultivation of saplings of sweet cherry and a cherry plum made 80,9 % and 87,5 %. Before landing of gardens with rooting apple saplings take bacterisation of root system of saplings by "Paurin" biological product on the total area of 86 hectares. Submitted data testify to considerable decrease in galled roots of apple trees in comparison with control (tab. 2).

On materials of the table show that in control apple saplings on a rootstock of MM106 are infected with grown gall more (14,3 %), than on M26 – 9,7 %, while after "Paurin" treatment the number of plants with tumors decreased by 6–9 times and made 2,4 % – 1,2 % at 16,4 % – 9 % in control. Biological efficiency of biofungicide "Paurin" to control against a grown gall when landing young saplings of an apple made 83,2 % and 87,6 %.

Table 2. Influence of preplanting treatment the roots of apple saplings by “Paurin” on gall inhibition of roots the saplings in the garden

	Breeds	Rootstock	Variants	Quantity of plants	Galled (piece)	% of disease	Biological effect %
1	A p p l e	MM-106	Control	1000	143	14,3	-
		M-26	Control	1020	97	9,7	-
MM-106		Paurin	1000	24	2,4	83,2	
M - 26		Paurin	1000	12	1,2	87,6	

Conclusion

Preplanting treatment of vegetative stocks of an apple-tree and seeds of stoun-fruit cultures with “Paurin” (titre 10^7 CFU/ml) reduced level of a disease of fruit plants in comparison with control (biological efficiency of 80,9 % to 87,5 %) depending on breed. Bacterisation by biofungicide “Paurin” the roots of saplings of an apple before landing in a garden reduced number of no galled plants to 2,4–1,2 % in comparison with control of 14.3–9,7 %. The received results testify that the biological product “Paurin” can be applied successfully to preplanting bacterization of root system vegetative sets of apple rootstocks and seedlings of stoun fruit crops in nursery and saplings at a laying of young gardens to control against a grown gall.

Use of these properties, along with primary development of the microorganism on surfaces of stones, roots, shanks, a layer, trunk plants and in a rhizosphere creates a physical and biochemical obstacle to development of pathogenic strains of the agent of a root cancer.

Reference

1. Леманова Н.Б., Гатина Э.Ш. Бактериальные болезни винограда и плодовых культур. Кишинев : Штиинца, 1991.
2. Магер М.К., Леманова Н.Б., Магер В.М. Влияние биологических агентов на рост плодовых деревьев и их защиту от бактериального рака // Межд. н-пр. конференция «Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем». Краснодар, 2016. С.381-384. ISBN 978-5-905120-06-07.

Лобанов А. Ю.

ФГБНУ НИИСХ Республики Коми, Республика Коми, г. Сыктывкар, РФ;
npti@bk.ru

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ СЕНОКОСОВ ПОЙМЫ РЕКИ СЫСОЛА

В период с 2011 по 2015 года впервые в условиях Республики Коми проводили изучение влияния биологически активных веществ («Вэрва», «Эпин») и концентрированного органолептического удобрения «Гумат калия/натрия с микроэлементами» в чистом виде и по фону минеральных удобрений на продуктивность естественных лугов поймы реки Сысола, а так же оценивали качество получаемого сена. Внесение препарата «Вэрва» по фону $N_{30}P_{45}K_{45}$ позволило получить наилучший результат. Урожайность увеличилась на 49,0 % (+2,9 ц/га), сбор обменной энергии на 49,1 % (+3,9 ГДж/га), получено 1,5 тыс/га кормовых единиц (+66,6 %), а содержание сырого протеина в АСВ составило 10,3 %.

In the period from 2011 to 2015 the first time in the Republic of Komi conducted to study the influence of biologically active substances ("Verva", "Appin") and concentrated organoleptic fertilizer "potassium humate/sodium with microcells" in pure form and the background of mineral fertilizers on productivity of natural grassland floodplains of the River Sysola, and also evaluated the quality of the hay. Introduction the preparation "Verva" on the background $N_{30}P_{45}K_{45}$ possible to obtain the best result. Introduction the drug "Verva" on the background $N_{30}P_{45}K_{45}$ possible to obtain the best result. So productivity of grew by 49.0 % (+ 2.9 t/ga), the collection of the exchange energy by 49.1 % (+ 3.9 Gj/ga), obtained by 1.5 thousand/ha feed units (66.6 %), and the content crude protein in the ACB was 10.3 %.

Ключевые слова: стимуляторы роста; минеральные удобрения; урожайность; качество корма.

Keywords: growth stimulants; fertilizers; productivity; quality of the food.

Введение.

Общая площадь сельскохозяйственных земель Республики Коми составляет 419 тыс. га. Из них под сенокосы приходится более половины площади. Пойменные луга более продуктивны и питательны, чем суходольные, следовательно, они составляют основу кормовой базы животноводства. Но их урожайность без культуртехнических мероприятий находится на низком уровне. При уборке растения выносят с собой элементы, которые необходимы почве для следующей генерации трав. Не восполнение потерь может привести к истощению луговой растительности (снижение урожайности, питательности и биоразнообразия). Актуальным становится возвращение в почву хотя бы того количества питательных элементов, которое ежегодно выносятся с урожаем и стимулирование роста и развития растений.

Методика исследований.

Полевой опыт проведен в учебно-опытном хозяйстве «Межадорское» Сыктывкарской школы-интерната № 1 им. А. А. Католикова.

Площадь делянок 20 м², учетной – 10 м² в четырехкратной повторности. Минеральные удобрения внесены в фазу активного отрастания травостоя, стимуляторы – в фазу кущения растений путем внекорневой подкормки. Расход рабочей жидкости – 300 л/га [1].

Почва опытного участка дерново-подзолистая, супесчаная. Реакция почвы сильнокислая (рН 3,8-4,2). Обеспеченность подвижным калием и фосфором средняя (76,6-93,4 мг/кг; 25-77 мг/кг соответственно), содержание общего азота – 0,28%. Количество кальция и магния в почве очень низкое (1,1-1,2 мг/кг; 0,38-0,69 мг/кг) [2].

Таблица 1. Схема опыта

Вариант	Доза
Контроль (естественный луг)	-
НРК (фон 1)	N – 30 кг/га; РК – по 45 кг/га д.в.
Фон 1 + Вэрва	N – 30 кг/га; РК – по 45 кг/га; Вэрва – 200 мл/га.
Фон 1 + Эпин-экстра	N – 30 кг/га; РК – по 45 кг/га; Эпин-экстра – 50 мл/га.
Фон 1 + Гумат	N – 30 кг/га; РК – по 45 кг/га; Гумат – 0,5 л/га.
РК (фон 2)	РК – по 45 кг/га.
РК + Эпин-экстра	РК – по 45 кг/га; Эпин-экстра – 50 мл/га.
РК + Гумат	РК – по 45 кг/га; Гумат – 0,5 л/га.
Эпин-экстра	Эпин-экстра – 50 мл/га.
Гумат	Гумат – 0,5 г/га.

Исследования проводили по методике опытных работ на сенокосах и пастбищах под редакцией Конюшкова Н. С. (1961), и по методике полевого опыта Доспехова Б. А. (1985). Качество кормов определяли по принятым ГОСТом методикам [3–5].

Погодные условия в годы исследований в вегетационный период (май-июнь) сильно различались. Так, наибольшая сумма температур активных температур выше 10 °С – 817–892 °С была в 2011 и 2015 годах, наименьшая – 735 °С – в 2014 году. Большое количество осадков за этот период выпало в 2012, 2014 и 2015 годах (от 137,9 до 169,2 % к средним многолетним), более засушливыми были 2011 и 2013 года (76,9–75,9 % к норме), гидротермический коэффициент при этом составил 1,1–1,2, в остальные годы 1,8–2,3. Погодные условия в целом были благоприятными для накопления урожая кормовой массы, кроме 2014 года, когда при сумме температур 735 °С, выпало мало осадков, что отразилось на урожайности. За период исследований опытный участок затоплялся паводковыми водами в 2011 и 2012 годах на срок до 14 дней. В 2015 году половодье продлилось 7 дней. В 2013 и 2014 годах полевой опыт не затоплялся.

Результаты и их обсуждение.

Изучение влияния минеральных удобрений и стимуляторов роста на урожайность в пойме реки Сысола за период с 2011 по 2015 года показало, что внесение минеральных удобрений в чистом виде и совместно со стимуляторами роста способствует достоверной прибавке урожайности к контролю + 23,0–49,0 % (табл. 2). Использование препаратов «Эпин-экстра» и «Гумат» в чистом виде не дает достоверно значимого прироста урожайности, однако наблюдается положительная тенденция повышения урожайности (+ 6,0 % и + 16,0 % соответственно). Наибольшую прибавку урожайности (+ 0,7 ц/га или + 49,0 %) наблюдали в варианте с применением препарата «Вэрва» по фону N₃₀P₄₅K₄₅ по отношению к контролю. Изучаемые способы позволили сохранить экологию лугов. Во все годы не наблюдали достоверно значимой разницы при формировании урожайности в вариантах с внесением N₃₀P₄₅K₄₅ и P₄₅K₄₅ в чистом виде, что свидетельствует об отсутствии влияния азотного компонента удобрений. Но в тоже время их внесение значительно влияло на накопление урожайности. На формирование урожая большое влияние оказали погодные факторы и паводковые воды. Так, в засушливом 2013 году в условиях отсутствия паводковых вод, прирост урожайности удалось получить только благодаря применению препаратов «Эпин» и «Гумат» по фону минеральных удобрений. Внесение же минеральных удобрений в чистом виде не оказало влияния на урожайность.

Таблица 2. Продуктивность естественного сенокоса в пойме р. Сысола

Варианты	Урожайность сена, ц/га	Сбор обменной энергии, ГДж/га	Кормовые единицы, тыс/га в АСВ	Содержание сырого протеина в АСВ, %
	В среднем за период с 2011 по 2015 годы			
Контроль	5,9	6,1	0,9	9,6
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ – фон 1	8,1	8,6	1,3	10,0
Фон 1 + Вэрва	8,8	9,1	1,5	10,3
Фон 1 + Эпин-экстра	8,2	8,4	1,4	10,1
Фон 1 + Гумат	7,6	7,7	1,3	9,8
P ₄₅ K ₄₅ – фон 2	8,0	8,0	1,3	10,0
Фон 2 + Эпин-экстра	8,0	8,2	1,4	10,1
Фон 2 + Гумат	7,3	7,5	1,3	10,1
Эпин-экстра	6,3	6,7	1,1	9,8
Гумат	6,9	7,1	1,1	10,0
НСР _{0,5}	1,1			

В среднем за пять лет все способы повышения продуктивности оказались эффективны. Так, сбор обменной энергии увеличился на 9,0–49,0 %, кормовых единиц на 22,2–66,6 %, содержание сырого протеина на 0,2–0,7 % к контролю. Применение препаратов «Эпин-экстра» и «Гумата» в чистом виде обеспечили наименьшую прибавку сбора обменной энергии (+ 9,0–16,0 %), кормовых единиц (+ 22 %) и содержание сырого протеина (+ 0,2–0,4 %). Наибольшая прибавка получена в варианте с применением препарата «Вэрва» по фону N₃₀P₄₅K₄₅ (+ 49 %, + 66 % и + 0,7 % соответственно).

Заключение.

По результатам исследований за период с 2011 по 2015 годы установлено:

- стимуляторы роста при совместном использовании с минеральными удобрениями и в чистом виде ежегодно способствовали повышению продуктивности и сохранению биоразнообразия луга;

- наиболее высокая эффективность получена при внесении препарата «Вэрва» по фону N₃₀P₄₅K₄₅. В среднем за пять лет урожайность увеличилась на 49,0 % (+ 2,9 ц/га), сбор обменной энергии на 49,1 % (+ 3,9 ГДж/га); содержание сырого протеина в АСВ составило 10,3 %.

- затраты совокупной энергии на получение 1 ц сена при использовании данного приема составляют 3,8 ГДж/га, энергоёмкость составляет 1,1 ГДж/ц, энергетический коэффициент – 2,4;

- высокий энергетический коэффициент 3,7 и 3,9 обеспечили варианты с применением «Эпина» и «Гумата» в чистом виде.

Библиографические ссылки

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв // М.: МГУ, 1970.
2. Гиль А. Ф. Влияние минеральных удобрений на урожай природных травостоев пойм рек Коми АССР: дис. на соиск. уч. ст. канд. сельскохозяйственных наук. М., 1974.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) // М.: Агропромиздат, 1985.
4. Методика опытных работ на сенокосах и пастбищах: сб. статей / под ред. Н.С. Конюшкова [и др.]. М.: Сельхозгиз, 1961.
5. Петербургский А. В. Практикум по агрономической химии. М.: Колос, 1968.

Лукашевич В.А., Лещенко Ю.В., Ветошкин А.А., Пржевальская Д.А., Дюбо Ю.В.
Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;
bio.lukashevVA2@bsu.by

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ «ЗЕЛЕНОГО» СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА И АНАЛИЗ ИХ БИОЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ

*Представлены результаты работы по разработке техники «зеленого» синтеза наночастиц серебра с использованием растительных экстрактов и биологически-инертных стабилизаторов. Проведено тестирование их физических характеристик при помощи атомно-силовой и электронной микроскопии. Представлены данные о биоцидной активности полученных наночастиц с использованием гидропонного и бензимидазольного тестов. Продемонстрировано, что наночастицы серебра, полученные путем «зеленого» наносинтеза, обладают фунгицидной активностью по отношению к *Septoria nodorum* и *Fusarium culmorum*, сопоставимой или превосходящей ионы серебра.*

The techniques for “green” synthesis of silver nanoparticles using plant extracts and biocompatible chemicals have been developed. Obtained nanoparticles have been characterized using atomic force and electron microscopy. The biocidal activity of green nanoparticles has been assessed by hydroponic and benzylimidazole tests. Results of these tests have shown that “green” silver nanoparticles have biocidal activity, which was similar or higher than that of ionic form of silver.

Ключевые слова: наночастицы; наносинтез; «зеленый» синтез; атомно-силовая микроскопия; электронная микроскопия; спектроскопия.

Keywords: nanoparticles; nanosynthesis; «green» synthesis; atomic force microscopy; electron microscopy; spectroscopy.

Введение

Наночастицы находят широкое применение в различных сферах жизни человека, от микроэлектроники до медицины и гигиены, в связи с чем производство наночастиц постоянно растет. Возникает проблема необходимости введения наночастиц в биологические системы, что требует промышленного получения биосовместимых, экологически безопасных частиц, обладающих широким спектром биологических активностей [1]. Подобное производство возможно обеспечить развитием техники «зеленого» наносинтеза, суть которого заключается в использовании растительных экстрактов в качестве системы восстановления и стабилизации металлических наночастиц. Стабилизирующая оболочка органического происхождения, получаемая в ходе так-называемого «зеленого» наносинтеза, придает наночастицам специфические свойства, связанные с уникальным биохимическим составом растительного экстракта и режимом проведения реакции наносинтеза [1; 2].

Целью настоящей работы являлось создание методики «зеленого» синтеза серебряных наночастиц, обладающих высокой биоцидной активностью. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) подобрать условия наносинтеза, апробировать различные растительные экстракты в качестве систем восстановления и стабилизации наносеребра и методы первичной спектрофотометрической детекции наночастиц;
- 2) разработать подходы анализа физических параметров серебряных наночастиц, полученных методом «зеленого» наносинтеза, на основе атомно-силовой и электронной микроскопии;
- 3) установить характер воздействия наночастиц серебра, полученных методами «зеленого» наносинтеза, на развитие инфекций *Septoria nodorum* и *Fusarium culmorum*; сравнить их биоцидную активность с ионами серебра.

Материалы и методы

В работе использовалась стандартная техника холодного наносинтеза. Протоколы получения и введение экстрактов в растворы с ионами серебра подбирались опытным путем в результате рутинного тестирования спектрофотометрических показателей полученных суспензий. Появление пика соответствующего характеристического пика поглощения в 400 нм являлось маркером синтеза наночастиц. Проводилась оценка экстрактов четырех видов растений (ели европейской, хвой сосны обыкновенной, корнеплода моркови посевной и клубня картофеля посевного). В дальнейшем после верификации наносинтезасуспензии наночастиц проходили детальное тестирование с использованием атомно-силовой (АСМ) и сканирующей электронной микроскопии. Бицидная активность тестировалась путем протравливания зараженных семян или обработки зараженных листьев яровой пшеницы (*Triticum aestivum*); источником инфекции служили плесневые грибы *Fusarium culmorum* и *Septoria nodorum*.

Выводы

В результате проведенных опытов можно сделать следующие выводы:

- данные световой спектроскопии подтвердили наличие наночастиц в полученных на основе четырех растительных экстрактов суспензиях серебряных наночастиц, о чем свидетельствуют спектры поглощения в области 400 нм;

- результаты тестов с использованием АСМ-микроскопии продемонстрировали наличие в растительных экстрактах большого числа наночастиц органического происхождения; устранение данной фракции возможно при помощи центрифугирования экстракта до соединения его с ионами серебра;

- при заражении семян *Septoria nodorum* наиболее высокие показатели всхожести отмечаются для проростков, полученных из семян, протравленных суспензией серебряных наночастиц, полученных на основе экстракта хвой (ели европейской);

- в случае заражения семян *Fusarium culmorum* наночастицы серебра, синтезированные на основе экстрактов моркови посевной и ели европейской, повышали всхожесть на 97 % и 89 %, соответственно, относительно контрольных образцов (без протравливания); по данным бицидным показателям «зеленые» наночастицы превосходили ионы серебра и наночастицы серебра, синтезированные химическим путем;

- бензимидазольный тест показал высокую эффективность наночастиц, синтезированных при помощи техники «зеленого» наносинтеза на основе экстрактов сосны обыкновенной, ели европейской и моркови посевной, по отношению к распространению *Fusarium culmorum* и *Septoria nodorum*;

- полученные данные указывают на целесообразность разработки препаратов на основе серебряных наночастиц, полученных методами зеленого наносинтеза в качестве эффективных бицидных агентов при борьбе с *Fusarium culmorum* и *Septoria nodorum*.

Библиографические ссылки

1. Green synthesis of silver nanoparticles using aqueous solution of *Ficus benghalensis* leaf extract and characterization of their antibacterial activity / A. Saxena [et al.] // *Materials Letters*. 2012. Vol. 67, № 1. P. 91–94.
2. Dubey S.P., Lahtinen M., Sillanpää M. Green synthesis and characterizations of silver and gold nanoparticles using leaf extract of *Rosa rugosa* // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2010. Vol. 364, № 1–3. P. 34–41.

Лукьянова М. В., Верховцева Н. В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, РФ;
marina.ostraeva@gmail.com

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ОПЫТА НА АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ДЕРНОВОЙ ПОЧВЕ

*Представлены результаты полевого опыта на аллювиальной (пойменной) дерновой почве Воронежской области с использованием гуминового препарата (ГП) «Life Force Natural Humic Acids» и минеральных удобрений на культуре картофеля (*Solanum tuberosum* L.). Показана возможность снижения доз минеральных удобрений (NPK) без потери урожайности растительной продукции при использовании ГП. Отмечено, что применение препарата способствовало улучшению качества урожая по показателям урожайности и товарности.*

Presents the results of field experiments on the Alluvial (floodplain) sod soil of Voronezh region with the use of Humic product (HP) «Life Force Natural Humic Acids» and mineral fertilizers on crops of potatoes. The possibility of decreasing the doses of mineral fertilizers (NPK) without losing the yield of plant products with the use of HP. It is noted that the use of the preparation contributed to an improvement in the quality of the crop in terms of productivity and marketability.

Ключевые слова: гуминовые препараты; Life Force Soil Conditioner Natural Humic Acids; минеральные удобрения; почвы Воронежской области; продуктивность картофеля.

Keywords: humic preparation; Life Force Soil Conditioner Natural Humic Acids; mineral fertilizers; soils of the Voronezh region; productivity of potato.

Введение

Использование гуминовых препаратов (ГП) в поиске альтернативных путей, позволяющих увеличить качественные и количественные характеристики урожая - актуальная и практически значимая идея в настоящее время [1–3]. В ряде работ показано, что ГП усиливают поглощение питательных веществ [4; 5], что может быть использовано для уменьшения доз минеральных удобрений. В данном исследовании рассматривалось влияние ГП на продуктивность картофеля, и оценивалась возможность снижения доз агрохимикатов при использовании ГП.

Объекты и методы

В качестве исследуемой культуры был выбран картофель сорта Удача (*Solanum tuberosum* L.). Гуминовый препарат, использованный в эксперименте – почвенный кондиционер «Life Force Natural Humic Acids» для органического земледелия. Опыт проводили летом 2017 года в открытом грунте с естественным освещением и поступлением влаги с атмосферными осадками без дополнительного полива. Площадка располагалась в Верхнемамонском районе Воронежской области. Почва азональная - аллювиальная (пойменная) дерновая, участок старопахотный, хорошо окультуренный (табл.).

Основные агрохимические показатели аллювиальной дерновой почвы, используемой в полевом опыте

Почва	N - NH ₄ ,	N - NO ₃ ,	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH	C орг, %
	мг/кг					
Аллювиальная (пойменная) дерновая	20,75±0,47	149,54±0,69	1819,73±3,68	379,83±1,71	7,4±0,1	2,83±0,03
НД на методы исследования	ГОСТ 26489-85	ГОСТ 26488-85	ГОСТ 54650-2011		ГОСТ 26423-85	ГОСТ 26213-91

Характеристика почвы: пониженное содержание азота в аммонийной и нитратной формах. Обеспеченность доступными для растений фосфором и калием – очень высокая; по степени кислотности почва нейтральная, насыщена основаниями, с поверхности вскипает от нанесения 10%-ой соляной кислоты. Эксперимент был выполнен в четырехкратной повторности по схеме: контроль; NPK; ГП; ГП + NPK; ГП + ½ NPK. Источник NPK - комплексное минеральное удобрение – нитроаммофоска (азот (N) – 16 %, фосфор (P₂O₅) – 16 %, калий (K₂O) – 16 %). Расход удобрений для варианта опыта NPK составил 60 кг действующего вещества на 1 га для каждого элемента, для варианта опыта ½NPK - 30 кг/га. Доза ГП - 500 кг/га. ГП и удобрения вносили в сухой форме и перемешивали в верхнем почвенном горизонте. Размер одной экспериментальной делянки составлял 6 м². Расстояние между кустами картофеля в ряду – 35 см; расстояние между рядами – 50 см, глубина посадки – 10 см. Расположение делянок – многорядное ступенчатое.

По окончании опыта определяли урожайность и товарность картофеля. К товарному картофелю относили целые, сухие, незагрязненные, непроросшие, непозеленевшие клубни, без наростов и трещин, однородные по форме и окраске кожуры. Форма клубней – удлиненная (длина превышает ширину (наибольший поперечный диаметр) в 1,5 раза и более), размер по наибольшему поперечному диаметру не менее 50 мм. Кроме того определяли структуру урожая картофеля по диаметру (крупный (≥90 мм), средний (90–60 мм), мелкий (60–50 мм)), определялась урожайность каждой фракции [6; 7].

Обсуждение результатов. Важным критерием оценки при выращивании сельскохозяйственных культур, в том числе и картофеля, является урожайность. Товарность клубней определяет качество урожая и ценность картофеля. Анализ указанных для картофеля, выращенного на аллювиальной дерновой почве в Воронежской области, позволил сделать заключение, что внесение ГП «Life Force Natural Humic Acids» в дозе 500 кг/га улучшают оба показателя по сравнению с контрольным вариантом. Внесение ГП с половиной дозы минеральных удобрений также улучшают урожайность и товарность картофеля как по сравнению контрольным вариантом, так и по сравнению с вариантом, при котором в почву вносили только ГП. Показатель урожайности улучшается в ряду между вариантами: Контроль, ГП, ГП+½NPK, ГП+NPK и NPK (рис. 1 и рис. 2).

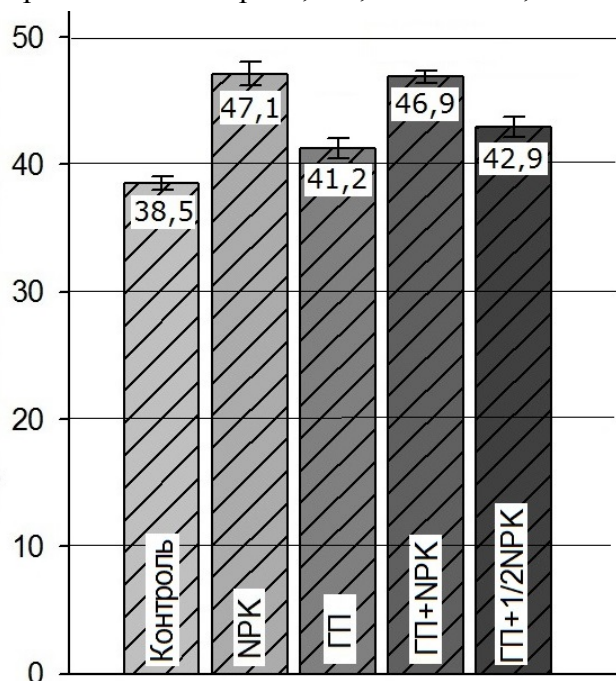


Рисунок 1. Урожайность картофеля, т/га

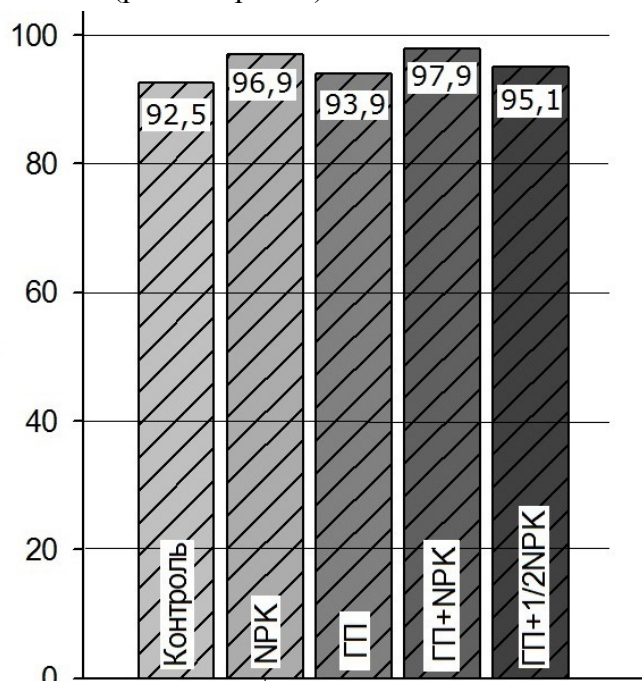


Рисунок 2. Товарность картофеля, %

Сравнение указанных выборок с помощью t-критерия Стьюдента подтверждает, что наблюдаемые различия значимы, кроме различий между средними значениями выборок ГП+НРК и НРК.

Анализ фракционного состава урожая (рис. 3) показал, что во всех вариантах опыта получился наибольший выход крупной фракции. Однако внесение в почву ГП совместно с минеральным удобрением $N_{60}P_{60}K_{60}$ обеспечивает самую значительную прибавку крупной фракции урожая. Кроме того, в условиях Воронежской области добавка ГП позволяет вдвое снизить дозу минеральных удобрений без уменьшения выхода крупной фракции по сравнению с вариантом, при котором в почву вносили только комплексное минеральное удобрение.

Заключение

Исследования показали, что внесение в аллювиальную дерновую почву ГП «Life Force Natural Humic Acids» оказывает положительный эффект на урожайность и товарность картофеля сорта Удача. Улучшается структура урожая, что проявляется в увеличении доли клубней крупной фракции. В условиях Воронежской области применение ГП позволяет вдвое сократить дозу минеральных удобрений, при этом доля крупной фракции урожая картофеля остается неизменной.

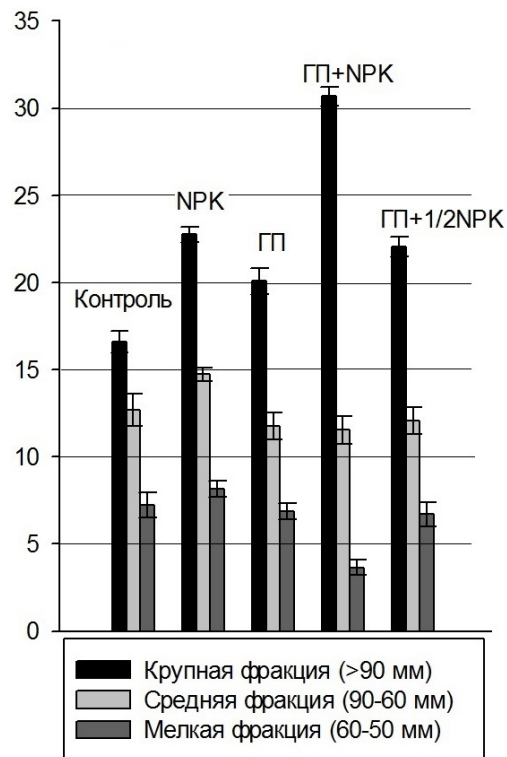


Рисунок 3. Урожайность товарного картофеля по фракциям, т/га

Библиографические ссылки

1. Полюшко Е.А., Безуглова О.С., Горюхов А.В. Применение гуминового удобрения bio-don под озимую пшеницу на черноземе обыкновенном // Материалы VI Всероссийской научной конференции с международным участием «Гуминовые вещества в биосфере». 2014. С. 142–144.
2. Nutritional quality and yield of onion as affected by different application methods and doses of humic substances / M. Bettoni [et al.] // J. Food Composit. Anal. 2016. V. 51. P. 37–44.
3. Plant growth promoting activity of humic substances / C.E. Clapp [et al.] // Understanding and Managing Organic Matter in Soils, Sediments, and Waters/ Eds.: R.S. Swift and K.M. Sparks. Madison: International Humic Science Society. 2001. P. 243–255.
4. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture / L.P. Canellas [et al.] // Scientia Horticulturae. 2015. V. 196, P. 15–27.
5. Biological activities of humic substances / S. Nardi [et al.] // Biophysicochemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems. Senesi N., Xing B., Huang P.M. Eds. Wiley: Hoboken, 2009, P. 305-339.
6. ГОСТ 7194-81 Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества (с Изменениями N 1, 2, 3).
7. Щербакова Н. А.. Совершенствование элементов технологии возделывания картофеля при капельном орошении на светло-каштановых почвах Астраханской области: диссертация кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01. 2014.

Малюга А.А.¹, Чуликова Н.С.¹, Халиков С.С.²

¹Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства СФНЦА РАН, г. Краснообск, РФ;
anna_malyuga@mail.ru

²Институт элементоорганических соединений им. А.Н.Несмеянова РАН, г. Москва, РФ;
salavatkhalikov@mail.ru

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА КАРТОФЕЛЕ ПРИ ЕГО ХРАНЕНИИ И В ПОСАДКАХ

Картофель поражается широким спектром грибных заболеваний. Одним из наиболее эффективных приемов в борьбе с болезнями картофеля является протравливание клубней фунгицидами, оказывающими прямое действие на важные биохимические процессы, протекающие в клетках возбудителей. Комплекс этих факторов также препятствует поражению клубней нового урожая. Для протравливания клубней картофеля при его хранении и в период вегетации предложены суспензионные препараты на основе триазиновых и бензимидазольных соединений. Показана эффективность этих препаратов для сдерживания ризоктониоза, контроля инфекционного фона, получения качественных клубней и высокого урожая.

Potatoes are affected by a wide range of fungal diseases. One of the most effective methods in combating potato diseases is the pickling of tubers with fungicides, which have a direct effect on important biochemical processes occurring in the cells of pathogens. A complex of these factors also prevents the tubers from affecting a new crop. For dressing potato tubers during storage and in the period of vegetation, suspension preparations based on triazine and benzimidazole compounds are proposed. The effectiveness of these drugs is shown to contain rizoctonia, control the infectious background, obtain high-quality tubers and a high yield.

Ключевые слова: суспензионные формы; фунгициды; протравители картофеля; тебуконазол; БМК; беномил; ламинария; ризоктониоз; сухие гнили при хранении.

Keywords: suspension forms; fungicides; potato protectants; tebuconazole; BMC; benomyl; kelp; black scab; dry rot during storage.

Введение

Картофель является одной из основных сельскохозяйственных культур в России и Белоруссии. Ввиду наличия большого количества питательных веществ, картофель поражается широким спектром вредных организмов. Недобор урожая картофеля от вышеуказанных факторов в период вегетации в ряде районов РФ в среднем составляет 20–30 %, а в некоторые годы достигает 50–80%. Среди многочисленных болезней картофеля одно из первых мест по распространению и причиняемому вреду занимают сухие гнили при хранении (ежегодные потери 15–25 %) и ризоктониоз (ежегодные потери 45–50 %) [1].

Одним из наиболее эффективных приемов в борьбе с болезнями картофеля является протравливание клубней фунгицидами. Как известно, препаративная форма пестицида является во многом определяющим фактором эффективности препарата. Среди перспективных форм отмечают суспензионные препараты, позволяющие приготовить удобные для применения рабочие растворы с высокими технологическими параметрами, которые позволяют достигать высоких показателей биологической активности [2].

Нами на протяжении ряда лет разрабатываются альтернативные формы ХСЗР с использованием методов механохимии, которые позволяют получать инновационные препараты с природными и синтетическими средствами доставки к биологическим мишеням действующих веществ (ДВ) ряда известных пестицидов [3; 4].

Целью настоящей работы является изучение возможности модификации свойств известных

фунгицидов триазинового и бензимидазольного ряда с помощью природного полисахарида – ламинарии из морских водорослей, а также изучение эффективности этих фунгицидных протравителей на картофеле при его хранении и их последующее действие на ризоктониоз в период вегетации.

Материалы и методы

Учитывая высокие суспендирующие способности ламинарии (ТУ 9284-039-00462769-02), нами были приготовлены многокомпонентные суспензионные препаративные формы на основе ДВ тебуконазола (ТБК), бензимидазол-2-метилкарбамата (БМК) и беномила (БН). При этом были получены суспензионные концентраты с содержанием ДВ препаратов от 0,6 % до 1,4 %. Суспензионные формы препаратов, составы которых и схемы опытов с ними представлены в таблице 1, представляют собой стабильные при хранении суспензии, из которых легко готовились рабочие растворы препаратов для биологических испытаний.

Таблица 1. Схема опыта с осенним протравливанием клубней картофеля

Вариант (№ препарат)	Содержание д.в.	Норма расхода по препарату (п.п.), л/т клубней картофеля	Норма расхода по ДВ, мл/т клубней картофеля
Контроль без обработки	-	-	-
Суспензия состава «ТБК:ламинария=1:10» (Препарат № 1)	ТБК – 0,7%	4,8	ТБК – 33,7
Суспензия состава «ТБК:ламинария:Са-сульфонол = 1:10:1» (Препарат № 2)	ТБК – 0,8%	5,5	ТБК – 44,0
Суспензия состава «ТБК:ламинария: Са-сульфонол: Supragil MNS/90 = 1:10:1:0,3» (Препарат № 3)	ТБК – 0,6%	6,5	ТБК – 38,9
Суспензия состава «БМК:ламинария: Са-сульфонол =1:10:1» (Препарат № 4)	БМК – 0,8%	4,1	БМК – 33,0
Суспензия состава «ТБК:Беномил: ламинария:Са-сульфонол = 1:10:1» (Препарат № 5)	ТБК – 0,46% Беномил – 1,38%	6,8	ТБК – 31,3 Беномил – 93,9
Стандарт ТМТД, ВСК	Тирам – 400 г/л	4,0	Тирам – 1600

Объектами биологических исследований были картофель (*Solanum tuberosum L.*), сухие гнили хранения (*Fusarium spp.* и *Phoma exigua sp.*), ризоктониоз картофеля (*Rhizoctonia solani* KÜCH.).

В основе исследований лежали однофакторные эксперименты, данные которых подвергали камеральной и статистической обработке. Полевые опыты и опыты по хранению проводили по технологиям, общепринятым для данного региона [1] в соответствии с методиками подобных исследований [5].

Для эксперимента в период зимнего хранения клубни картофеля сорта Любава были обработаны фунгицидными составами в течение 48 часов после уборки, и заложены на зимнее хранение осенью 2015 г. Клубни взяты из-под картофелеуборочного комбайна, для моделирования производственных условий, где наблюдается значительное травмирование клубней, что ведет к заселению полученных повреждений возбудителями фомоза, фузариоза и развитию сухих гнилей в период хранения. Нормы расхода препаратов представлены в таблице 1. Весной 2016 г. их анализировали на пораженность гнилями, а здоровые клубни

(без какой-либо дополнительной обработки защитными составами) высаживали в полевом опыте для изучения длительности действия пестицида на ризоктониоз и урожайность.

Клубни картофеля с. Любава также были обработаны фунгицидами весной за 3 дня до посадки, и высажены в поле для определения биологической эффективности препаратов при использовании их для весеннего протравливания. Норма расхода рабочей жидкости 10 л/т.

Схема полевого опыта представлена в таблице 2. В обоих случаях размер делянок 16,8 м², повторность трёхкратная. Площадь делянки под вариантом опыта 16,8 м². Густота посадки 35,7 тыс. растений/га, площадь питания 0,28 м². Опыт проводили на естественном инфекционном фоне *R. solani*. Учет пораженности растений картофеля ризоктониозом проводили через 4, 10 недель после посадки культуры по методике [6]. В период вегетации также проводили наблюдения за фенологией растений [7]. Результаты обработаны с применением прикладного пакета программ СНЕДЕКОР [8].

Таблица 2. Схема опыта с весенним протравливанием клубней картофеля

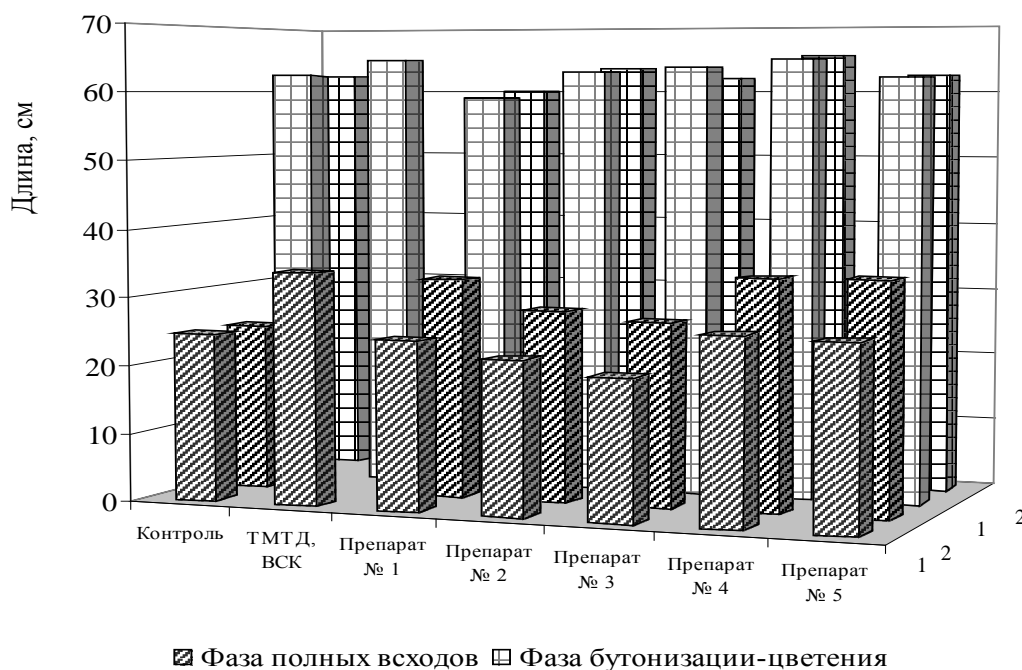
Вариант (№ препарат)	Содержание д.в.	Норма расхода по препарату (п.п.), л/т клубней картофеля	Норма расхода по ДВ, мл/т клубней картофеля
Контроль без обработки	-	-	-
Посадочные клубни протравлены весной			
Препарат № 1	ТБК – 0,7%	4,8	ТБК – 33,7
Препарат № 2	ТБК – 0,8%	5,5	ТБК – 44,0
Препарат № 3	ТБК – 0,6%	6,5	ТБК – 38,9
Препарат № 4	БМК – 0,8%	4,1	БМК – 33,0
Препарат № 5	ТБК – 0,46% Беномил – 1,38%	6,8	ТБК – 31,3 Беномил – 93,9
Стандарт ТМТД, ВСК	Тирам – 400 г/л	4,0	Тирам – 1600
Посадочные клубни протравлены осенью			
Препарат № 1	ТБК – 0,7%	4,8	ТБК – 33,7
Препарат № 2	ТБК – 0,8%	5,5	ТБК – 44,0
Препарат № 3	ТБК – 0,6%	6,5	ТБК – 38,9
Препарат № 4	БМК – 0,8%	4,1	БМК – 33,0
Препарат № 5	ТБК – 0,46% Беномил – 1,38%	6,8	ТБК – 31,3 Беномил – 93,9

Результаты и их обсуждение

Проведенные полевые опыты показали, что препараты № 1 и № 2 проявили наибольшую биологическую эффективность в отношении возбудителей сухих гнилей при хранении на уровне 50–57 %. Препараты № 3, № 4 и № 5 показали эффективность на уровне 32–46 %. Весовой процент клубней больных сухими гнилями при хранении был соответственно ниже в 2,3; 2,0; 1,8; 1,5 и 1,8 раза в сравнении с контрольным вариантом, а сравнении с химическим стандартом – в 5,6; 4,8; 4,4; 3,5 и 4,3 раза меньше.

Надо особо отметить, что препараты № 1, № 2 и № 3 в фазу полных всходов проявили 100%-ный сдерживающий эффект на развитие ризоктониоза как в случае осеннего, так и весеннего срока протравливания. Стандарт же в эти сроки уступал всем экспериментальным препаратам. В фазу бутонизации-начала цветения суспензии препаратов оказались на уровне стандарта.

Изучение действия препаратов на рост картофеля показало, что суспензионные препараты с содержанием ТБК хотя и повышали длину растений по сравнению с контролем, однако уступали стандарту (рис. 1). Такой результат объясняется тем, что препараты на основе ТБК обладают ретардантным действием. В случае же с препаратами на основе бензимидазолов (препараты № 4 и № 5), длина растений картофеля лишь незначительно уступали таковой в сравнении с химическим контролем, т.к. известны ростостимулирующие свойства бензимидазолов [9].



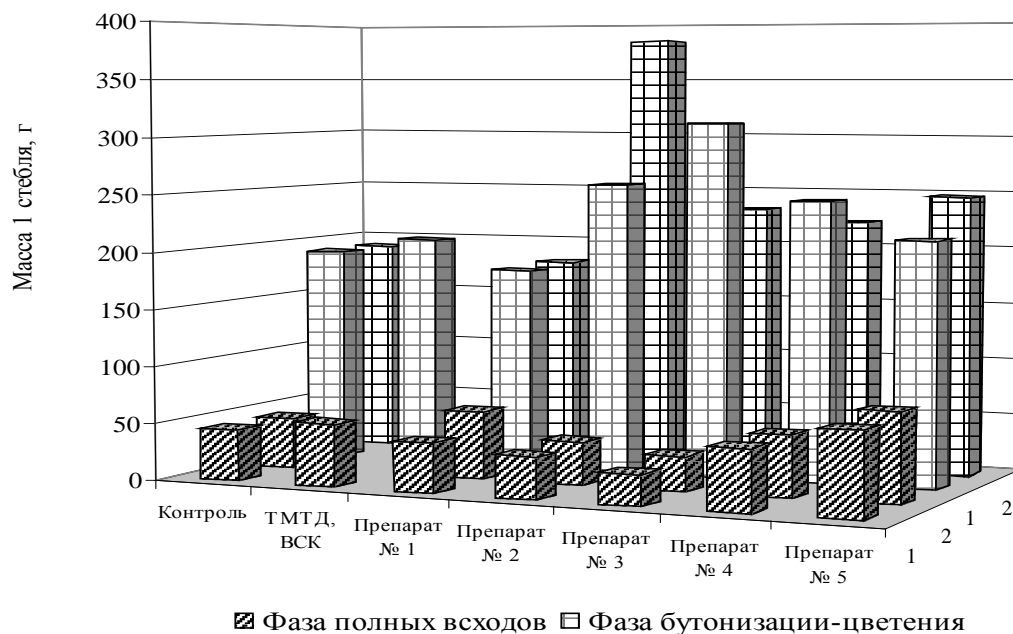
Сроки обработки клубней: 1 – весна; 2 – осень; $HCp_{05} = 3,4$

Рисунок 1. Влияние экспериментальных фунгицидов на длину растений картофеля

Аналогичные закономерности наблюдали и в отношении фитомассы картофеля (рис. 2). Было замечено, что в фазу полных всходов величина фитомассы при использовании препаратов на основе ТБК (за исключением препарата № 1) уступает не только стандарту, но и бензимидазольным препаратам № 4 и № 5. Однако в фазу бутонизации-начала цветения в вариантах с экспериментальными препаратами данный показатель превышал стандарт более чем на 100 г/1 стебель.

В результате высокой активности экспериментальных фунгицидов в отношении возбудителя ризоктониоза, а также наличие ростостимулирующих свойств, отмечено значительное увеличение урожайности картофеля (до 31,5 %) и качества клубней нового урожая (рис. 3, 4).

Таким образом, определена биологическая эффективность суспензионных фунгицидных препаратов в отношении сухих гнилей при хранении и ризоктониоза картофеля в период вегетации, а также выявлено их влияние на биометрические показатели, урожайность культуры, и качество нового урожая. Наибольшую биологическую эффективность против сухих гнилей при хранении показали препараты № 1 и № 2.



Сроки обработки клубней: 1 – весна; 2 – осень
 НСР₀₅ : фаза полных всходов – 8,5; фаза бутонизации-цветения – 35,5

Рисунок 2. Влияние экспериментальных фунгицидов на массу растений картофеля

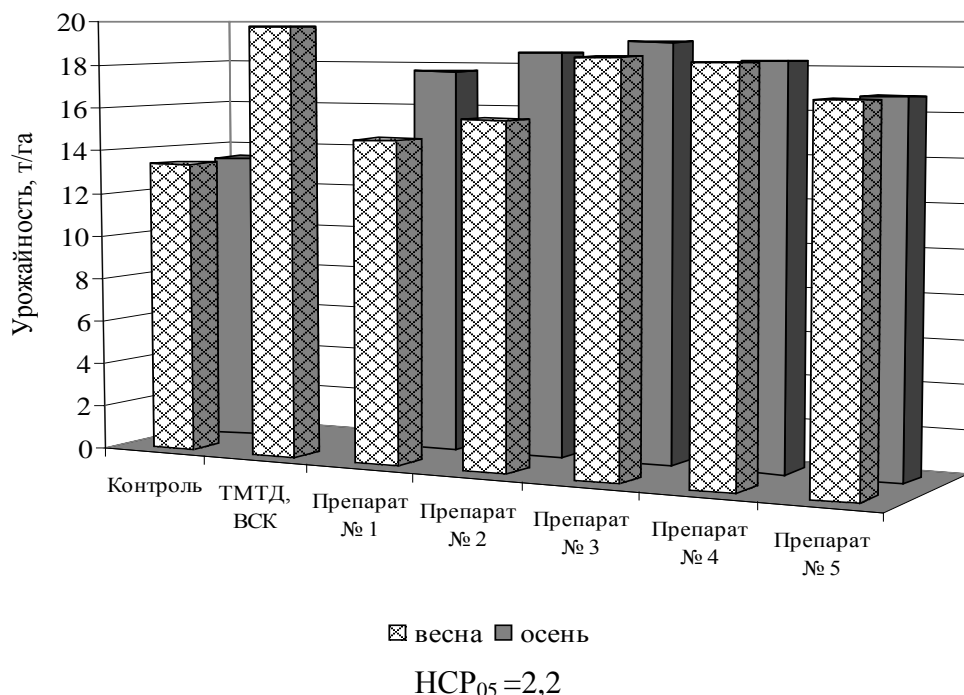


Рисунок 3. Влияние экспериментальных фунгицидов на урожайность культуры

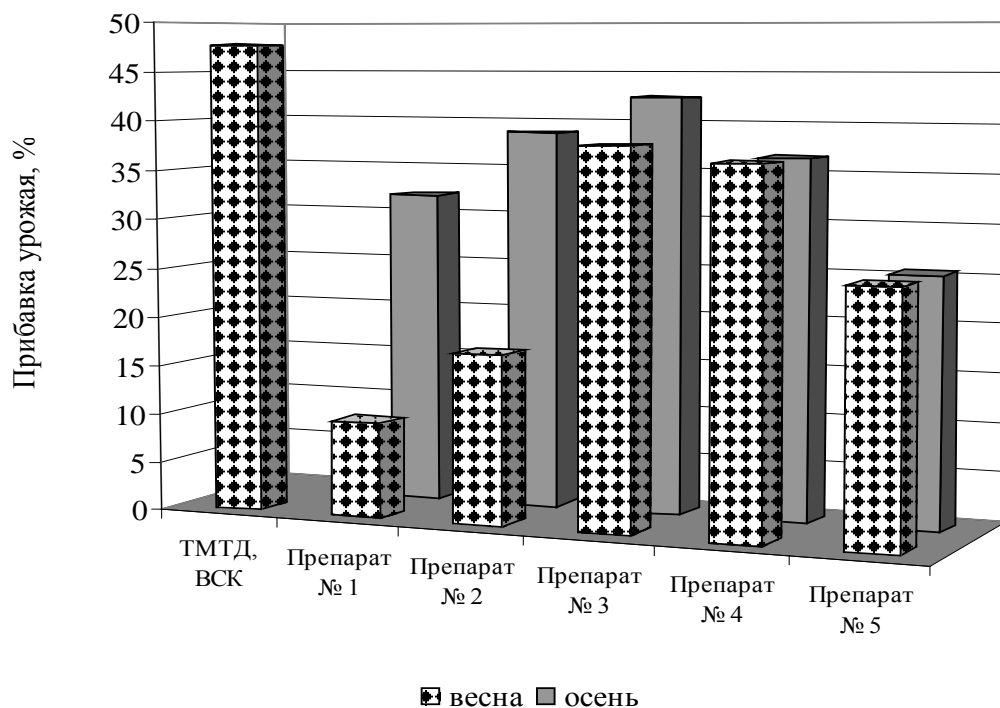


Рисунок 4. Прибавка урожая клубней картофеля при использовании экспериментальных фунгицидов

Более всего снижали развитие ризоктониоза в период вегетации препараты № 1 и № 3. Валовой урожай клубней повышали все экспериментальные протравители на 10–42 %. Универсальным составом для снижения распространенности сухих гнилей при хранении и развития ризоктониоза в период вегетации, а также повышения продуктивности культуры и качества полученной продукции является препарат № 1.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-29-05792).

Библиографические ссылки

1. Бурлака В.В. Картофелеводство Сибири и Дальнего Востока. М.: Колос, 1978.
2. Тропин В.П. Прогрессивные формы пестицидных препаратов и методы их внедрения // Защита и карантин растений. 2007. № 6. С. 32–33.
3. Применение арабиногалактана для улучшения технологических и биологических свойств протравителей зерновых культур / С.С. Халиков [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. 2015. № 5. С. 591–599.
4. Малюга А.А., Чуликова Н.С., Халиков С.С. Экологически безопасные препараты на основе механохимической модификации карбендазима для комплексной защиты картофеля // Агрехимия. 2017. № 6. С. 52–61.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979.
6. Frank J., Leach S.S., Webb R.E. Evaluation of potato clone reaction to *Rhizoctonia solani* // Plant dis. reporter. 1976. V. 60. № 11. P. 910–912.
7. Методика исследований по культуре картофеля. М.: НИИКХ, 1967.
8. Сорокин, О.Д. Пакет прикладных программ СНЕДЕКОР // Применение математических методов и ЭВМ в почвоведении, агрохимии и земледелии: тез. докл. 3-ей науч. конф. Российского об-ва почвоведов. Барнаул, 1992. С. 97.
9. Мельников Н.Н., Новожилов К.В., Белан С.Р. Пестициды и регуляторы роста растений: справочник. М: Химия, 1995.

Маслак Д.В.¹, Богатырева Е.Н.², Серая Т.М.², Феклистова И.Н.¹, Гринева И.А.¹, Скакун Т.Л.¹, Садовская Л.Е.¹, Ломоносова В.А.¹, Кулешова Ю.М.¹, Максимова Н.П.¹

¹Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь;
diana-maslak@yandex.ru

²РУП «Институт почвоведения и агрохимии», Минск, Беларусь.

КОМПЛЕКСНОЕ ДЕЙСТВИЕ МИКРОБНОГО ДЕСТРУКТОРА ПОЖНИВНЫХ ОСТАТКОВ ЖЫЦЕНЬ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

Комплексным решением проблемы поддержания баланса питательных веществ в почве с одновременным контролем численности фитопатогенных микроорганизмов является использование современных биотехнологических препаратов, сочетающих в себе способность улучшать минеральное питание растений за счет ускорения разложения растительных остатков и фиксации атмосферного азота (удобрение), снижать численность патогенных бактерий и грибов (бактерицид, фунгицид) и стимулировать рост и развитие растений (биостимулятор). Всеми перечисленными свойствами обладает препарат Жыцень.

The complex solution of the problem of maintaining the balance of nutrients in the soil with the simultaneous control of the number of phytopathogenic microorganisms is the use of modern biotechnological preparations accelerating the decomposition of plant remains and able for fixing atmospheric nitrogen (fertilizer), reducing the number of pathogenic bacteria and fungi (bactericide, fungicide) and stimulating plant growth and development (biostimulant). Biopreparation Zhytsen have all the of the listed properties.

Ключевые слова: Жыцень; деструкция растительных остатков; комплексное действие; урожайность; зерновые культуры.

Keywords: Zhytsen; destruction of plant residues; complex action; productivity; grain crops.

Введение

Одним из главных показателей, определяющих плодородие дерново-подзолистых почв, является содержание органического вещества. По данным последнего тура (2013–2016 гг.) агрохимического обследования средневзвешенное содержание гумуса в почвах пахотных земель составляет 2,25 %. Несмотря на то, что в целом по республике содержание гумуса увеличилось на 0,02 % по сравнению с предыдущим периодом обследования (2009–2012 гг.), в 57 районах отмечено его снижение [1]. Одним из основных источников гумуса в пахотном слое дерново-подзолистых почв является побочная продукция и пожнивно-корневые остатки возделываемых культур. При запашке побочной продукции в качестве удобрения и ее последующего разложения, кроме углерода, в почву поступают практически все необходимые растениям элементы питания. Кроме того, в процессе разложения растительных остатков в почве увеличивается влагоудерживающий слой. Очевидно, что эффективная переработка растительных остатков – важный этап поддержания плодородия почвы. Однако в природных условиях срок минерализации растительных остатков составляет от 3 до 5 лет и более.

Высокое содержание углерода и малое содержание азота в стерне и соломе злаковых культур приводит к интенсивному использованию почвенными целлюлолитическими микроорганизмами, участвующими в разложении пожнивных остатков, азотных соединений из почвы. При внесении в почву соломы в чистом виде, в первый год может происходить снижение урожайности последующей культуры за счет дополнительного потребления азота почвы микроорганизмами, деградирующими целлюлозу. Поэтому при внесении в почву соломы и пожнивных остатков рекомендуется добавлять к ним азот в виде минеральных или органических удобрений [2]. Однако, внесение дополнительного азота провоцирует повышение в почве количества анаэробных, в большинстве своем, болезнетворных микроорганизмов, что делает необходимым применение пестицидов для контроля численности фитопатогенов в почве и сохранения урожая. Поэтому приемы активизации темпов разложения побочной продукции с использованием микробиологических препаратов, способствующих ускорению деструкции органических

соединений, входящих в состав растительных остатков представляют научно-практический интерес.

Для решения этой проблемы в НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии БГУ разработан микробный препарат – деструктор пожнивных остатков Жыцень. Комплексный механизм действия препарата направлен на повышение качества почвы - ускорение разложения пожнивных остатков на полях, «оздоровление» почвенной микрофлоры, подготовка почвы к посевам и, как результат, увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур. Препарат Жыцень внесен в Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь в качестве микробиологического удобрения. Производитель препарата – ООО «Центр инновационных биотехнологий».

В лабораторных и модельно-полевых экспериментах показано, что микробный препарат Жыцень оказывает положительное влияние на интенсивность деструкционных процессов растительных стерни и соломы озимого тритикале и пшеницы, увеличивая темпы разложения растительных остатков на 7,0–16,5 % [3; 4]. По результатам полевых испытаний, применение препарата позволяет отказаться от осеннего внесения компенсирующей дозы азота [4], а также оказывает положительное влияние на почвенную микрофлору, способствуя снижению содержания фитопатогенных микроорганизмов в почве на 49–77 % (в основном за счет снижения количества фитопатогенных бактерий) и росту разнообразия сапротрофной почвенной микрофлоры (бактерий и грибов) [3].

Методы исследования

Полевые испытания эффективности применения препарата Жыцень проводили в период 2012–2017 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве. Влияние комплексного действия препарата Жыцень на повышение плодородия почвы оценивали в стационарном полевом опыте опосредованно, через урожайность последующей сельскохозяйственной культуры - ячмень, сорт Атаман и Стратус, кукуруза гибрид ЕС Палацио (французская селекция, производитель «EuralisSemences»).

Измельченные растительные остатки культуры-предшественника равномерно распределяли по опытными делянкам и обрабатывали удобрением микробиологическим Жыцень из расчета 3 л/га (расход рабочей жидкости 300 л/га). После чего растительные остатки (солому подсолнечника и овса, листостебельную часть кукурузы) во всех вариантах задисковывали. Последующая культура (ячмень, кукуруза) выращивалась по общепринятой агротехнологии. Во всех вариантах эксперимента и в контроле отсутствовало внесение компенсирующей дозы азота по осени. Схема опытов представлена в таблицах 1–3.

Результаты и их обсуждение

Данные, полученные в ходе многолетних полевых испытаний эффективности применения микробного деструктора растительных остатков Жыцень (табл. 1-3), свидетельствуют о том, что комплексное действие препарата позволяет стабильно получать прибавку урожая зерна последующей культуры. В зависимости от погодных условий, агрохимических показателей почвы и вида культуры предшественника достоверная прибавка урожая ячменя составляла от 21,1 % – 6,7 ц/га (табл.1) до 12,4 % – 5,0 ц/га (табл. 2); использование препарата Жыцень обеспечило достоверную прибавку урожая зерна кукурузы после запашки растительных остатков кукурузы на уровне 36,3 % или 15,0 ц/га; после запашки соломы овса - на уровне 22,1 % или 12 ц/га; в среднем по двум полям - на уровне 28,2 % или 13,5 ц/га (по сравнению с вариантом, где растительные остатки предшественника вносились в почву без использования препарата Жыцень) (табл. 3). Из данных, представленных в таблице 3, видно, что, несмотря на то, что запашка соломы и пожнивных остатков без обработки микробным препаратом, несомненно, в дальнейшем благотворно скажется на формировании гумуса почвы и улучшении ее структуры, прибавка урожая последующей культуры в таком варианте эксперимента в среднем по двум полям составила 11,6 % или 5,0 ц/га, что находилось в пределах НСР₀₅. В то же время, запашка растительных остатков на фоне применения препарата Жыцень позволила получить достоверную прибавку урожая в среднем по двум полям 43,1 % или 18,5 ц/га к контролю.

Таблица 1. Влияние обработки пожнивных остатков подсолнечника препаратом Жыцень на урожайность зерна ячменя Атаман (полевой опыт, 2012–2013 гг.)

Вариант	Урожайность ц/га	Прибавка урожая	
		ц/га	%
Пожнивные остатки (ПО) подсолнечника 6 т/га	31,7	–	–
ПО подсолнечника + препарат Жыцень, 3 л/га	38,4	6,7	21,1
<i>НСР₀₅</i>	2,91		

Таблица 2. Влияние обработки пожнивных остатков подсолнечника препаратом Жыцень на урожайность зерна ячменя Стратус (полевой опыт, 2013–2014 гг.)

Вариант	Урожайность ц/га	Прибавка урожая	
		ц/га	%
Пожнивные остатки (ПО) подсолнечника 5,2 т/га	40,1	–	–
ПО подсолнечника + препарат Жыцень, 3 л/га	45,1	5,0	12,4
<i>НСР₀₅</i>	3,67		

Таблица 3. Влияние обработки пожнивных остатков кукурузы и овса препаратом Жыцень на урожайность зерна кукурузы Палацио (полевой опыт, 2016–2017 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка к контролю	
	ПО кукурузы (7,7 т/га)	ПО овса (2,1 т/га)	среднее по двум полям	ц/га	%
Контроль (без ПО и препарата)	36,2	49,6	42,9	–	–
Пожнивные остатки (ПО)	41,4	54,4	47,9	5,0	11,6
ПО + препарат Жыцень, 3 л/га	56,4	66,4	61,4	18,5	43,1
<i>НСР₀₅</i>			5,9		

Выводы

В результате полевых испытаний показано, что комплексное действие микробного препарата (микробиологического удобрения) Жыцень, при его применении в дозе 3 л/га по пожнивным остаткам позволяет получить прибавку урожая зерна последующей культуры на уровне 12,4–36,3 % по сравнению с вариантом, где растительные остатки запахивались без препарата и прибавку урожая до 43,1 % относительно контрольного варианта (без внесения растительных остатков и препарата).

Библиографические ссылки

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 г. / И.М. Богдевич [и др.] ; под общ. ред. И.М. Богдевича ; Ин-т почвоведения и агрохимии. Минск: ИВЦ Минфина, 2017.
2. Серая, Т.М. Влияние заправки побочной продукции и минеральных удобрений на продуктивность звена севооборота и агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы / Т.М. Серая, [и др.] // Агрохимия. 2015. № 11. С. 30–36.
3. Влияние комплексного микробного препарата Жыцень на темпы разложения стерни и соломы сельскохозяйственных культур / Д.В. Маслак [и др.] // Труды БГУ. 2014. Т. 9. Ч. 1. С. 96–101.
4. Композиционный состав биопрепарата для ускоренной деградации растительных отходов сельскохозяйственного производства Д.В. Маслак [и др.] // Труды БГУ. 2016. Т. 11. Ч. 2. С. 199–205.

Мащенко Н. Е.¹, Боровская А. Д.¹, Гуманюк А. В.²

¹Институт генетики, физиологии и защиты растений, г. Кишинев, РМ;
mne4747@mail.ru

²Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Тирасполь, РМ;
gumaniuc_alexei@mail.ru

ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ СТЕРОИДНЫХ ГЛИКОЗИДОВ КАК РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Представлены результаты лабораторных и производственно-полевых опытов на овощных культурах с использованием ростстимулирующих препаратов стероидной природы. Доказано, что применение для предпосевной обработки семян овощей томатозида, капсикозида и мелонгозида, выделенных из томатов, перца и баклажана соответственно, стимулирует рост и развитие растений на протяжении всего вегетационного периода, способствует более полной реализации их продуктивного потенциала, улучшению товарного качества конечной продукции и повышению урожайности, что позволяет рекомендовать их применение в качестве агротехнического приема в технологии выращивания овощных культур.

The results of laboratory and production-field experiments on vegetable crops using growth-stimulating preparations of steroid nature are presented. It is proved that the application of tomatoside, capsicoside and melongozide, isolated from seeds of tomatoes, pepper and eggplant, respectively, for the presowing treatment of vegetable seeds stimulates the growth and development of plants throughout the growing season, promotes more complete realization of their productive potential, improvement quality of marketable products and guarantees the growth yields that allows to recommend their application as agrotechnical reception in technology of cultivation of vegetable.

Ключевые слова: ростстимулирующие препараты; предпосевная обработка; овощи; урожайность; товарное качество продукции.

Keywords: growth-stimulating preparations; the presowing treatment; vegetables; yields; quality of marketable products.

Введение

Стероиды являются общей составной частью высших и низших растений, тогда как в гликозилированной форме они встречаются не во всех представителях флоры. Наиболее богаты стероидными гликозидами (СГ) такие семейства, как лилейные, пасленовые, луковые, норичниковые и некоторые другие. Широчайший спектр биологического действия указанных соединений, зависящий от их строения, применяемой концентрации и объекта исследования, все чаще привлекает внимание ученых. Так, была отмечена высокая активность некоторых гликозидов в отношении грибных и вирусных инфекций зерновых (пшеница яровая), овощных (капуста), технических (табак) культур [1–3]. Сообщалось о способности индуцировать стрессоустойчивость растений к неблагоприятным факторам среды, ростстимулирующих, фитогормональных свойствах стероидных гликозидов при экзогенном применении, выявлена корреляционная зависимость физиологического эффекта СГ от их химической структуры [2; 5]. Установили, что высокий уровень биологической активности проявляют гликозиды с большим количеством звеньев в углеводной цепи. Таковыми являются томатозид, капсикозид и мелонгозид, выделенные из семян томатов, перца и баклажана соответственно [2; 4; 6]. Данные вещества экологически безопасны, не токсичны для людей и животных, а их применение легко вписывается в схему технологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур, не нарушая ее. Их эффективность при предпосевном замачивании семян наряду с простотой использования и доступностью исходного сырья (в том числе отходы консервной промышленности) позволили создать и зарегистрировать ростстимулирующие препараты на их основе: «экостим» (действующее начало – томатозид), «молдстим» (капсикозид) и «местим» (мелонгозид). Они прошли аттестацию и зарегистрированы в Молдове в качестве регуляторов роста растений, разрешены к применению на территории России, Румынии. Для расширения спектра культур, отзывчивых к действию данных препаратов, нами была проведена проверка

и сравнение их эффективности в качестве регуляторов роста на представителях различных семейств: *Solanaceae*, *Alliumaceae*, *Cruciferae*, *Umbelliferae*.

Материалы и методы

Выявление веществ с наибольшей биологической активностью проводили в лабораторных условиях путем замачивания семян в водных растворах биорегуляторов в диапазоне концентраций 0,0001 % – 0,1 % с экспозицией 0,5–24 часа в зависимости от культуры и степени восприимчивости семян. Контролем служили семена, замоченные в дистиллированной воде. Каждый эксперимент проводили в 4-х кратной повторности по 100 семян каждая. Проращивание осуществляли в термостате при постоянной температуре, время и температуру проращивания устанавливали согласно общепринятой методике. Определяли влияние стероидных гликозидов на энергию прорастания, общую всхожесть и рост зачаточных корешков и проростков.

В качестве агротехнического элемента при выращивании овощных культур на опытно-экспериментальных участках использовали регуляторы роста, оказавшие наибольший положительный эффект при лабораторном тестировании. Предпосевную обработку семян пасленовых проводили растворами местима, экостима и молдстима. Для семян капусты, лука репчатого и моркови применяли экостим. Поскольку наибольшую биологическую активность на ростовые процессы семян проявили все препараты в концентрации 0,01 %, именно эту концентрацию растворов мы использовали в полевом эксперименте.

Результаты и их обсуждение

Оценка последствий предпосевной обработки семян овощных, относящихся к семейству пасленовых, подтвердила положительное влияние всех изучаемых веществ на рост, развитие и урожайность растений. Хотя эффективность их была не одинакова, продуктивность в любом случае существенно превышала контроль (рис. 1). Самый высокий стимулирующий эффект наблюдали на участках с использованием молдстима. Его применение способствовало повышению урожайности томатов на 14,2 %, баклажанов на 29,2 %, перца на 31,6 % по сравнению с контрольным вариантом. Однако в опыте на баклажанах отмечено исключение: использование местима привело к повышению продуктивности на 1,1 т/га по сравнению с молдстимом.

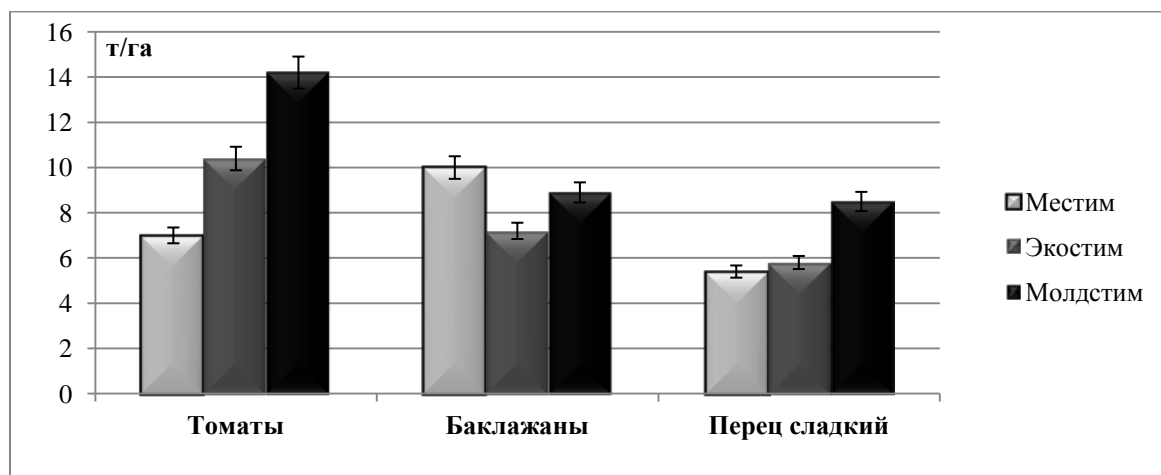


Рисунок 1. Влияние биорегуляторов стероидной природы на урожайность овощных культур сем. *Solanaceae* (\pm к контролю)

Для представителей сем. *Alliumaceae*, *Cruciferae*, *Umbelliferae* при лабораторном тестировании выделился экостим. Статистический анализ результатов его применения в полевых условиях выявил существенное повышение урожайности всех культур (рис.2). Самые высокие показатели данного параметра отмечены в опытах на моркови, где за счет стимулирования ростовых процессов получено корнеплодов на 23,3 % больше, чем с контрольного участка, тогда как лука репчатого – на 18,4 %, а капусты – на 13,8 %.

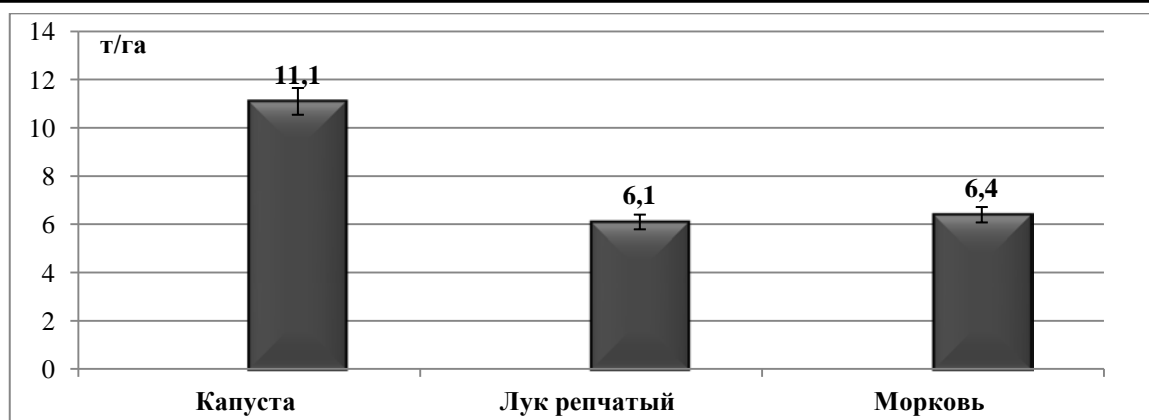


Рисунок 2. Влияние экостима на урожайность овощных культур (\pm к контролю)

Особый интерес представляет влияние изучаемых веществ на структуру урожая. Так, средняя масса стандартного кочана капусты с экспериментальных участков превысила контроль на 0,5 кг, что составляет 17,2 %. Выход стандартных луковиц лука репчатого составил 67,5%. Таким образом, товарной продукции высокого качества с одного гектара получено на 5 тонн больше, чем с контрольных участков, где использовали необработанные семена. Предпосевное замачивание семян перца сладкого в 0,01%-ном растворе местима способствовало повышению семенной продуктивности на 24,6 % по сравнению с контролем.

Особо следует отметить и значительное улучшение биохимических параметров овощей, полученных на участках с использованием препаратов растительного происхождения. Так, применение экостима способствовало повышению содержания витамина С в луке на 4,3 %, в капусте на 3,9 %, в томатах на 1,7 % по сравнению с контролем, а β -каротин в моркови - на 7,5 мг/100 г.

Выводы

1. Предпосевная обработка семян овощных культур биорегуляторами стероидной природы стимулирует рост и развитие растений на протяжении всего вегетационного периода, способствует более полной реализации их продуктивного потенциала, улучшению товарного качества конечной продукции и повышению урожайности.
2. Полученные научно-прикладные результаты позволяют рекомендовать применение молдстима, экостима и местима в качестве агротехнического элемента в технологии выращивания овощных культур.

Библиографические ссылки

1. Recomandări cu privire la aplicarea regulatorilor naturali de creștere la cultivarea cerealelor / V.F. Botnari [et al.] // Responsabil de ediție Botnari Vasile. Chi □ înău. 2017. P. 15.
2. Recomandări cu privire la aplicarea regulatorilor naturali de creștere la cultivarea legumelor / V.F. Botnari [et al.] // Responsabil de ediție Botnari Vasile. Chi □ înău/ 2017. P. 22.
3. Lilioglycosides as inducers of general and antiviral resistance of tobacco plants / A. Gurev [et al.] // Phytochemistry & Application of plant Saponins: International Conference on Saponins. Pulawy, Poland, 8-10 sept. 2004.
4. Использование СГ для обработки семян капусты и моркови / В.Н. Губкин [и др.] // Тез докл. 5-й Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений». М. 1999.С. 173–174.
5. *Tscheshe R., Gutwihski H.* Capsicosid ein bisdesmosidisches 22-Hydroxyfurostanol-Glycosid aus dem Samen von *Capsicum annuum*. // Chem. Ber. 1975. V. 108. P. 265.
6. *Мащенко Н.Е., Боровская А.Д.* Потенциальные возможности применения регуляторов роста растительного происхождения в овощеводстве: материалы XI межд. научно-методической конференции «Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия культурных растений», 9-13 июня 2014. Махачкала, 2014. Часть I. С.30–34.

Наумова Г.В.¹, Корзун О.С.², Жмакова Н.А.¹, Макарова Н.Л.¹, Овчинникова Т.Ф.¹

¹Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь;

zhmakova@mail.ru

²УО «Гродненский государственный аграрный университет» г. Гродно, Беларусь;

korzun9@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ «ГУМОРОСТ» НА КУЛЬТУРЕ РАПСА ЯРОВОГО

Представлены сведения о гуминовом регуляторе роста растений Гуморост, обогащенном азотом, и об испытаниях эффективности его использования на культуре рапса ярового. Применение нового гуминового препарата повышает выживаемость растений, их урожайность и улучшает структуру урожая.

Information about humic plant growth regulator Humorost enriched with nitrogen, and about testing the effectiveness of its use in the culture of spring rape is provides. The use of a new humic preparation increases the survival of plants, their yield and improves the structure of the crop.

Ключевые слова: торф; гуминовые вещества; азот; рапс; урожайность; выживаемость растений; структура урожая.

Keywords: peat; humic substances; nitrogen; rapeseed; yield; plant survival; crop structure.

В современных технологиях использование гуминовых регуляторов роста является одним из доступных и малозатратных путей повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. Гуминовые препараты интенсифицируют обменные, транспортные и энергетические процессы в растительной клетке. Целесообразно введение в состав гуминовых препаратов минеральных добавок, так как в этом случае проявляется значительный синергетический эффект, который заключается в обеспечении растений питательными веществами и в более полном и эффективном их усвоении [1–3].

Особенно эффективны некорневые подкормки растений такими комплексными препаратами. При этом значительно повышается коэффициент использования питательных веществ, поскольку элементы питания поступают непосредственно в ткани листьев, минуя почву, где обычно большая их часть связывается с почвенным поглощающим комплексом и становится недоступной для растений [1].

В Институте природопользования НАН Беларуси на основе торфяного сырья разработан новый регулятор роста растений гуминовой природы Гуморост. Препарат обогащен азотом за счет введения в его состав азотсодержащих добавок.

Химический состав регулятора роста растений Гуморост, представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав опытного образца регулятора роста растений Гуморост

Компоненты	Содержание компонентов в Гуморосте	
	% в растворе	% на ОБ
Органические вещества, в т.ч.:	36,07	100,0
Гуминовые кислоты	4,05	11,23
Низкомолекулярные карбоновые кислоты	1,66	4,59
Фенольные соединения	0,32	0,89
Фенолкарбоновые кислоты	0,23	0,63
Карбамид	28,57	79,21
Минеральные вещества	2,45	-
Общий азот	12,63	-

Основным компонентом Гумороста является карбамид и гуминовые кислоты. Содержание гуминовых веществ в новом регуляторе роста составляет 11,23 %, низкомолекулярных карбоновых кислот – 4,59 %, фенолкарбоновых кислот 0,63 %. Препарат обогащен азотом за счет введенного карбамида, содержание азота в растворе составляет 12,63 %.

В 2017 г эффективность Гумороста испытана УО «Гродненский государственный аграрный университет» на культуре рапса ярового сорта Миракел. Исследования проводили на опытном поле УО «ГГАУ» Гродненского района на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком. Почва характеризовалась средним содержанием гумуса (3-я группа), близкой к нейтральной реакцией почвенной среды, высокой степенью обеспеченности доступным фосфором (4-я группа) и средней – обменным калием (3-я группа). Внесение минеральных удобрений (д.в.): азотных 60 кг/га, фосфорных 60 кг/га, калийных 90 кг/га, сроки внесения фосфорных и калийных удобрений – под основную обработку почвы, азотных – под предпосевную культивацию. Сроки посева – вторая декада апреля. Норма высева – 0,8 млн. всхожих семян на 1 га. Способ посева – сплошной рядовой с шириной междурядий 15 см. Площадь опытной делянки: общая 33,3 м², учетная 30 м². Повторность четырехкратная. Расположение делянок рендомизированное.

В качестве контрольного варианта служили делянки, где растения обрабатывали водой, в качестве эталонного – известным гуминовым регулятором роста растений Гидрогуматом. Препараты применяли в основные фазы развития растений (стадия всходов и стадия бутонизации) методом некорневой обработки в дозе 2 л/га с расходом рабочей жидкости 200 л/га. Проводимые учеты: выживаемость, высота растений, урожайность семян, масса 1000 семян, количество стручков на растении перед уборкой.

Результаты полевых испытаний представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. Влияние Гумороста на показатели продукционного процесса растений рапса

Вариант и стадия обработки	Выживаемость растений, %	Высота растений, см	Количество стручков на растении к уборке, шт.	Густота стояния растений к уборке, шт/м ²
Контроль – обработка водой	83	104	56	65
Гидрогумат, 2 л/га (ст. всходов)	84	106	58	67
Гидрогумат, 2 л/га (ст. бутонизации)	85	104	59	67
Гуморост, 2 л/га (ст. всходов)	88	108	61	68
Гуморост, 2 л/га (ст. бутонизации)	89	110	60	68

Согласно полученным данным выживаемость растений ярового рапса у вариантов с применением гуминовых регуляторов роста имела преимущество перед контрольным вариантом. В большей степени положительное влияние на этот показатель оказало некорневое внесение Гумороста в оба срока: выживаемость растений возростала по сравнению с контролем на 5–6 %, тогда как при использовании Гидрогумата – не более чем на 1–2 %.

Высота растений ярового рапса при его обработке Гидрогуматом в обе фазы была меньше, чем в контроле, тогда как при обработке Гуморостом в стадии бутонизации растения рапса были в среднем выше на 2 см, чем на контрольной делянке, а в стадии всходов – не оказала

положительного влияния.

Количество стручков на растении рапса в контрольном варианте составляло 56 штук, а при обработке растений Гуморостом было на 4–5, а Гидрогуматом – на 2–3 штуки больше.

На опытных делянках густота стояния растений при обработке Гидрогуматом составила 67 шт/м², а Гуморостом – 68 шт/м², что на 2 и 3 шт/м² больше, чем на контрольной.

В 2017 г. образование плодов и налив семян происходили в условиях повышенной влажности воздуха и при температурном режиме близком к среднегодовалому, что способствовало затягиванию сроков созревания семян. Растения с опытных делянок, обработанных Гидрогуматом формировали урожайность семян 26,2–27,0 ц/га, а Гуморостом – 27,9–28,3 при ее значении на контроле 23,6 ц/га. Или на 11,0–14,4 и 18,2–19,9 % выше, чем в контроле. Некорневое внесение Гумороста в оба срока способствовало получению достоверной прибавки урожайности семян ярового рапса по сравнению с контролем на 4,3–4,7 ц/га при НСР₀₅ 3,9, или 18,2–19,9 % к контролю, таблица 3.

Таблица 3. Влияние Гумороста на урожайность и массу 1000 семян рапса ярового

Вариант и стадия обработки	Урожайность			Масса 1000 зерен	
	ц/га	+ к контролю, ц/га	+ к контролю, %	г	+ к контролю, г
Контроль – обработка водой	23,6	–	–	3,22	–
Гидрогумат 2 л/га (ст. всходов)	26,2	+ 2,6	11,0	3,31	0,09
Гидрогумат 2 л/га (ст. бутонизации)	27,0	+ 3,4	14,4	3,35	0,13
Гуморост 2 л/га (ст. всходов)	28,3	+ 4,7	19,9	3,40	0,18
Гуморост 2 л/га (ст. бутонизации)	27,9	+ 4,3	18,2	3,41	0,19
НСР ₀₅		3,9		0,05	

При обработке гуминовыми регуляторами роста масса 1000 семян ярового рапса достоверно превышала значение, полученное в контрольном варианте. По этому показателю вариант с обработкой растений Гуморостом имел наибольшее преимущество по сравнению с контрольным (+0,18–+0,19 г при НСР₀₅ 0,05).

По результатам исследований можно сделать вывод, что существенные прибавки урожайности семян ярового рапса от некорневого внесения Гумороста (в стадии всходов 4,7 ц/га и в стадии бутонизации – 4,3 ц/га) получены за счет большей выживаемости растений (88–89 %), а также формирования большего количества стручков на растении (60–61 шт.) и более высокой массы 1000 семян (3,40–3,41 г).

Библиографические ссылки

1. *Лещенко Е.В., Борисюк В.А.* Некорневая подкормка // Сахарная свекла. 1991. № 3. С. 31–33.
2. *Томсон А.Э., Наумова Г.В.* Торф и продукты его переработки. Минск: Беларус. навука, 2009.
3. *Якименко О.С., Терехова В.А.* Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации // Почвоведение. 2011. № 11. С. 1334–1343.

Новик В.¹, Пироговская Г.В.²

¹Частный институт прикладной биотехнологии daRostim, Waldhein, Германия.

²РУП «Институт почвоведения и агрохимии», Минск, Беларусь.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАКОПЛЕНИЯ БИОМАССЫ РАСТЕНИЙ

Полученную биомассу определяли путем измерения индекса нормализованной разностной растительности NDVI с помощью прибора для экспресс-измерений Greenseeker[®]. Прибор имеет хорошее разрешение для определения различий в накоплении биомассы между различными вариантами экспериментов.

The produced biomass was determined by measurements of the Normalized Difference Vegetation Index NDVI with the express meter Greenseeker[®]. The device has a good resolution to determine the biomass differences between different experimental variants.

Ключевые слова: биомасса, NDVI, Greenseeker[®]

Keywords: biomass, NDVI, Greenseeker[®]

Постановка проблемы

Известно, что процесс потребления элементов питания корнями растений тесно связан со всей жизнедеятельностью растений. Потребление питательных веществ регулируется также и наземными частями растений и является результатом жизнедеятельности всего растения. Почвенное и воздушное питание растений находятся в тесной взаимосвязи между собой. При сбалансированном внесении минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры улучшается корневое питание и усиливается работа листового аппарата, что положительно сказывается на росте урожая и качестве продукции. На процесс развития растения до сбора урожая влияет множество и негативных факторов. Один из них, большая концентрация фитопатогенных бактерий и грибов в почве тормозит рост растений и накопление биомассы.

Защитить растение можно, например, обработкой семенного материала защитными средствами в сочетании с другими мероприятиями. Чтобы оценить эффект влияния агрономических мероприятий и контролировать процесс накопления биомассы, полезно использовать измерительную технику для экспресс анализа непосредственно на поле. В отечественной и зарубежной практике для оценки накопления биомассы сельскохозяйственных культур в период вегетации существует несколько методов. Наиболее распространённая – техника для определения показателей NDVI (нормализованный разностный индекс растительности), которая используется как для космических, так и для полевых исследований [1].

Цель наших исследований – установить возможность использования сенсорного датчика Greenseeker[®] для оценки накопления биомассы растений в период вегетации (озимая пшеница – в Германии, ярового рапса – в Беларуси).

Объекты и методика исследований

Для оценки измерения мощности биомассы сельскохозяйственных культур в период вегетации применяли сенсорный датчик GreenSeeker[®], который является активным оптическим датчиком источника света (рис. 1). На дисплее отображается параметр NDVI (нормализованный разностный индекс растительности). Сущность измерения заключается в следующем: при нажатии спускового крючка датчик включается и испускает кратковременные вспышки красного (RED – длина волны 660 nm) и инфракрасного света (NIR – длина волны 770 nm), а затем измеряет количество каждого, которое отражается обратно (R_{RED} , R_{NIR}). Пока триггер остается включенным, датчик продолжает отсчет сканируемой области, генерируя непрерывные импульсы световых импульсов и обновляя дисплей. Зеленые растения поглощают большую часть красного света и отражают большую часть инфракрасного света. Отношение обнаруженного света является прямым индикатором плотности листвы. Тем более

плотное и более энергичное растение, тем больше разница между сигналами отраженного света. Значение NDVI определяется соотношением: $NDVI = (R_{NIR} - R_{RED}) / (R_{NIR} + R_{RED})$. NDVI может варьироваться от 0,00 до 0,99 (что соответствует 0–99 %). Типичные приложения для использования этого инструмента включают в себя измерения и агрономические исследования, измерения биомассы и вариации навесов растений, реакцию питательных веществ, потенциал урожайности, вредителей и воздействие болезни [2].

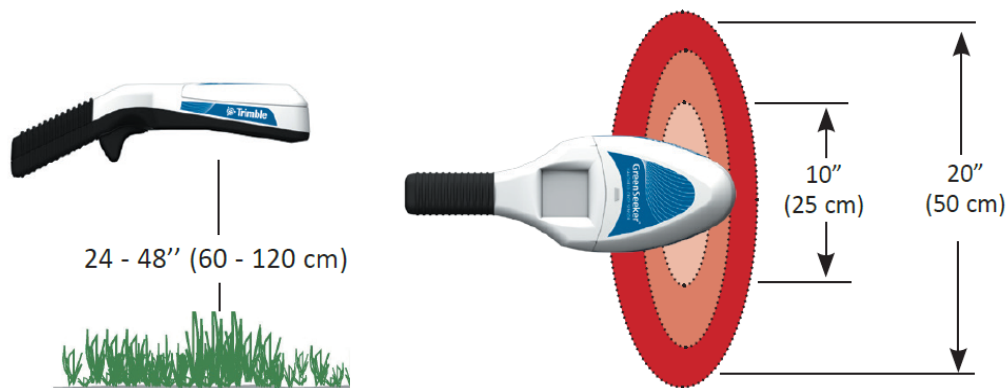


Рисунок 1. Рабочая высота и поле зрения измерительного устройства GreenSeeker® [1]

Ключевым использованием этого датчика является оценка применения удобрений. Измерения датчиков в сочетании с агрономическими данными, такими как урожайность, может использоваться для оценки количества внесения удобрений. А так же, для сравнения эффективности влияния разных агрономических мероприятий.

Измерения на лизиметрах (Республика Беларусь, г. Минск) проводились на яровом рапсе путем удерживания измерительного прибора на рабочей высоте 100 см от лизиметра, что позволяло определить среднее значение NDVI по всем растениям, растущим в лизиметре (рис.1).

Измерения на сельскохозяйственных культурах (Германия) проводилось на озимой пшенице. Семенной материал сорта KOMETUS обрабатывался различными модификациями препарата daRostim® BOSTAR Arrays (A - BOSTAR Basic, B - BOSTAR+1, C - BOSTAR+2). В зимний период (от 75 до 200 календарного дня) еженедельно проводились измерения интенсивности флюоресценции хлорофилла CFD при помощи прибора ФЛОРАТЕСТ. В период максимума интенсивности флюоресценции хлорофилла ежедневно измерялись показатели по NDVI

Результаты исследований

Накопление биомассы рапса ярового приведено на примере лизиметрического опыта № 1 (табл. 1). Измерения на лизиметрической станции прибором GreenSeeker® на посевах ярового рапса (фаза начало цветения (07.06.2016 г.) и фаза зеленого стручка – 06.07.2016 г.) показали, что накопление биомассы рапса в период его вегетации изменялось в зависимости от фазы его развития и гранулометрического состава почв. Исследуемые почвы имеют небольшие значения NDVI, в том числе: в фазу начало цветения (07.06.2016 г.) это показатель, в зависимости от гранулометрического состава дерново-подзолистых почв находился в пределах от 0,59 до 0,81, а в фазу зеленого стручка – от 0,52 до 0,65. В дерново-подзолистых рыхлосупесчаных (лиз. 9 и 10), а также песчаных (лиз. 13-16) накопление биомассы, преимущественно в фазу зеленого стручка, минимальное. Урожайность семян рапса ярового в условиях 2016 г. на дерново-подзолистых рыхлосупесчаных, подстилаемых рыхлыми песками почвах и песчаных также очень низкая (7,3 и 6,6 ц/га). Содержание масла в семенах мало изменялось в зависимости от гранулометрического состава почв (от 43,1 % (песчаная) до 46,7 % (легкосуглинистая высококультуренная)).

Накопление биомассы ярового рапса в период вегетации
(фаза начало цветения – 07.06.2016 г., фаза зеленого стручка – 06.07.2016 г.),
урожайность и содержание масла в семенах (лизиметрический опыт № 1, Беларусь)

Почвы	Урожайность, ц/га			
	Показания прибора		Урожайность (9 % влажности), ц/га	Масличность, %
	07.06.2016 г.	06.07.2016 г.		
1. Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном легком суглинке, лиз.1,2	0,77	0,61	8,9	45,1
2. Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном легком суглинке (агрозем), лиз.33, 34	0,59	0,58	10,2	46,7
3. Почвообразующая порода (лессовидный суглинок с глубины 1,5-3,0 м), лиз.11,12	0,79	0,65	10,9	46,4
4. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с глубины 0,75 м моренным суглинком, лиз.3, 4	0,76	0,58	13,5	44,6
5. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с 0,5 м рыхлым песком, лиз.5, 6	0,81	0,59	10,5	45,5
6. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, лиз.7, 8	0,81	0,62	10,0	44,3
7. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком, лиз.9, 10	0,78	0,53	7,3	44,6
8. Дерново-подзолистая песчаная, развивающаяся на водно-ледниковом связном песке, сменяемом с глубины 0,25 м рыхлым песком, лиз.13-16	0,77	0,52	6,6	43,1
НСР ₀₅			3,31	–

Следует отметить, что средняя урожайность семян ярового рапса в полевых опытах в среднем за 2015-2016 гг. на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах находилась в пределах: на контрольном варианте без удобрений – 9,8 ц/га, в вариантах со стандартными удобрениями – 17,0 и с серосодержащими удобрениями – от 19,1 до 22,9 ц/га, при содержании масла в семенах – от 48,8 до 49,7%.

На опытных полях в Германии изучалось влияние разных видов протравителей на показатели накопления биомассы в период максимума интенсивности флюоресценции хлорофилла (рис.2). Показатель NDVI в % даёт прогноз урожайности в таких же цифрах в dt/ha (рис. 3).

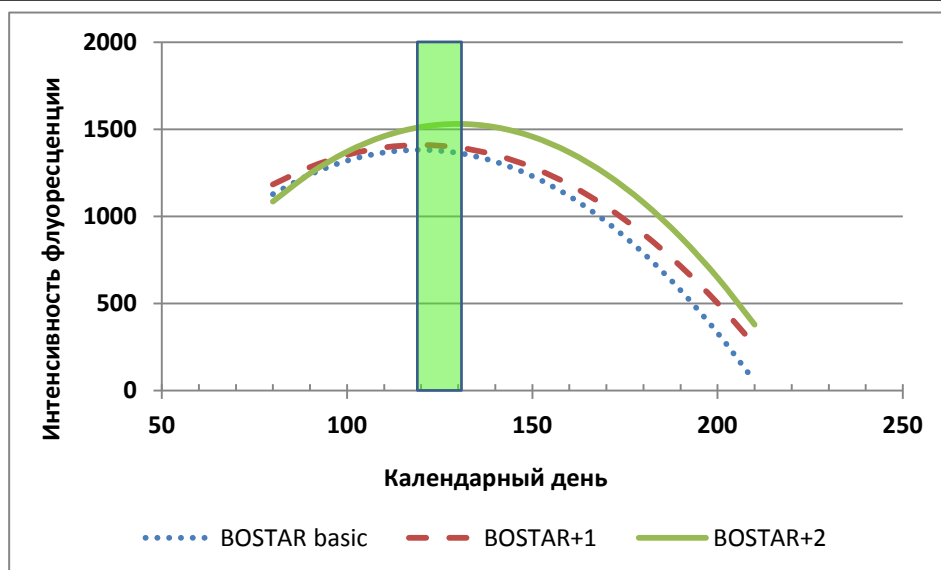


Рисунок 2. Интенсивность флюоресценции и оптимальный период для измерений показателей NDVI

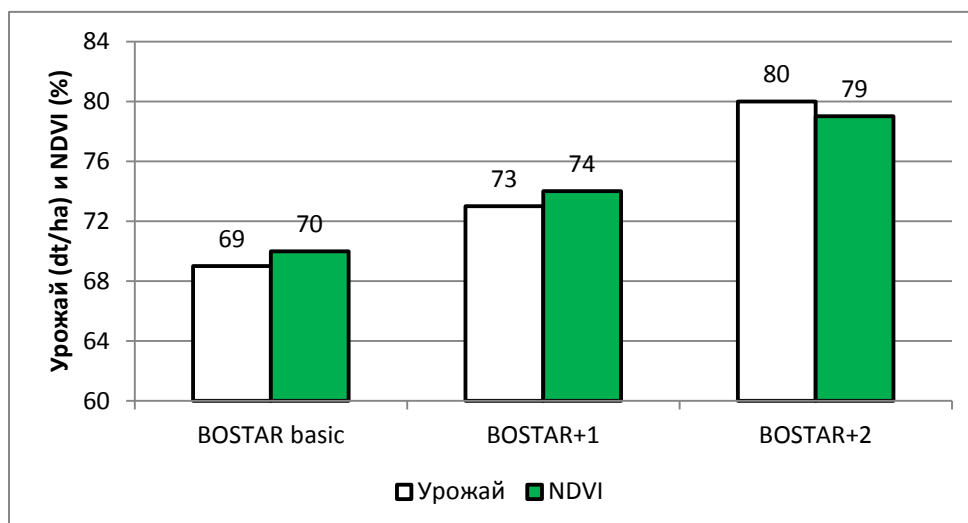


Рисунок 3. Прогноз урожайности на основе показаний измерений флюоресценции хлорофилла CFD и показателей NDVI в период 120–130 календарных дней для различных вариантов протравителей.

Выводы

Прибор для экспресс методов измерений Greenseeker® позволяет с достаточно высокой точностью увидеть разницу потенциала накопления биомассы при различных вариантах опытов. Калибровка прибора для различных культур позволяет достаточно точно прогнозировать урожайность.

Библиографические ссылки

1. *Albertz J.* Einführung in die Fernerkundung - Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
2. Quick Reference Card: GreenSeeker Handheld Crop Sensor, © 2012, Trimble Navigation Limited.
3. *Nowick W., Karpenko E., Хушкайнен T.* The results of the chlorophyll fluorescence measurements at seed treated by biofungicide WerWa winterwheat // Конференция daRostim 2016, Odessa. 2016. С. 164–166.

Nowick W.¹, Sorge R.², Maslak D.³, Skakun T.³, Lomonosova V.³, Kuleshova Y.³

¹daRostim Private Institute of Applied Biotechnology, Waldheim, Germany;
info@darostim.de

²NovihumTechnologies GmbH, Dresden, Germany; r.sorge@novihum.com

³Belarusian State University, Department of Biology, Minsk, Republic of Belarus;
feklistova@bsu.by

STUDYING THE LONG-TERM EFFECTS OF NOVIHUM ON THE PHOTOSYNTHESIS PERFORMANCE OF VINE PLANTS WITH THE DEVICE SYSTEM FLORATEST

Изучение флуоресценции хлорофилла (CFD) и динамики коэффициента хлорофилла Digital-Photo-Chrom-Analyse (DPCA) в течение четырех лет доказало пролонгированное действие препарата Novihum на виноградниках. Результаты измерений коррелируются с ускоренным ростом побегов, с более высокой жизнеспособностью растений, с повышенной активностью процесса фотосинтеза, с более высокими показателями урожая. Влияние препарата в течении 4-х лет на активность процесса фотосинтеза на растения винограда линейно падает и заканчивается по прогнозам для сорта Cabernet через 5 лет и для сорта Solaris – через 9 лет. Есть данные, что длительность влияния препарата зависит в большей степени от фитосанитарного состояния почвы, а не от сорта винограда.

The long-term effect of the soil adjuvant Novihum on wine plantation was detected over a period of four years by measurements of chlorophyll fluorescence dynamics (CFD) and by Digital-Photo-Chrome-Analysis (DPCA) of the vine leaves. They correlate with faster plant growth, better vitalities, greater photosynthetic efficiency and higher yields for comparable qualities. The effectiveness of Novihum in terms of photosynthetic performance in wine is linear over a 4-year period and ends after 5 years for the Cabernet variety and 9 years for the Solaris variety. There is evidence that less the variety and more the phytosanitary state of the soil affect the long-term effect.

Ключевые слова: Novihum; вино; почва; фотосинтез; фитопатогенные бактерии и грибы.

Keywords: Novihum; wine; soil; photosynthesis; phytopathogenic bacteria and fungi.

Introduction

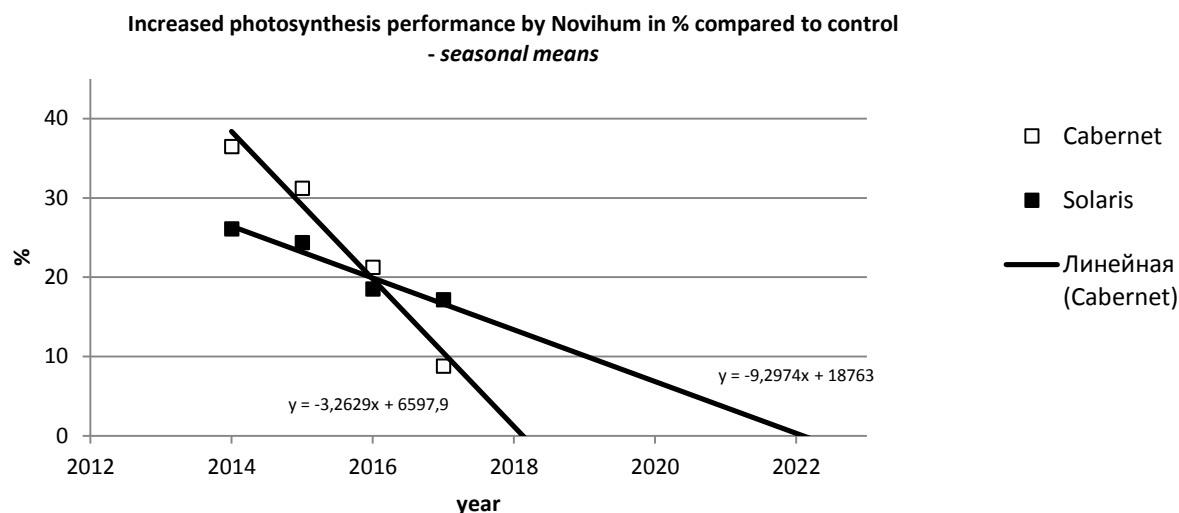
Novihum is an organo-mineral nitrogen fertilizer and is available as a dry granulate. The purpose of the application is the stable provision of soil with substrates with high-quality, nitrogen-containing stable humus. The process of transformation of nutrients into plant-accessible forms is accelerated, fertilizer efficiency and plant resistance to stressful situations increase, soil properties are improved to retain and transmit nutrients to the plant. Novihum is produced from brown coal by means of a chemical process of oxidative ammonolysis and contains about 82 % humic substances (humates, humic acids, fulvic acids) and from 5.5 to 6.0 % nitrogen, 33 % of which is in a form accessible to the plant. The content of N_{min} is up to 4.2 g / kg of CB (dry matter). For prolonged action, humic substances are responsible. Novihum serves as a source of constant replenishment of soil, depleted or not containing humus, with stable nitrogenous humus. Novihum prevents the elution of nutrients. Norms of application: from 0,5 to 2,0 kg / m²[1].

Methodology

The CFD photosynthetic performance was determined three times at intervals of 4 weeks each year (2014-2017) by a method developed by Nowick [2]. The seasonal averages were evaluated. The determination and evaluation of the phytosanitary status of the test areas was carried out according to a method described by Zheldakova and Myamin[3]. With the help of 5 test methods, all bacteria and fungi isolated from the soil samples were examined and classified for phytopathogenic behavior. Here the results of four soil samples each were averaged.

Results and discussion

The mean photosynthesis performance of the Solaris variety is 20 to 30 % higher in all vintages (2014-2017) than in the Cabernet variety. For both varieties, Novihum-treated plants show a higher photosynthetic performance, 1 year after planting by 35 % (Cabernet) and 25 % (Solaris). These differences are reduced after 4 years to 10 % (Cabernet) and 15 % (Solaris). It seems that the effectiveness of Novihum ends after 5 years (Cabernet) or 9 years (Solaris) depending on the variety:



Increased photosynthesis performance by Novihum in % compared to control

But apparently found different lengths effectiveness of Novihum may not be relevant as the wine plantation was created with soil of a recultivated lignite mine and the soil is inhomogeneous assembled as show the results of soil analysis (2015 Autumn):

The results of soil analysis in Autumn 2015

Variety	Titer / absolut bacteria and fungi Mio. CFU/g	pathogen Mio. CFU/g	pathogen %
Cabernet (Novihum)	513	65	13
Cabernet (Control)	1389	986	71
Solaris (Novihum)	48	3	7
Solaris (Control)	132	77	59

The greater absolute and relative concentration of phytopathogens in the Cabernet variants may lead to a faster absolute and relative decrease in photosynthesis performance compared to the Solaris variants.

References

1. Nowick W., Sorge R., Ninnemann H. Изучение при помощи оптических методов пролонгированного действия гуминового препарата Novihum на виноградниках Германии // XII International scientific-applied conference daRostim. Proceedings. Odessa, Ukraine. 2016. P.167–172.
2. Karpenko E.V., Shcheglova N.S., Nowick W. Application of biogenic surface active substances for increasing efficiency of seed treatment of winter wheat (russ) / IX International scientific-applied conference daRostim. Proceedings. Ukraine. Lviv, 2013. P.42–53.
3. Zheldakova and R., Myamin V. Phytopathogenic microorganisms. Minsk: BSU, 2006.

Nowick W.¹, Feklistova I.², Sadovskaya L.², Grineva I.², Maslak D.², Skakun T.²,
Lomonosova V.², Kuleshova Y.²

¹daRostim Private Institute of Applied Biotechnology, Waldheim, Germany;
info@darostim.de

²Belarusian State University, Department of Biology, Minsk, Belarus;
feklistova@bsu.by

THE PHYTOSANITARY STATE OF THE SOIL AND ITS EFFECT ON THE CFD-PHOTOSYNTHETIC POWER OF CEREALS

В 2015 году было начато систематическое исследование фитосанитарного состояния опытных площадей в Германии как одна из составных частей международной программы Tandem^{12/21} (2012–2021). До сегодняшнего дня на наличие фитопатогенных бактерий и грибов проанализированы и классифицированы 105 из 170 площадей. Предварительная оценка результатов показывает, что доля фитопатогенных бактерий и грибов охватывает диапазон от 0 до 95 %. CFD-измерения показывают, что на 9-11 календарной неделе активность процесса фотосинтеза озимых зерновых на опытных полях с возрастанием доли фитопатогенов снижается почти на 15 %.

As part of the international program Tandem^{12/21} (2012–2021), the systematic screening of the phytosanitary state of the German trial areas was started in 2015. To date, 105 of the 170 trial sites have been screened and classified for the presence of phytopathogenic bacteria and fungi. An initial evaluation shows that the proportion of phytopathogenic bacteria and fungi covers a range of 0 to 95 %. CFD measurements show that in the 9–11 calendar week, the photosynthetic power of winter crops on these trial areas decreases by almost 15 % as the proportion of phytopathogenic increases.

Ключевые слова: Tandem^{12/21}; почва; фитопатогенные бактерии и грибы; фотосинтез.

Keywords: Tandem^{12/21}; soil; phytopathogenic bacteria and fungi; photosynthesis.

Introduction

The international long-term program Tandem^{12/21} (2012–2021) and the two previous research projects Radostim A*B (2005–2008) and future^{9/12} (2009–2012) have been investigating the potential of phytohormone-humic acid combinations (PHC compounds) since 2005 to increase soil biological fertility and to create a biological nutrient reserve in the soil. As part of this program, in the spring an application of the plants with the PHC preparation daRostimTANDEM F and in the autumn an application of the soil with the preparation daRostim TANDEM H. As a result of the additional activation of soil biology by the PHC preparations under the conditions of an intensive farming on the 170 German trial plots, we found an average increase in yield of 13.7 CU in 2016 with a simultaneous reduction in the use of nitrogen fertilizer of 26.2 kgN/ha [1]. The mean concentration of air nitrogen-binding bacteria increased from 13.7 million CFU/g (2006–2012) to 21.7 million CFU/g (2012–2017), while that of the phosphor-mobilizing bacteria increased from 3.2 million CFU/g to 7.8 million CFU/g. So far, little is known about the phytosanitary initial state of the 170 German trial areas and the possible influence of phytopathogenic bacteria and fungi on the efficacy of the tandem preparations. For this reason, we started a systematic screening of the experimental areas in the years 2015 to 2018 and today we can report the first results of 105 of the 170 trial areas as an interim result.

It is known that many plant diseases that are caused by soil borne pathogens can be difficult to predict, detect and diagnose. The soil environment has a very complex composition and structure. This reduces the effectiveness of pathogen research. Many soil pathogens are able to survive outside the host organism for a long time due to the ability to form reliable resting structures (for example, cysts, spores).

To reduce the risk of developing plant diseases and the spread of soil phytopathogenic microorganisms, it is necessary to carry out a number of biosecurity measures. For example, it is necessary to estimate the amount of phytopathogenic microorganisms per unit volume or mass of soil. Destroy infectious plants to reduce the spread of the disease. Understand the mechanisms of survival of pathogens in the soil. In order to prevent the transfer of phytopathogens to neighboring agricultural land, to introduce the practice of sanitary cultivation of land.

Thus, knowledge of the peculiarities of the phytosanitary situation of the soil is a prerequisite for obtaining a quality, healthy and rich harvest.

Methodology

The determination and evaluation of the phytosanitary status of the test areas was carried out according to a method described by Zheldakova and Myamin [2]. With the help of 5 test methods, all bacteria and fungi isolated from the soil samples were examined and classified for phytopathogenic behavior.

Isolation of microorganisms from soil samples was carried out according to generally accepted procedures. A sample of soil weighing 1–3 g was placed in a sterile flask 100 ml with saline solution and the contents were shaken for 30 minutes. Then it were plated on the surface of a number of full nutrients medium and incubated at 28 ° C for 3 days.

Since the range of factors involved in the development of plant diseases is quite wide to determine the belonging of a particular species of bacteria to a group of phytopathogenic microorganisms, it was necessary to evaluate the totality of the results of various tests. The ability to macerate plant tissue, the ability to degrade pectic substances; cellulolytic activity and the ability to induce necrosis of plant tissue were determined.

To determine the ability of bacterial strains to macerate the plant tissue, the tubers of potatoes are washed, sterilized with ethanol, and a disc with a diameter of 1 cm and a thickness of 3–5 mm is cut with a sterile cork drill. Disks are placed on the surface of a 1.5 % agarized potato medium. On each disc, 50 µl of a 24-hour culture of the test bacteria is placed and incubated for 24–72 hours, and presence/absence of maceration is determined.

To determine the capacity of pectin substances degradation the bacterial cultures are inoculated with medallions onto the surface of the polypeptal gel in Petri dishes. Next, Petri dishes are placed in a thermostat at a temperature that is optimal for the growth of bacteria. When the production of pectolytic enzymes occurs, holes/alveolus on the surface of the polypeptide gel are formed.

The most reliable test for determining whether a strain belongs to phytopathogens is to determine the ability of bacteria to cause necrosis of plant tissue not typical for this pathogenic microorganism. In this case, the plant cells at the place of hit of the pathogen rapidly die, forming a zone of necrosis and preventing the spread of the phytopathogen across the plant. As a test plant, the tobacco (*Nicotianatabacum*) was used to determine the necrotic ability. The test bacterial strains are incubated for 24 hours. The cells are washed off from Petri dishes with saline solution and injected into the pulp of the leaf using a sterile syringe. As a "positive" control phytopathogenic strain *Erwinia carotovora atroseptica* is used, and "negative" - saprotrophic strain *Escherihia coli*. The hypersensitivity reaction manifests as the darkening area of the leaf blade at the site of injection of the bacterial suspension for 24–72 hours after inoculation.

In addition to defining the phytopathogenic properties, the economically useful characteristics of each isolated strain of microorganisms were studied.

Definition of the ability to fix nitrogen. To study the ability of the bacteria to fix nitrogen, the Ashby's non-nitrogen medium was used. The investigated bacteria were incubated in a thermostat at a temperature of 28–30 °C for 5–7 days. The ability of bacteria to fix nitrogen is determined by the presence of bacterial growth on the plates.

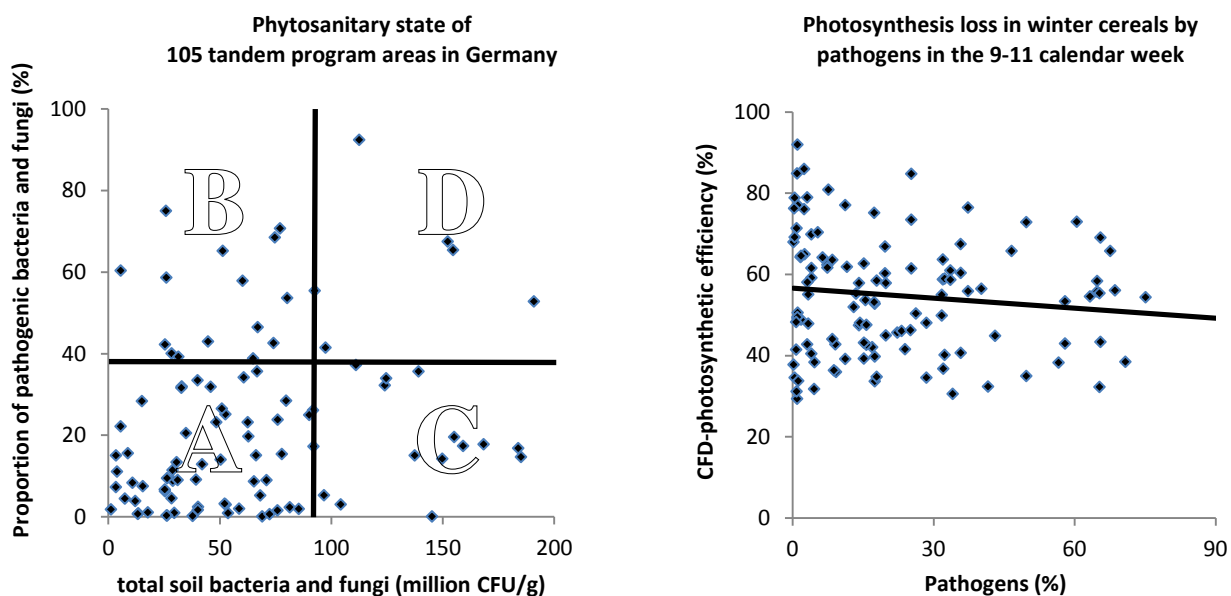
Definition of the ability to mobilize phosphates. Muromtsev's medium was used in experiments to assess the bacteria's ability to dissolve poorly soluble inorganic phosphorus compounds. Strains of microorganisms were incubated in a thermostat at a temperature of 28 °C for 5–7 days. The ability of bacteria to mobilize phosphorus is determined by the appearance of the transparent zones on the plates.

In autumn, winter cereals (wheat, barley, rye) were drilled on the trial areas and their CFD photosynthesis performance was determined at the end of the winter of the following year (9–11 calendar week) with the FLORATEST measuring device and a method developed by Nowick [3].

Results and discussion

The tandem trial areas are very different in terms of the present concentration of microorganisms and the proportion of phytopathogenic bacteria and fungi. The phytosanitary state can be roughly divided into four quadrants (A-D):

A - little soil life, few phytopathogens – 45 %; B - little soil life, many phytopathogens – 19 %
C - a lot of soil life, few phytopathogens – 17 %; D - a lot of soil life, many phytopathogens – 19 %



The phytosanitary state and photosynthesis of 105 tandem program areas in Germany

In addition to many other factors, the apparent cause a high dispersion of the photosynthesis, the photosynthetic efficiency of 56.1 % decrease in the tendency to 47.7 % with increasing concentration of phytopathogenic bacteria and fungi in the soil, i.e. absolutely by almost 15 %.

References

1. Nowick W. Tandem^{12/21} // XIII International scientific-applied conference daRostim. Proceedings, Almaty, Kazakhstan, 2017. P. 17–30.
2. Zheldakova and R., Myamin V. Phytopathogenic microorganisms. Minsk: BSU, 2006.
3. Karpenko E.V., Shcheglova N.S., Nowick W. Application of biogenic surface active substances for increasing efficiency of seed treatment of winter wheat (russ) / IX International scientific-applied conference daRostim. Proceedings. Ukraine. Lviv, 2013. P.42–53.

Павловец Ю.Ю., Сахарута И.Ю., Лагодич О.В., Лагодич А.В.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;

LagodichOV@bsu.by

АКТИВАЦИЯ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ТОМАТОВ И ОГУРЦОВ МЕТАБОЛИТАМИ БАКТЕРИЙ РОДА *PSEUDOMONAS*

Было установлено, что с помощью внеклеточных метаболитов штаммов *P. putida* КМБУ 4308, *P. fluorescens* ВКМВ 561 и *P. aurantiaca* В-162, можно защитить растения томатов и огурцов от поражения фитопатогенным грибом *B. cinerea* (in vitro), что свидетельствует о запуске индуцированной системной устойчивости.

It was found that with the help of extracellular metabolites of the strains *P. putida* KMBU 4308, *P. fluorescens* BKMB 561 and *P. aurantiaca* B-162, tomato and cucumber plants can be protected from infection with the phytopathogenic fungus *B. cinerea* (in vitro), which indicates the initiation of induced systemic resistance.

Ключевые слова: PGPR; бактерии рода *Pseudomonas*; метаболиты; индуцированная системная устойчивость; огурец; томат.

Keywords: PGPR; bacteria of the genus *Pseudomonas*; metabolites; induced systemic resistance; cucumber; tomato.

Введение

Одной из главных отраслей экономики Республики Беларусь является сельское хозяйство. Оно специализировано на выращивании традиционных для умеренных широт культур, в числе которых огурцы и томаты, культивируемые как в открытом, так и защищенном грунте. Однако данные культуры подвергаются вирусными, грибковыми и бактериальными заболеваниями, которые наносят значительный экономический ущерб сельскому хозяйству.

Для защиты растений преимущественно используют химические средства защиты (ХСЗ - фунгициды, пестициды, инсектициды), но их применение может отрицательно сказываться как на процессы роста и развития сельскохозяйственных растений, так и на состояние окружающей среды и здоровье человека. Это обусловлено тем, что ХСЗ могут накапливаться в почве и нарушать состав естественной микрофлоры, для них характерно токсичное, аллергенное, мутагенное и канцерогенное действие. Наряду с химическими существуют экологически безопасные биологические средства защиты. Преимущества данных средств заключается в том, что они воздействуют на фитопатогены, активизируя защитные свойства растений, имеют пролонгированное действие и лишены недостатков, характерных для химических средств защиты. К биологическим средствам защиты относятся биопрепараты на основе PGPR, в состав которых могут входить ризосферные бактерии рода *Pseudomonas* и их метаболиты, а также бактерии рода *Bacillus* [1].

В связи с этим изучение способности метаболитов ризосферных бактерий рода *Pseudomonas* активизировать защитные свойства растений и улучшать их ростовые качества является актуальным.

Для проведения исследований использовали штаммы: *P. fluorescens* ВКМВ 561, синтезирующий ИУК, гиббереллины; *P. aurantiaca* В-162 – антибиотики феназинового ряда; *P. putida* КМБУ 4308, синтезирующий сидерофор – пиовердин, а также мутантные варианты *P. aurantiaca* phz⁻ и *P. putida* pvd⁻, не способные к синтезу феназиновых антибиотиков и пиовердина, соответственно [2; 3]. Для выявления действия внеклеточных метаболитов использовали культуральную жидкость, которую получали при выращивании ризосферных бактерии в жидкой среде KingB в течение 48 часов при температуре 28 °С, с последующим освобождением от клеток бактерий с помощью центрифугирования.

Для моделирования системы заражения патогеном использовали споры гриба *Botrytis cinerea* Pers, которые получали путем смыва с чашки с трехнедельным спороносящим мицелием.

Объектом исследования служили огурцы сорта «Славянский» и томаты сорта «Перемога 165» белорусской селекции. Семена перед посевом подвергали поверхностной стерилизации в 20 % водном растворе хлорсодержащего отбеливающего средства «Белизна», затем в слабом растворе $KMnO_4$ и 60%-ном растворе спирта в течение 5 минут и промывали стерильной дистиллированной водой 3 раза.

Семена проращивали в культуре *in vitro* на агаризованной безгормональной среде Мурасиге-Скуга (МС), содержащей стандартный набор солей и включающей 7 г/л агара и 3 г/л сахарозы [4]. Растения культивировали в климатической камере при шестнадцатичасовом освещении и температуре 18°C (ночь) – 24°C (день). На стадии четырех настоящих листьев (четыре-пять недель после прорастания), на первый настоящий лист наносили суспензию спор фитопатогенного гриба.

На седьмые-десятые сутки после заражения на растениях, обработанных внеклеточными метаболитами ризобактерий *P. fluorescens*, *P. putida* и *P. aurantiaca*, отмечались незначительные участки поражения серой гнилью или таковые отсутствовали вовсе. В то же время на растениях контрольной группы (не подвергавшихся обработке PGPR) и на растениях, обработанных культуральной жидкостью *P. putida pvd⁻* и *P. aurantiaca phz⁻*, серая гниль поражала 10 – 40 % площади листовой пластинки.

Также через две недели после заражения были оценены морфометрические параметры растений, такие как длина и масса.

Было показано, что наибольшая прибавка длины стебля и корня зафиксирована после обработки семян огурца и томата внеклеточными метаболитами *P. fluorescens BKMB 561*, а наименьшая у контрольных растений. Показатели длины стебля, корня и массы у растений обработанных PGPR с последующим заражением спорами фитопатогена незначительно отличались от таковых у растений контрольной группы, а у растений обработанных только ризобактериями эти значения были на 5-25 % выше, чем в контрольной группе.

Полученные в исследовании результаты показали, что добавление к проросткам огурца и томата *in vitro* культуральной жидкости ризосферных бактерий рода *Pseudomonas* оказывает ростостимулирующий эффект, однако ярко выраженный защитный эффект показали бактерии, способные к синтезу сидерофора пиовердина, ИУК, гиббереллинов, антибиотиков феназинового ряда, что говорит о способности данных метаболитов индуцировать системную устойчивость у растений.

Библиографические ссылки

1. Plant growth and health promoting bacteria / Microbiology monographs // ed. D.K. Maheshwari. Heidelberg : New York:Springer-Verlag, 2010. V. 18.
2. Феклистова И.Н., Максимова Н.П. Синтез феназиновых соединений бактериями *Pseudomonas aurantiaca* В-162 // ВестникБГУ. 2005. № 2. С.66–69.
3. Биологическая активность сидерофора пиовердина, синтезируемого непатогенными ризосферными бактериями *Pseudomonas putida* КМБУ 4308 / Ю.М. Кулешова [и др.] // Труды БГУ. 2011. Т. 6. Ч. 1. С. 224–230.
4. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco cultures // Physiologia Plantarum. 1962. Vol. 15. № 3. P. 473–497.

Пироговская Г.В., Исаева О.И., Хмелевский С.С., Сороко В.И.

РУП «Институт почвоведения и агрохимии», г. Минск, Беларусь;

brissa_pir@mail.ru

О ПОСТУПЛЕНИИ СУЛЬФАТОВ С АТМОСФЕРНЫМИ ОСАДКАМИ, ИХ МИГРАЦИИ ВНИЗ ПО ПОЧВЕННОМУ ПРОФИЛЮ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ

В работе приводятся данные по поступлению сульфатов с атмосферными осадками, их миграции вниз по почвенному профилю (слой 1,0-1,5 м) из наиболее распространенных дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава и эффективности серосодержащих удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур.

Data on the intake of sulphates with atmospheric precipitation, their migration down the soil profile (1.0-1.5 m layer) from the most widespread sod-podzolic soils of different granulometric composition and the efficiency of sulfur-containing fertilizers in the cultivation of crops.

Ключевые слова: сера; сульфаты; почва; урожайность сельскохозяйственных культур; лизиметрические и полевые исследования.

Keywords: sulfur; sulfates; the soil; productivity of agricultural crops; lysimetric and field studies.

Постановка проблемы

Сера играет важную роль в питании растений и усваивается ими в таких же количествах, как и многие макроэлементы. Известно, что сульфаты участвуют в биохимических процессах, протекающих в растениях, принимают активное участие в азотном обмене, круговороте таких элементов, как К, Са, Mg, Al. При недостатке серы в почве наблюдается уменьшение содержания хлорофилла в листьях, задерживается деление и рост клеток растений.

В последние годы во многих странах мира, в том числе и в Республике Беларусь, урожайность сельскохозяйственных культур увеличилась. Дальнейшее повышение продуктивности сельскохозяйственных культур возможно только за счет внесения сбалансированного соотношения основных элементов питания (азот, фосфор, калий), с учетом биологических требований растений и обеспеченности почв необходимыми макро- и микроэлементами. К таким элементам относится и сера, которая по своему физиолого-биологическому значению для растений находится в одном ряду с азотом, фосфором и калием. При невысоком уровне урожайности потребление растениями серы компенсируется, как правило, за счет высвобождения ее из минеральных и органических соединений почвы,

а также за счет привнесения с атмосферными выпадениями и удобрениями. Однако, вследствие, существенного снижения в последние годы выбросов сульфатов промышленными предприятиями в атмосферу, применения высококонцентрированных удобрений и увеличения общей урожайности сельскохозяйственных культур (увеличивается вынос серы с урожаем), в ряде случаев наблюдается дефицит серы, что является причиной отрицательного баланса этого элемента в пахотных почвах и негативно влияет на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

Актуальность исследований обусловлена и тем, что в последние годы в Республике Беларусь наблюдается уменьшение содержания серы в почвах пахотных угодий, сенокосах и пастбищах. По данным крупномасштабного агрохимического обследования почв последних туров в республике, средневзвешенное содержание серы в пахотных почвах (среднее по всем областям) за 2009–2012 гг. составляло 6,39 мг/кг почвы (88,7 % почв низкой и средней степени обеспеченности серой), в 2013–2016 гг. – 6,19 мг/кг почвы (90,0 % почв низкой и средней степени обеспеченности серой), соответственно, в почвах сенокосов и пастбищ за 2009–2012 гг. – 7,60 мг/кг почвы (78,6 % почв низкой и средней степени обеспеченности серой), в 2013–2016 гг. – 7,02 мг/кг почвы (81,8 % почв низкой и средней степени

обеспеченности серой). Увеличение площадей с низким и средним содержанием серы в почвах связано с уменьшением в последние годы внесения органических и минеральных удобрений, содержащих серу. Дефицит серы в питании сельскохозяйственных культур ощущается при возделывании их на дерново-подзолистых почвах с низким содержанием серы и органического вещества, а также на переувлажненных почвах.

В связи с этим, комплексное изучение вопроса поступления сульфатов с атмосферными осадками, минеральными удобрениями, миграция этих соединений с инфильтрационными водами по почвенному профилю, вынос с основной и соответствующим количеством побочной продукцией сельскохозяйственных культур, требовательных к содержанию серы в почве, является актуальной темой при проведении как лизиметрических, так и полевых исследований.

Объекты и методика исследований

Исследования по изучению поступления сульфатов с атмосферными осадками и миграции сульфатов из дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава проводили на лизиметрической станции (г. Минск, 1981–2015 гг.). Сравнительная оценка эффективности азотных (карбамид, сульфат аммония) удобрений в полевых опытах (1991–2000 гг.) изучалась на дерново-подзолистых связно-супесчаных, подстилаемых моренными суглинками почвах (колхоз «60 лет Октября Ветковского района Гомельской области) и на песчаных почвах (совхоз «Подолесье» Речицкого района Гомельской области).

Объекты исследований – атмосферные осадки, лизиметрические почвенные растворы, разные сельскохозяйственные культуры, минеральные удобрения (карбамид (Nm), сульфат аммония (Na) мелкокристаллический без добавок и с регулятором роста растений «Гидрогумат») на фоне РК (аммонизированный суперфосфат, калий хлористый).

Лизиметрическая станция РУП «Институт почвоведения и агрохимии» (г. Минск) введена в эксплуатацию с 1980 года. Включает 48 насыпных лизиметра, цилиндрической формы из сборных железобетонных колец с глубиной почвенного профиля 1,0 и 1,5 м. Колодцы лизиметров имеют внутренний диаметр 2,0 м, площадь 3,14 м² повторность вариантов – 2-х кратная. Общий размер делянки в полевых опытах – 27 м², повторность вариантов – 4-х кратная.

Результаты исследований

По результатам наблюдений за атмосферными осадками и лизиметрических исследований (1981–2015 гг.) установлено, что:

- в условиях г. Минска концентрация сульфатов в атмосферных осадках в среднем за 1981–2015 гг. составила 11,1 мг/л, поступление сульфатов на поверхность почв составило 52,8 кг/га (минимальное количество 7,9 кг/га (2007 г.), максимальное – 133,1 кг/га (1982 г.). При этом наибольшее содержание сульфатов в атмосферных осадках наблюдалось в весенний и зимний периоды, далее в осенний и в летний периоды;
- концентрации сульфатов в почвенных растворах из дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава изменялись в пределах от 20,3 до 29,5 мг/л;
- потери сульфатов (SO₄) при вымывании из слоя 1,0–1,5 м пахотных дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава в среднем за 1981–2015 гг. составили: из суглинистых, развивающихся на легких лессовидных суглинках, почвах – 26,2 кг/га; из суглинистых, развивающихся на легких лессовидных суглинках (агрозем) – 21,6 кг/га; из суглинистых, развивающихся на легких лессовидных суглинках, подстилаемых моренными суглинками или песками – 20,8–24,2 кг/га; из почвообразующей породы (лессовидный суглинок с глубины 1,5–3,0 м) – 18,1 кг/га; из связно-, рыхлосупесчаных, подстилаемых моренными суглинками, или песками – 22,7–26,0 кг/га; из песчаных почв – 29,1 кг/га.

Сравнительная оценка эффективности азотных удобрений (карбамид и сульфат аммония мелкокристаллический) в полевых опытах РУП «Институт почвоведения и агрохимии» показала, что сульфат аммония более эффективен как на дерново-подзолистых

легкосуглинистых, так и на песчаных почвах при возделывании сельскохозяйственных культур, требовательных к повышенному содержанию серы в почве (прибавка урожайности клубней картофеля находилась в пределах от 15 до 18 ц/га, яровой пшеницы (на легкосуглинистой почве) – 1,7 ц/га) по сравнению с карбамидом.

Эффективным агрохимическим приемом является применение сульфата аммония с добавкой препарата гуминовой природы «Гидрогумат», обеспечивающий увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности севооборотов в целом, по сравнению с использованием сульфата аммония мелкокристаллического без добавки «гидрогумата» (табл. 1).

Влияние сульфата аммония без добавок и с добавками регулятора роста растений «Гидрогумат» на урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур в севооборотах

Культура	Урожайность, ц/га		+, - от На с «Гидрогуматом»	
	На без добавок	На с регулятором роста растений «Гидрогумат»	ц/га	%
Дерново-подзолистые связносупесчаные, подстилаемые моренными суглинками почвы				
Озимая пшеница	70,1	73,7	3,6	5,1
Ячмень	39,1	41,2	2,1	5,4
Картофель	371	419	48	12,9
Горохо-овсяная смесь (з/м)	230	247	17	7,4
Многолетние травы (сено)	75,5	88,7	13,2	17,5
Продуктивность севооборотов (1991-2000 гг.)	58,5	60,6	2,1	3,6
Дерново-подзолистые песчаные почвы				
Ячмень	15,2	16,9	1,7	11,2
Овес	19,1	20,8	1,7	8,9
Озимая рожь	20,2	21,5	1,3	6,4
Картофель	227	252	25	11,0
Горохо-овсяная смесь (зерно)	18,7	20,9	2,2	11,8
Продуктивность севооборотов (1991-2000 гг.)	45,4	49,0	3,6	7,9

Заключение

Приведенные данные свидетельствуют о том, что поступление сульфатов с атмосферными осадками, их концентрация в почвенных растворах и миграция из дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава зависит, преимущественно, от количества выпавших атмосферных осадков и гранулометрического состава почв. Эффективность серосодержащих удобрений наиболее высокая на культурах, требовательных к содержанию серы в почвах и хорошо отзывающихся на внесение аммонийной формы азотного удобрения.

Плотникова Т.В.¹, Сидорова Н.В.¹, Егорова Е.В.²

¹Всероссийский НИИ табака, махорки и табачных изделий, г. Краснодар, РФ, vniitti1@mail.kuban.ru

²Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, РФ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ АГРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ОЗДОРОВЛЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ ПРИ НЕСМЕННОМ ВЫРАЩИВАНИИ РАССАДЫ ТАБАКА

Определено, что на деградированной в результате многолетнего использования смеси после внесения удобрений гуминовой природы (ОМУ, Исполин, Стимулайф, BIO FISH и Стимикс) наблюдается снижение плотности микопатогенной инфекции и поражения растений рассадными гнилями, отмечено повышение биологической активности почвы, проявляемое в виде увеличения нитрифицирующей активности, целлюлозоразрушающей способности и интенсивности дыхания. Испытанные удобрения способствуют улучшению биометрических показателей рассады табака и в дальнейшем в результате так называемого «продолженного эффекта качественной рассады» в полевых условиях приводят к повышению урожайности табака на 13–19 %.

It is discovered that for non-changeable seedbeds' soil applying humic fertilizers (OMU, Ispolin, Stimulife, BIO FISH and Stimix) leads to decreasing density of mycopathogenic infection, infestation with seedling rots, soil biological activity observed by its nitrification properties, intensity of cellulose destruction, carbon dioxide production. Utilizing studied fertilizers leads to improving of biometrical indicators of seedlings and as the result to so called «prolonged effect of seedling quality». And finally productivity of tobacco is increased by 13–19 %.

Ключевые слова: табак; рассада; удобрения ОМУ; Исполин; Стимулайф; BIO FISH; Стимикс; микопатогены; биологическая активность; урожайность.

Keywords: tobacco; seedling; fertilizers OMU; Ispolin; Stimulife; BIO FISH; Stimix; mycopathogens; biological activity; productivity.

Введение

В создавшихся экономически сложных условиях приходится выращивать рассаду табака на несменяемом питательном субстрате. В результате происходит комплексная деградация, потеря подвижных форм питательных элементов, падение супрессивности смеси (показатель почвенного здоровья) и накопление микопатогенной инфекции. Все это ставит под угрозу получение здоровой и качественной стандартной рассады. Актуальность в этой ситуации приобретает направление в использовании приёмов, сохраняющих супрессивный потенциал и плодородие питательной смеси рассадника. К таким относится внесение в питательную смесь органических и органоминеральных удобрений, в том числе на основе гуминовых составляющих.

Материалы и методы

В настоящее время испытаны удобрения ОМУ «Универсальное» (ОАО «Буйский химический завод»), Исполин универсальный (ЗАО МНПП «Фарт»), Стимулайф (г. Санкт-Петербург), BIO FISH (Камчатка), Стимиксы (ООО «НПО Биоцентр»). Табачную рассаду выращивали в необогреваемых парниках. Площадь учетной делянки составила 1 м², повторность – трехкратная. Сорт табака – Юбилейный новый 142. Опыт закладывался на длительно несменяемой (10–11 лет) парниковой смеси на 50% азотном фоне от оптимального содержания (65–70 мг лабильного азота) [1]. Удобрения Стимулайф (в дозе 5 мл/м²), BIO FISH (3 мл/м²) и Стимикс (5 мл/м²) вносили трижды: до посева семян (за 5 дней) и в период вегетации рассады (через 2 недели и 4 недели после посева семян) с поливной водой из расчёта 1 л рабочего раствора/м². Удобрения ОМУ (100 г/м²) и Исполин (100 г/м²) вносили за 5 дней до посева семян с заделкой в почву. Изучали влияние удобрений

на агробиологическое оздоровление питательной смеси рассадника [2]. По окончании опыта оценивали качество технически зрелой рассады. Для оценки продуктивности растения после выборки высаживали в поле.

Результаты и их обсуждение

Исследования показали, что использование экологичных удобрений в рассадниках при выращивании табака способствует процессу очищения деградированной питательной смеси от патогенных грибов и, следовательно, наблюдается снижение поражения табака рассадными гнилями. Так, микологический анализ питательной смеси на контроле выявил колонии патогенных грибов рода *Fusarium* spp. (0,5 тыс. КОЕ в 1 г абсолютно сухой почвы) и *Alternaria* spp. (0,5 тыс. КОЕ), а также колонии представителя супрессивной группы рода *Penicillium* spp. (1 тыс. КОЕ). Поражение растений рассадной гнилью составляло 20-25%. В образцах с применением удобрений ОМУ, Исполин и ВЮ FISH патогенной микофлоры не обнаружены. На фоне удобрения Стимулайф обнаружены колонии гриба рода *Trichoderma* spp. (до 1,5 тыс. КОЕ) и незначительное количество грибов рода *Trichotecium* spp. (до 0,2 тыс. КОЕ). На фоне удобрения Стимикс выявлены колонии микромицетов *Alternaria* spp. (3,0 тыс. КОЕ), *Penicillium* spp. (1,0 тыс. КОЕ), *Trichotecium* spp. (до 0,5 тыс. КОЕ), *Humicota* spp. (1,0 тыс. КОЕ) – почвенный микромицет, который положительно характеризует состояние почвы [3].

Также результаты исследований показали, что под воздействием испытанных препаратов увеличивается содержание в питательной смеси нитратов до 101%, аммиачного азота до 541%, подвижного фосфора до 47% и обменного калия до 50%.

Процесс нитрификации на удобренных вариантах протекал в 1,7–5,7 раза интенсивнее, чем на контроле, деятельность целлюлозоразрушающих микроорганизмов и интенсивность дыхания почвы повысилась в 1,2–2,0 раза. Гуминовые удобрения, улучшая питательный режим парниковой смеси, способствовали увеличению длины рассады до точки роста на 19–109 %, до конца вытянутых листьев – на 53–104 %. Масса наземной части обработанных растений превысила необработанные на 61–117 %, масса корней – на 39–88 %, диаметр стебля у корневой шейки на 23–28%. Выход стандартной рассады к моменту высадки в поле на делянках с использованием удобрений гуминовой природы составил 792 – 872 шт./м², что превысило контрольные значения на 68–85 %. Лучшие результаты показало удобрение ОМУ (100 г/м²), достоверная прибавка к урожаю достигла 4,1 ц/га (19 %). Отмечен положительный эффект от использования в парниковый период других удобрений, где прибавка составила 2,7–3,7 ц/га или 13–17% (НСР₀₅ – 2,4 ц/га).

Выводы

Таким образом, установлено, что внесение удобрений (ОМУ, Исполин, Стимулайф, ВЮ FISH, Стимикс) в деградированную питательную смесь рассадника на фоне повышения биологической активности и содержания подвижных форм главных питательных элементов, также способствует агробиологическому её оздоровлению, проявляемому снижением плотности кондуктивной инфекции и поражения растений гнилями за счет изменения состава грибов с превалированием супрессивной микоты.

Библиографические ссылки

1. Методическое руководство по проведению агротехнических опытов с табаком в рассадниках / С.Н. Алёхин [и др.]. Краснодар: Просвещение - Юг, 2013.
2. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А.В. Соколова. М.: Изд-во «Наука», 1975. – С. 99–100.
3. Плотникова Т.В., Сидорова Н.В., Егорова Е.В. Результаты применения органических удобрений на деградированной питательной смеси рассадника при выращивании табака // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 5. С. 24–27.

Полиенко Е.А.¹, Горовцов А.В.^{1,2}, Безуглова О.С.^{1,2}, Лыхман В.А.¹

¹ Федеральный Ростовский аграрный научный центр, г. Ростов-на-Дону, РФ;
polienkoe468@gmail.com

² Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, РФ;
lola314@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ С ХИМИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ЗАЩИТЫ

Представлены результаты полевых исследований по изучению адаптогенного действия гуминового препарата при совместном применении с химическими средствами защиты в различных дозировках. В качестве объекта исследования были выбраны: гуминовый препарат, получаемый из вермикомпоста; а также гербицид группы сульфанилмочевин, который на щелочных и тяжелых по гранулометрическому составу почвах обладает высоким риском токсического эффекта. Исследования проводились на черноземе обыкновенном, который характеризуется тяжелым гранулометрическим составом и слабощелочной реакцией. Показано, что позитивное влияние гуминового препарата сильнее выражено при средней дозе гербицида, а при более высоких дозах оно нивелируется токсическим эффектом пестицида.

The results of field studies on the adaptogenic effect of the humic preparation when combined with chemical protection agents in various dosages are presented. As an object of study were selected: humic preparation, obtained from vermicompost; and the herbicide of the sulfanylurea group, which on the alkaline and heavy soils with granulometric composition has a high risk of toxic effect. The investigations were carried out on ordinary chernozem, which is characterized by a heavy granulometric composition and a slightly alkaline reaction. It is shown that the positive effect of the humic acid is more pronounced with an average dose of the herbicide, and at higher doses it is leveled by the toxic effect of the pesticide.

Ключевые слова: гуминовый препарат; микроорганизмы; ризосфера; озимая пшеница.

Keywords: humic preparation; microorganisms; rhizosphere; winter wheat.

Введение

В Ростовской области в настоящее время используются интенсивные технология возделывания озимой пшеницы. Они предполагают выращивание интенсивных и полунтенсивных сортов, применение высоких норм минеральных удобрений, а также современных химических средств защиты. Пестициды и удобрения несут серьезную экологическую нагрузку, могут стать источником загрязнения грунтовых вод, средства защиты оказывают негативное влияние на генотип сорта и биологическую активность почв. Как результат, в последние годы наблюдается снижение качества выращиваемой продукции, а также существует проблема крайне низкой скорости разложения соломы, вызванной снижением биологической активности. Поэтому существует необходимость во внедрении новых приемов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур, которые позволили бы снизить экологические риски в современной системе земледелия. Одним из таких элементов может служить применение гуминовых препаратов.

Материалы и методы

В целях изучения стимулирующего и адаптогенного действия гуминового препарата был заложен полевой эксперимент на стационаре ФГБНУ «ФРАНЦ», схема опыта следующая: 1. Фон (аммиачная селитра – 34 кг д.в./га), 2. Фон + Гранстар Про 15 г/га, 3. Фон + Гранстар Про 20 г/га, 4. Фон + ВЮ-Дон 1 л/га, 5. Фон + Гранстар Про 15 г/га + ВЮ-Дон 1 л/га, 6. Фон + Гранстар Про 20 г/га + ВЮ-Дон 1 л/га.

Исследования проводили с использованием гуминового препарата ВЮ-Дон, полученного из вермикомпоста [1].

Результаты и их обсуждение

В практике возделывания озимой пшеницы общепринятым является применение гербицидов из класса сульфонилмочевин, которые на щелочных и тяжелых по гранулометрическому составу почвах обладают высоким риском токсического эффекта. Это в первую очередь сказывается на микроорганизмах ризосферы (табл.) и косвенно на продуктивности озимой пшеницы. Гуминовые препараты способствуют лучшему развитию растений, особенно их корневых систем; усиливают интенсивность корневых выделений и, как следствие, повышают биологическую активность в ризосферной зоне, что способствует более полному усвоению элементов питания, как из почвенных запасов, так и из удобрений.

Численность микроорганизмов в ризосфере озимой пшеницы до и после обработки гуминовым препаратом ВЮ-Дон

№ вар.	Численность бактерий, млн. КОЕ/г абс. сухой ризосферной почвы до обработки гуминовым препаратом			Численность бактерий, млн. КОЕ/г абс. сухой ризосферной почвы после обработки гуминовым препаратом		
	Аммонификаторы					
№ вар.	быстрорастущие		Медленно растущие	быстрорастущие		Медленно растущие
	1й учет (2-сут)	2й учет (7-сут)		1й учет (2-сут)	2й учет (7-сут)	
1	114,71	180,71	66,00	728,37	968,31	239,93
2	422,42	460,54	38,12	354,82	415,4	60,58
3	314,73	399,17	84,44	168,25	302,84	134,60
4	245,83	292,42	46,59	265,36	450,31	184,95
5	269,78	386,56	116,79	375,29	714,26	338,96
6	352,25	499,75	147,50	319,94	332,74	12,78
НСР ₀₅	29,5	36,9	7,4	30,2	50,4	20,2
Аминоавтотрофы						
1	16,50	1374,16	1357,66	451,86	516,4	64,55
2	224,43	697,27	472,84	623,104	709,65	86,54
3	189,99	800,26	610,27	286,02	420,62	134,56
4	96,55	651,98	555,42	474,44	518,67	44,23
5	379,55	910,35	530,79	371,25	484,24	112,99
6	50,51	632,43	581,92	230,36	255,95	25,6
НСР ₀₅	13,6	81,2	67,6	39,6	52,0	12,5
Микромицеты						
	Численность грибов, тыс. КОЕ/г абс. сухой ризосферной почвы до обработки гуминовым препаратом			Численность грибов, тыс. КОЕ/г абс. сухой ризосферной почвы после обработки гуминовым препаратом		
1	14,14			189,54		
2	16,60			656,71		
3	49,90			684,14		
4	25,75			800,04		
5	67,44			337,56		
6	180,50			296,79		
НСР ₀₅	2,4			21,9		

В естественных условиях может наблюдаться довольно значительный разброс численности микроорганизмов в пределах опытного поля, в связи с чем был произведен анализ исходного состояния ризосферной микробиоты. Как можно видеть из таблицы, численность аммонификаторов в ризосферной почве озимой пшеницы была в среднем на порядок выше

обычного их числа, наблюдаемого в почве свободной от корней, и составляла порядка 10^8 КОЕ/г. При этом наблюдалась значительная вариация между участками опытного поля, размах которой составлял 114,7–422,4 млн. КОЕ/г для быстро растущих и 30,2–147,5 для медленно растущих форм бактерий. Для аминоавтотрофной группировки размахи варьирования численности в начале опыта составили 16,5–379,6 млн. КОЕ/г для быстрорастущих и 472,8–1357,7 для медленно растущих форм, что демонстрирует прямо противоположную картину. Что касается микромицетов, их численность варьировала в пределах 9,91–180,5 тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы. Спустя 2 недели после обработки посевов гербицидом и гуминовым препаратом были вновь отобраны пробы ризосферной почвы. Как можно видеть из данных таблицы 1, через 2 недели после обработки сохраняется высокая численность бактерий ризосферы, с размахом варьирования 165,2–728,4 млн. КОЕ/г для быстро растущих и 12,8–508,1 – для медленно растущих форм бактерий. По сравнению с начальным состоянием размахи варьирования численности существенно выросли, что является следствием проводимой обработки. Наибольшая численность быстро растущих бактерий наблюдалась в контрольном варианте опыта, а наименьшая в вариантах, обработанных только гербицидом. Для медленно растущих микроорганизмов наблюдалось значительное варьирование по вариантам опыта. При этом численность данной группы микроорганизмов в вариантах опыта, обработанных гуматом и гербицидом в дозе 15 г/га, превышала контрольные значения.

Для аминоавтотрофной группировки наблюдаются противоположные тенденции: размах варьирования по сравнению с началом опыта снизился для быстрорастущих, но существенно вырос для медленно растущих форм бактерий. Быстрорастущие аминоавтотрофы выявлены в количестве 137,5–829,9 млн. КОЕ/г почвы, а быстрорастущие – 25,6–389,6 КОЕ/г почвы.

Почвенные микромицеты весьма активно реагируют на обработку посевов гуматами, однако в отличие от бактерий, сложно выявить какое-либо подавляющее действие гербицида на данную группу микроорганизмов. Наблюдается даже некоторый прирост численности почвенных грибов на фоне обработки гербицидом, что можно связать с угнетением бактериального компонента микробсообщества.

Изменения численности были весьма различными для разных эколого-трофических групп бактерий, и были в значительной мере связаны с типом их экологической стратегии. Как можно видеть на примере вариантов 1–3, обработка гербицидом повлекла за собой резкое снижение прироста численности медленно растущих бактерий (к-стратегов), а для быстрорастущих бактерий привела даже к снижению их численности. При этом обработка посевов только гуминовым препаратом (вариант 4) не повлияла на численность медленно растущих бактерий, но свела к нулю сезонный прирост численности быстро растущих.

Всплески и падения приростов численности в варианте 5 можно объяснить взаимным влиянием воздействий гумата и средней дозы пестицида на растения. В более высоких дозах (вариант 6) наблюдается снижение, как и в вариантах без обработки гуминовым препаратом. Таким образом, влияние гуминового препарата сильнее выражено при относительно средней дозе гербицида, а при более высоких дозах оно нивелируется его токсическим эффектом.

Библиографические ссылки

1. Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Горюнов А.В., Лыхман В.А. Способ получения жидкого гуминового препарата. Пат. № 2016104553. Приоритет изобретения 10 февраля 2016 г.

Поликсенова В.Д.¹, Лапунова Т.Н.¹, Карпинчик Е. В.², Тарасевич В. А.²

¹ Белорусский государственный университет, г. Минск, РБ;

polyksenova@gmail.com

² ГНУ "Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси", г. Минск, РБ;

karpinev@yandex.by

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУАНИДИНСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Показана эффективность препаратов на основе полигексаметиленгуанидина в качестве стимуляторов роста и индукторов устойчивости томата при обработке семян.

The effectiveness of preparations based on polyhexamethyleneguanidine as growth stimulants and inducers of tomato stability during seed treatment is shown.

Ключевые слова: полигексаметиленгуанидины; томат; урожайность; устойчивость к болезням.

Keywords: polyhexamethyleneguanidines; tomato; yield; disease resistance.

Введение

Одним из приоритетных направлений развития сельского хозяйства является производство экологически чистых продуктов питания при существенном уменьшении пестицидной нагрузки путем активации собственных защитных сил растительного организма. В этом плане перспективным является решение задачи одновременного повышения уровня продуктивности и неспецифической устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды. Однако не всегда с помощью селекционных методов удается в одном сорте совместить и продуктивность, и устойчивость к стрессовым факторам. Эффективным дополнением к свойствам сорта может стать использование экологически безопасных биологически активных веществ, способствующих максимальной реализации его генетического потенциала. Среди такого рода веществ наше внимание привлекли органические полимеры - препараты на основе гуанидинов. Они обладают выраженным биоцидным действием в отношении грибов и бактерий, однако безопасны для высших растений и животных, т.к. метаболизируются в организме живых существ до обычных соединений, а также быстро деградируют в окружающей среде. Гуанидины не обладают мутагенным и канцерогенным действием, препараты из них отнесены к IV классу малоопасных соединений при поступлении через кожу и к III классу умеренно опасных соединений при поступлении в желудочно-кишечный тракт [1].

Однако сведения об эффективности их применения в целях защиты растений (повышения устойчивости) для овощных культур, в том числе и для культуры томата, отсутствуют, нет данных и об их воздействии на сами растения. В связи с этим, целью нашего исследования явилось комплексное изучение влияния полигексаметиленгуанидиновых соединений и их композиций как на развитие растений, так и на основные патогены томата при прямом и опосредованном воздействии.

Материалы и методы

Объектом исследования являлся ранний сорт томата белорусской селекции Пралеска и водные растворы препаратов для обработки семян на основе полигексаметиленгуанидинов (ПГМГ): ПГМГ фосфат, ПГМГ хлорид (10 %) и его композиции: ПГМГХ +КК (карбамидный комплекс), ПГМГХ+КС (коллоидное серебро). Результаты сопоставляли со стандартным вариантом – замачиванием семян в 1%-ном р-ре KMnO_4 . Контроль – замачивание в воде. При проведении работ использованы общепринятые методики лабораторных и полевых исследований.

Результаты и их обсуждение

Нами показано, что при прямом воздействии в условиях *in vitro* все препараты обладают фунгицидными свойствами и полностью подавляют прорастание спор и вегетативный рост возбудителей фузариозного увядания, серой гнили, альтернариозной пятнистости листьев и гнили плодов.

Вместе с тем установлено, что предпосевная обработка семян томата гуанидинсодержащими препаратами оказывает достоверное влияние и на растения: в большинстве случаев повышает их посевные качества, ускоряет органогенез, рост и развитие сеянцев, скорость прохождения фаз. Среди трех испытанных концентраций растворов (0,1–0,01–0,001 %) наиболее эффективным оказалось замачивание семян в 0,01 % р-рах исследованных препаратов. Так, отмечено стимулирующее влияние исследуемых препаратов на прорастание семян и появление всходов: энергия прорастания повышается на 5–17 %, а всхожесть на 10 % по сравнению с контролем. Длина главного корешка превышала контроль в 1,6–1,7 раза. Также, по сравнению с контролем при предпосевной обработке томата гуанидинсодержащими препаратами первый и второй настоящие листья оказались длиннее в 1,2–1,6 раза, сеянцы выше в 1,1–1,2 раза, а количество сеянцев, вступающих в фазу образования настоящих листьев, больше на 10–25 %.

Эффект предпосевной обработки семян томата проявляется и после высадки рассады в открытый грунт, в том числе на репродуктивную сферу. Так, общее количество листьев на растении превышает стандарт на 20–24 %, количество боковых (плодоносящих) побегов увеличивается в 1,4–2,3 раза, а при обработке семян ПГМГХ и ПГМГХ+КК увеличивается количество цветков и плодов на 1-й и 2-й кистях, обеспечивающих ранний урожай томата. Высота растений и средняя масса плода остается сопоставимой с контролем и стандартом.

Обработка семян томата гуанидиновыми препаратами привела к повышению урожайности растений. Так, за 3 года общая урожайность при обработке ПГМГФ увеличилась в среднем на 29,3 %, ПГМГХ на 32,5 %, ПГМГХ+КС на 37 %, и наиболее значительно при ПГМГХ+КК – на 41,3 %. Таким образом, можно говорить о стимулирующем влиянии гуанидиновых препаратов на физиологические процессы растений томата.

Детальные исследования показали, что предпосевная обработка семян исследуемыми препаратами приводит к угнетению развития и распространения патогенов в тканях растения-хозяина. Как видно из таблицы, и в условиях естественного инфекционного фона, и при искусственном заражении в лабораторных условиях листья растений всех вариантов поражаются фитофторозом, но в разной степени. Например, в открытом грунте средний балл поражения листьев фитофторозом при обработке семян гуанидиновыми препаратами был меньше, чем у контрольной группы на 0,5 – 1 балл, а поражение плодов на 0,8 – 1,3 балла. Такая же закономерность наблюдалась и при заболевании альтернариозом, балл поражения обработанных вариантов был ниже примерно в 2 раза.

При искусственном заражении листьев возбудителем фитофтороза мы моделировали 2 ситуации – начало заболевания, когда общий инфекционный фон еще невысокий, и разгар эпифитотии с повышенной в 2 раза споровой нагрузкой (таблица).

Как видно из таблицы, при малой инфекционной нагрузке средний балл поражения во всех опытных вариантах был ниже контрольной группы в 4–9 раз при появлении первых симптомов и в 1,4–1,8 раза через 10 дней в разгар заболевания. Количество образовавшихся на пятнах спор также было значительно ниже контрольной группы, вплоть до их полного отсутствия в вариантах ПГМГХ и ПГМГХ+КК.

Поражение томата фитофторозом в полевых и лабораторных условиях

Вариант	Средний балл поражения на естественном инфекционном фоне			Средний балл поражения листьев при искусственном заражении фитофторозом			
	фитофтороз		альтернариоз, листья	инфекционная нагрузка, спор/мл $1,5-2,0 \cdot 10^4$		инфекционная нагрузка, спор/мл $3-4 \cdot 10^4$	
	листья	плоды		балл	кол-во вторичных спор /см ²	балл	кол-во вторичных спор /см ²
ПГМГФ	2,3	0,5	1,4	0,17-2,5	0,5	0,33-3,2	11,1
ПГМГХ	2,0	0,8	1,7	0,11-1,7	0,0	0,33-2,7	5,6
ПГМГХ+КК	2,5	0,5	1,3	0,17-2,2	0,0	0,33-2,7	8,1
ПГМГХ+КС	2,0	1,0	0	0,22-3,0	2,0	0,55-3,9	13,1
Стандарт	3,0	1,8	2,7	1-3,0	15,2	1,1-3,5	40,9
Контроль(вода)	3,0	1,8	2,3	0,88-3,0	7,1	0,94-3,6	44,0

Сходная закономерность наблюдалась и при более высокой инфекционной нагрузке на начальном этапе заболевания, однако через 10 дней более высокую устойчивость продемонстрировали только 2 варианта: ПГМГХ и ПГМГХ+КК. Важно отметить, что по-прежнему на пораженных тканях обработанных растений существенно снижено спорообразование, что, в целом, понижает общий инфекционный фон и предотвращает эпифитотийное развитие болезни. Аналогичные результаты получены относительно альтернариоза, фузариоза, серой гнили и кладоспориоза томата.

В итоге в полевых условиях доля плодов, пораженных фитофторозом и альтернариозом была ниже контроля: в среднем за 2 года при обработке семян ПГМГХ – в 2,2 раза, ПГМГХ + карбамидный комплекс – в 3 раза, ПГМГХ + коллоидное серебро – в 1,3 раза.

Таким образом, полученные данные показывают, что обработка семян томата исследуемыми препаратами не препятствует проникновению патогена в растения, но приводит к подавлению его роста в тканях и угнетению репродуктивной способности.

На наш взгляд, выявленные свойства соединений на основе гуанидинов могут стать предпосылкой для включения их в систему агротехники возделывания сельскохозяйственных культур, в частности овощных, с целью получения так называемых «органических овощей» – экологически чистых продуктов питания.

Библиографические ссылки

1. Воинцева И.И., Гембицкий П.А. Полигуанидины – дезинфекционные средства и полифункциональные добавки в композиционные материалы. М., 2009.

Пономаренко С.П., Медков А.И., Петренко А.Н.

Государственное предприятие Межведомственный научно-технологический центр
«Агробиотех» НАН и МОН Украины, Киев, Украина
sponom@ukr.net, www.agrobiotech.com.ua

БИОРЕГУЛЯТОРЫ СТИМПО И РЕГОПЛАНТ В ИММУННО-ЗАЩИТНЫХ РЕАКЦИЯХ РАСТЕНИЙ

В статье описаны новые композиционные биорегуляторы с биозащитным эффектом Стимпо и Регоплант и механизм их действия.

The article describes new composite bioregulators with the bioprotective effect of Stimpo and Regoplant and the mechanism of their action.

Ключевые слова: защита растений; биорегуляторы; биозащитный эффект.

Keywords: plant protection; bioregulators, bio protection effect.

Одним из весомых негативов ведения хозяйства является нарушение научно обоснованных структур посевов. Нарушение севооборотов и чередования культур приводит к снижению общей культуры земледелия и дополнительному ухудшению фитосанитарного состояния полей. Не менее актуальной является проблема защиты растений от широкого распространенных грибковых, бактериальных и вирусных заболеваний (фузариоз, альтернариоз, бурая листовая ржавчина и др.). Суммарные потери урожая, вызванные разными патогенами достигает в Украине 20–50 % в зависимости от года.

В Украине созданы новые композиционные биорегуляторы Стимпо и Регоплант с биозащитным эффектом (продукты жизнедеятельности грибов микромицетов *Cylindrocarpon obtusiusculum*, извлеченных из корневой системы женьшеня, и аверсектинов — комплексных антипаразитарных макролидных антибиотиков, продуктов метаболизма почвенного стрептомицета *Streptomyces avermitilis*). Нами раскрыт механизм физиологического действия биорегуляторов на клеточном уровне.

В опытах *in vivo* нами был исследован также эффект последствия регуляторов роста (т. е. наследование устойчивости растений к патогенам и вредителям). В экспериментах с семенами, полученными из ряда видов растений, которые были обработаны в процессе вегетации регуляторами роста (1-е поколение) установлено, что и во втором поколении растения, которые уже не обрабатывались регуляторами роста, хранят высокую жизнеспособность.

В проведенных нами молекулярно-генетических исследованиях установлено, что основной механизм действия вышеуказанных регуляторов роста в клетках растений заключается в усилении почти вдвое синтеза (копийности) малых регуляторных РНК (dsRNA), которые выявляют антипатогенные и антипаразитарные свойства (например, антинематодные).

В период 2013-2014 «РУП Институт почвоведения и агрохимии» НАН Республики Беларусь, проведены государственные испытания биорегуляторов Регоплант и Стимпо в Республике Беларусь при выращивании озимой пшеницы, яровой пшеницы, ярового ячменя, озимого тритикале, кукурузы, рапса, сахарной свеклы, саженцев сосны, ели, дуба и получена государственная регистрация препаратов в 2014 году. В 2016 году проведена регистрация препаратов при выращивании огурца и томата в закрытом грунте. В 2017 году проведены государственные испытания на картофеле.

Русских И.А.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;
russkikh@bsu.by

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ЭЛИСИТОРНОГО ПРЕПАРАТА НА ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ

Поиск новых эффективных методов повышения продуктивности растений, особенно в условиях пониженного уровня внесения химически синтезированных удобрений, является актуальной задачей развития органического земледелия. Пшеница является ключевой культурой в мире и возделывается практически повсеместно. В этой связи проведение сравнительного анализа эффективности различных биологических препаратов со стимулирующим и защитным действием позволит выделить наиболее значимые для дальнейшего внедрения в практику органического земледелия в условиях Республики Беларусь.

The search for new effective methods for increasing the productivity of plants, especially in conditions of a lower level of application of chemically synthesized fertilizers, is an urgent task of the development of organic farming. Wheat is a key crop in the world and is cultivated almost everywhere. In this regard, a comparative analysis of the effectiveness of various biological products with a stimulating and protective effect will make it possible to identify the most important for the further introduction of the practice of organic agriculture in the conditions of the Republic of Belarus.

Ключевые слова: элиситоры; бактерии; пшеница; рост растений; стимуляция; азот; дефицит.

Key words: elicitors; bacteria; wheat; plant growth; stimulation; nitrogen; deficiency.

Введение

Защита растений от вредителей и болезней является одной из главных задач в растениеводстве. Применение химических и биологических средств защиты позволяет снизить уровень заболеваемости растений, свести к минимуму последствия от повреждения болезнями и вредителями, увеличить урожайность. Длительное время биологическая защита применялась, как дополнение к химической [1]. Однако ведение органического земледелия накладывает существенные ограничения в использовании как химических средств защиты растений, так и химически синтезированных удобрений. В условиях дефицита отдельных элементов питания, особенно азотного, снижается продуктивность растений, а восприимчивость к болезням и другим неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам, напротив, увеличивается. Решению этой проблемы будет способствовать поиск среди существующих, а также создание новых препаратов с защитной и элиситорной активностью.

Материалы и методы исследования

Эксперименты по оценке корреляции между формированием системной устойчивости и морфо-биохимическими параметрами растений в условиях открытого грунта закладывались в Могилевской области в Чериковском районе на базе ОАО "Чериковрайагропромтехснаб" на части семенного посева яровой пшеницы Дарья. Предшественник – кукуруза. Почва на экспериментальном участке – среднеокультуренная. Подпредшественник вносилась полная заправка минеральными и органическими удобрениями (навоз – 80 т/га, НРК(кг/га, по д.в.) – 70/40/80). Под обработку почвы перед посевом пшеницы на экспериментальных участках вносился азот в дозе 20, фосфор 30 и калий 45 кг/га (по д.в.).

Экспериментальные делянки с учетной площадью по 10 кв.м. (5 × 2 м) отбивались непосредственно в массиве посева до внесения элиситора по флаговому листу

и маркировались колышками. Средняя густота стояния растений составила ок. 5 тыс. растений/делянку. На экспериментальных участках элиситорные препараты вносились в тот же период, когда проводилась обработка растений против болезней. Полевой опыт закладывался в 4 повторностях рандомизированно, с контрольными вариантами, вариантами обработки элиситорами совместно с фунгицидами и без них. Элиситорный препарат вносился в разведении 1:100 и 1:1000. Основой элиситорного препарата являлись штаммы бактерий, выделенные в НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии биологического факультета БГУ *P. Chlororaphis* subsp. *aurantiaca* 162 и *B. subtilis* 494.

Результаты и их обсуждение

Для учета урожая семян на каждой делянке растения убирались в снопы для дальнейшего обмолота с определением урожая семян.

Установлено, что наибольший урожай семян был получен при обработке растений пшеницы элиситорным препаратом в разведении 1:100 как в варианте с фунгицидной обработкой, так и без нее (на 9 % и 19 % от контроля, соответственно). В случае использования препарата, разведенного в 1000 раз, регистрировалась лишь тенденция увеличения урожая зерна.

Поражение септориозом на делянках превышало поражение фузариозом, что в целом характерно для условий востока Беларуси. Наибольшее поражение септориозом и фузариозом было зарегистрировано в контрольном варианте без обработки растений фунгицидом 40,2 % и 32,8 %, соответственно. Установлено, что обработка элиситорным препаратом растений пшеницы в разведении 1:100 достоверно снизила поражение как септориозом (на 8,8 % без фунгицида, на 10,1 % с фунгицидом), так и фузариозом (на 4,1 % без фунгицида, на 6,2 % с фунгицидом). Использование элиситорного препарата в разведении 1:1000 достоверно снизило поражение фузариозом (на 2,8 % как без фунгицида, так и с его использованием) и привела к тенденции снижения поражения септориозом.

Таким образом, в мелкоделяночных экспериментах показано, что применение элиситорного препарата на основе бактерий *P. chlororaphis* subsp. *aurantiaca* 162 и *B. subtilis* 494 в разведении 1:100 индуцирует системную устойчивость растений пшеницы, что проявляется в снижении пораженности септориозом и фузариозом на 4,1-10,1 % и прибавке урожая на 9-19 %, увеличению количества всех фотосинтетических пигментов (на 5–16 %). Использование большего разведения препарата в условиях открытого грунта достоверно уменьшает поражение растений фузариозом.

Особенно эффективно снижение поражения заболеваниями при использовании более концентрированного варианта элиситорного препарата на фоне примененного фунгицида.

Автор приносит большую благодарность директору ОАО «Чериковрайагропромснаб» Манетову Н.Н. и главному агроному Шилину С.С. за содействие в проведении экспериментов.

Библиографические ссылки

1. Биологическая защита растений / М. В. Штерншис [и др.]; под ред. М.В. Штерншис. М.: КолосС, 2004.

Сапунова Л.И., Тамкович И.О., Мороз И.В.

Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Беларусь;
leonida@mbio.bas-net.by

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

Определены оптимальные составы ферментных комплексов, обеспечивающие повышение всхожести семян пшеницы и сокращение длительности процесса. В лабораторных условиях отмечено повышение энергии прорастания зерна, обладающего низкими показателями всхожести, на 12,7–30,7%, в зависимости от компонентного состава ферментных препаратов.

Optimal compositions of enzyme complexes promoting of wheat seeds sprouting and reducing duration of the process were defined. It was found in laboratory experiments that germination energy of grain showing low sprouting capacity rose by 12.7–30.7%, depending on the composition of enzyme preparations.

Ключевые слова: семена пшеницы; всхожесть; ферментные препараты; обработка; энергия прорастания.

Keywords: wheat seeds; germination; enzyme preparations; treatment; energy of germination.

Введение

Известно стимулирующее влияние экзогенных ферментов гидролитического действия на прорастание семян различных растений [1–7]. Результатом такого воздействия является повышение их всхожести, сокращение длительности процесса прорастания, улучшение качественных показателей проростков, снижение расхода семян при посеве и, как следствие, повышение эффективности растениеводческой отрасли сельскохозяйственного производства. Ранее нами было установлено, что обработка семян кресс-салата культуральной жидкостью штаммов Ф-12 и Ф-99 *Bacillus* sp., продуцирующих фитазу, повышает всхожесть, энергию прорастания и сухой вес проростков [3]. Штамм *Bacillus amyloliquefaciens* МФ-1, в отличие от вышеназванных бактериальных культур, синтезирует комплекс ферментов, участвующих в разложении растительных полимеров.

Цель настоящей работы – дать сравнительную оценку влияния коммерческих ферментных препаратов и продуцируемых *B. amyloliquefaciens* МФ-1 внеклеточных протеаз, α -амилаз, глюкоамилаз, ксиланаз, β -глюканаз, целлюлаз, фитаз и липаз на прорастание семян пшеницы.

Материалы и методы

В работе использовали предоставленное ЧПТУП «Горецкий элеватор» рядовое зерно пшеницы урожая 2014 и 2015 гг. с различной естественной способностью прорастания.

Влияние ферментативной обработки на семена пшеницы изучали *in vitro* в сравнении с контролем (без ферментативной обработки). В качестве биостимуляторов использовали ферментные препараты Ликвафло, Вискоферм, Новозим 25008 (Novozymes, Дания); Фекорд, группа 2 (ООО «Фермент», Беларусь), Комплиферм и ИНКРИФОС/INCRIFOS (Институт микробиологии НАН Беларуси, Беларусь), а также обладающую протеазной, амилазной, целлюлазной, ксиланазной, β -глюканазной, фитазной и липазной активностями культуральную жидкость бактерий *B. amyloliquefaciens* МФ-1.

Активность ферментов, их влияние на способность прорастания семян, массу и жизнеспособность проростков определяли общепринятыми методами. Представленные данные являются средними арифметическими значениями результатов опытов, выполненных в трех повторностях.

Результаты и их обсуждение

Обработка ферментными препаратами семян пшеницы с высокой естественной всхожестью (85,4 %) повышала этот показатель незначительно. Практически не влиял (1,6 %) на процесс прорастания зерна препарат протеолитического действия Новозим 25008, тогда как наибольший (6,0 %) эффект оказывал препарат фитинолитического действия Фекорд. Энергия прорастания повышалась на 4,8 % при обработке зерна препаратом комплексного действия Вискоферм, включающим целлюлазу, β -глюканазу, ксиланазу и α -амилазу.

В то же время энергия прорастания зерна пшеницы, обладающего низкими показателями всхожести, под воздействием ферментов увеличивалась более существенно. Так, сравнимое по величине положительное влияние на энергию прорастания семян оказывали препараты Новозим 25008 (протеаза), Фекорд и ИНКРИФОС/INCRIFOS (фитаза), Вискоферм (преимущественно ферменты целлюлолитического комплекса и слабая α -амилаза) – от 12,7 до 16,0 %. Более выраженное повышение показателя (на 24,0 %) достигалось при обработке семян пшеницы ферментным препаратом амилитического действия Ликвафло (смесь α -амилазы и глюкоамилазы). Максимальный эффект, составляющий 30,7 %, отмечен при использовании культуральной жидкости *B. amyloliquefaciens* МФ-1, которая представляет собой ферментный комплекс, состоящий из протеазы, амилазы, целлюлазы, ксиланазы, β -глюканазы, фитазы и липазы. При этом следует отметить, что в последнем случае, а также при обработке семян пшеницы препаратами фитинолитического действия (Фекорд и ИНКРИФОС/INCRIFOS) вес проростков повышался по сравнению с контролем на 55–65 %. Примечательно также, что сроки прорастания семян, подвергнутых ферментативной обработке, сокращалась на 5–7 ч по сравнению с контролем.

Таким образом, ферментативная обработка семян пшеницы, особенно низкой всхожести, повышает энергию их прорастания и, в случае использования фитаз или комплекса гидролитических ферментов штамма *B. amyloliquefaciens* МФ-1, способствует формированию более сильных, обладающих повышенной массой проростков. Планируются исследования *in vivo*, которые покажут влияние предпосевной ферментативной обработки зерна пшеницы на физиологические показатели развития и продуктивность растений.

Библиографические ссылки

1. Effect of *Bacillus* spp. on increased growth of seedlings steamed and in nontreated soil / P. Broadbent [et al.] // Phytopathol. 1977. Vol. 67. P. 1027–1034.
2. Kloepper J.W., Lifshitz K., Zablotowicz R.M. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity // Trends Biotechnol. 1989. Vol. 7. P. 39–43.
3. Влияние культур бактерий *Bacillus* species и продуцируемых ими внеклеточных ферментов на прорастание семян кресс-салата / Л.И. Сапунова [и др.] // Микробные биотехнологии: актуальность и будущее: матер. Междунар. научно-практ. конф. Radostim–2012, г. Киев, 19–22 ноября 2012. – С. 287–288.
4. Казакова Е.А., Ермолаева Г.А. Проращивание ячменя с применением хлорида кальция и ферментного препарата // Пиво и напитки. 2004. № 2. С. 30–31.
5. Применение препаратов глюкозооксидаз для предпосевной обработки семян овощных культур: методическое пособие / Прищепа Л.И. [и др.]; Минск, 2005.
6. Влияние продуцирующих фитазу бактерий *Bacillus* sp. Ф-12 и *Bacillus* sp. Ф-99 на прорастание семян растений и биохимические показатели почвы / Л.И. Сапунова [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. 2014. № 1. С. 89–95.
7. Phylogenetic and plant-growth-promoting characteristics of *Bacillus* isolated from the wheat rhizosphere / H. Cherif-Silini [et al.] // Ann. Microbiol. 2016. Vol. 66. P. 1087–1097.

Сафронова Г.В., Алещенкова З.М., Ананьева И.Н., Наумович Н.И.

Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь;

hsafronava@mail.ru

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ОЗИМОГО РАПСА С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Представлены результаты полевых опытов по возделыванию озимого рапса сорта Империял отечественной селекции с использованием микробных препаратов Гордебак, АгроМик и Бактопин, созданных в Институте микробиологии НАН Беларуси. Установлено положительное влияние предпосевной обработки семян рапса всеми изученными микробными препаратами на численность олигонитрофильных и фосфатсолобилизирующих микроорганизмов в ризосфере растений. Способ возделывания рапса, включающий предпосевную обработку семян изучаемыми микробными препаратами, повышал продуктивность крестоцветной культуры.

The results of field experiments on cultivation of winter rape Imperial cv. of domestic selection with use of the microbial preparations Gordebak, AgroMic and Bactopin created in Institute of Microbiology, National Academy of Science, Belarus are presented. The positive influence of presowing treatment of rape seeds with all studied microbial preparations on number of oligonitrophilous and the phosphate-solubilizing of microorganisms in rhizosphere of plants is stated. The way of cultivation of rape including presowing treatment of seeds with studied microbial preparations increased productivity of cruciferous crop.

Ключевые слова: озимый рапс; микробные препараты Гордебак, АгроМик, Бактопин; продуктивность.

Keywords: winter rapeseed; microbial preparations Gordebak, AgroMic, Bactopin; productivity.

Введение

В агропромышленном комплексе Республики Беларусь значительное внимание уделяется увеличению продуктивности растениеводства и производству растительного белка. В группу 10 самых ценных белковых культур входит рапс. Рапс – культура, которую можно использовать как в пищевых, так и в технических и кормовых целях. В семенах этой крестоцветной культуры содержится до 44 % масла, 18–22 % белка, 6–7 % клетчатки и 24–26 % безазотистых экстрактивных веществ [1]. В стране в 2017 году озимый рапс отечественной селекции возделывался на площади 352,7 тыс. га. Потенциал отечественных сортов и гибридов озимого рапса высокий – 55–70 ц/га. Однако возможности районированных сортов реализуется только на 30–50 %.

Цель исследований – изучить возможность использования микробных препаратов при возделывании озимого рапса для повышения продуктивности крестоцветной культуры.

Объектами исследований в полевых опытах являлись:

поликомпонентные микробные препараты на основе природных штаммов ростстимулирующих азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов, разработанные в Институте микробиологии НАН Беларуси: препарат биологический Гордебак (бинарный), препарат микробный АгроМик и препарат микробный Бактопин (трехкомпонентные);

олигонитрофильные и фосфатсолобилизирующие микроорганизмы ризосферного микробного ценоза озимого рапса;

ризосферная почва озимого рапса сорта Империял отечественной селекции.

Качество микробных препаратов для обработки семян соответствовало техническим условиям: Гордебак – ТУ ВУ 100289066.046-2009, изм. №1; АгроМик – ТУ ВУ 100289066.092-2012, изм. №1) и Бактопин (ТУ ВУ 100289066.108-2013). Плотность популяций олигонитрофильных и фосфатсолобилизирующих микроорганизмов определяли методом

последовательных разведений [2] с последующим поверхностным посевом разведений почвенной суспензии на селективные агаризованные среды. Полевые опыты проводили в соответствии с методикой их постановки [3].

В полевых опытах изучено влияние способов возделывания крестоцветной культуры, включающих предпосевную обработку семян микробными препаратами Гордебак, АгроМик и Бактопин, на развитие олигонитрофильных и фосфатсольюбилизирующих микроорганизмов ризосферного микробного ценоза озимого рапса сорта Империял. Плотность популяции олигонитрофильных микроорганизмов под влиянием препарата биологического Гордебак и препарата микробного АгроМик возросла в 18,8 и 19,9 раза соответственно. Стимуляцию их развития (на 66,1 %) выявили также при обработке рапса микробным препаратом Бактопин. Повышение численности олигонитрофильных микроорганизмов при интродукции микробных препаратов очень важно, т.к. олигонитрофилам принадлежит значимая роль в обеспечении растений азотом, поскольку они используют органические и неорганические соединения азота и многие из них функционируют как азотфиксаторы.

Несколько менее многочисленна в ризосфере рапса группа фосфатмобилизирующих бактерий. Однако во всех вариантах опыта в ризосфере растений, возделываемых с применением микробных препаратов Гордебак, АгроМик и Бактопин, выявлена высокая плотность их популяции. Ее значения составляли 7,06; 5,48 и $5,29 \cdot 10^6$ КОЕ/г абс. сух. почвы. соответственно. Положительная динамика ФМБ очень важна, т.к., они увеличивают подвижность труднодоступных почвенных фосфатов, что улучшает обеспеченность растений жизненно важным элементом питания – фосфором.

Исследовали в полевых опытах влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами Гордебак, АгроМик и Бактопин на продуктивность озимого рапса. Установлено положительное влияние всех изученных микробных препаратов на урожайность маслосемян, которая составила в опыте 72,0–77,1 ц/га. Прибавка урожайности маслосемян озимого рапса 11,9 ц/га или 18,2 % к контролю в опыте была наибольшей при внесении препарата Гордебак.

Таким образом, выявленная в ризосфере рапса при применении микробных препаратов высокая численность олигонитрофильных и фосфатмобилизирующих микроорганизмов способствует получению биологически чистой сельскохозяйственной продукции. Интродуцированные азотфиксирующие и фосфатсольюбилизирующие микроорганизмы и стимулируемая ими олигонитрофильная и фосфатмобилизирующая микрофлора ризосферы культуры обеспечивают растения биогенными элементами питания, формирующимися в процессе биологического круговорота, а не за счет внесения химических удобрений и стабилизирует эффективное плодородие почв. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что использование при выращивании рапса микробных препаратов на основе высокоэффективных штаммов микроорганизмов, обладающих ростстимулирующей, азотфиксирующей и фосфатмобилизирующей активностью, является альтернативой внесению минеральных удобрений. Применение микроорганизмов, выделенных из природных источников, при возделывании рапса имеет особую актуальность, т.к. обеспечивает сокращение потребления в сельскохозяйственном производстве минеральных удобрений и способствует получению экологически чистой продукции растениеводства.

Библиографические ссылки

1. *Новожилова А.Д.* Условия и факторы эффективного развития производства рапса / Актуальные проблемы экономики: сб. науч. тр. студентов, магистрантов и аспирантов экон. факультета / Белорус. гос. с.-х. акад.; гл. ред. А.М. Каган; Горки: БГСХА, 2014. Вып. 10. Ч.1. – С. 282–285.
2. *Теттер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И.* Практикум по микробиологии. – М.: ООО «ДРОФА», 2004.
3. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979.

Селянина С.Б.¹, Сизова Н.В.², Зубов И.Н.¹, Орлов А.С.¹, Ярыгина О.Н.¹, Труфанова М.В.¹

¹ Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. ак. Н.П. Лаврова Российской академии наук, г. Архангельск, РФ; gumin@fciactic.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, РФ; SizovaNV@mail.ru

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ПРЕПАРАТЫ НА ОСНОВЕ ЛИПИДОВ ТОРФА¹

Представлены результаты исследования биологической активности выделенных из типичного для европейского Севера России верхового торфа Иласского болотного массива липидов и их групповых компонентов. Показано, что выбор растворителя играет определяющую роль для антиоксидантной и антимикробной активности получаемых препаратов, а фракционирование липидов снижает их биологическую активность.

The results of studies of the biological activity of lipids extracted from the Ilas marsh peat typical for the European North of Russia and their group components are presented. It is shown that the type of solvent influence significantly on antioxidant and antimicrobial activity of obtained preparations. Fractionation of lipids contributes to decrease of their biological activity.

Ключевые слова: липиды торфа; антиоксиданты; антимикробная активность.

Keywords: peat lipids; antioxidants; antimicrobial activity.

Введение

В настоящее время в растениеводстве широко используются препараты на основе торфа. Прежде всего, это различные производные гуминовых соединений [1; 2]. При этом другой важной составляющей торфа – липидной части (называемой также, торфяными битумами, торфяным или горным воском) обычно не предается значения. Вместе с тем, они включают каротины, токоферолы, фосфолипиды, жирные кислоты и другие группы соединений с ярко выраженной биологической активностью. Эти соединения способны оказывать на растения как стимулирующее действие, так и защитное: антиоксидантное [2], антимикробное [3], фунгицидное [4] и т.д

Объекты и методы исследования

В работе исследованы антиоксидантная и антимикробная активность групповых составляющих липидной части верхового торфа. Измерения антиоксидантной активности проведены на микрокалориметре МКДП-2, произведенном в ИХН СО РАН [5]. Для оценки микробиологической активности использовали методику, описанную в [6].

Объектами исследований являлись битумы и фракции битумов (смолы и воски) верхового торфа Иласского болотного массива – типичного для европейского Севера России. Битумную часть торфа извлекали методом настаивания экстрагентами, применяемыми в химии растительных соединений и технологиях переработки торфа.

Результаты и обсуждение

Предварительно была изучена извлекающая способность экстрагентов по отношению к битумам торфа и установлено, что степень извлечения возрастает в ряду гексан < тетрахлорметилен < этилацетат < этанол < этоксиэтан < смесь этанол:гексан < хлороформ (рис.). При этом последние три растворителя отличаются низкой селективностью по

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке ФАНО России (тема № АААА-А18-118012390224-1) и РФФИ совместно с администрацией Архангельской области (проект № 17-45-290682)

отношению к липидам, что подтверждается результатами спектральных исследований экстрактов. Наиболее высокие антиоксидантные свойства проявляет комплекс липидов, извлекаемый хлороформом, этанолом и гексаном, наименьшие – выделенные смесью этанол : гексан и этоксиэтаном. Интересно, что отдельные фракции липидной части близки по антиоксидантной активности и располагаются по мере величия этого показателя в ряду: стерины < неомыляемые соединения без стеринов < сумма омыленных нейтральных соединений < воски < смолы < сумма липидов.

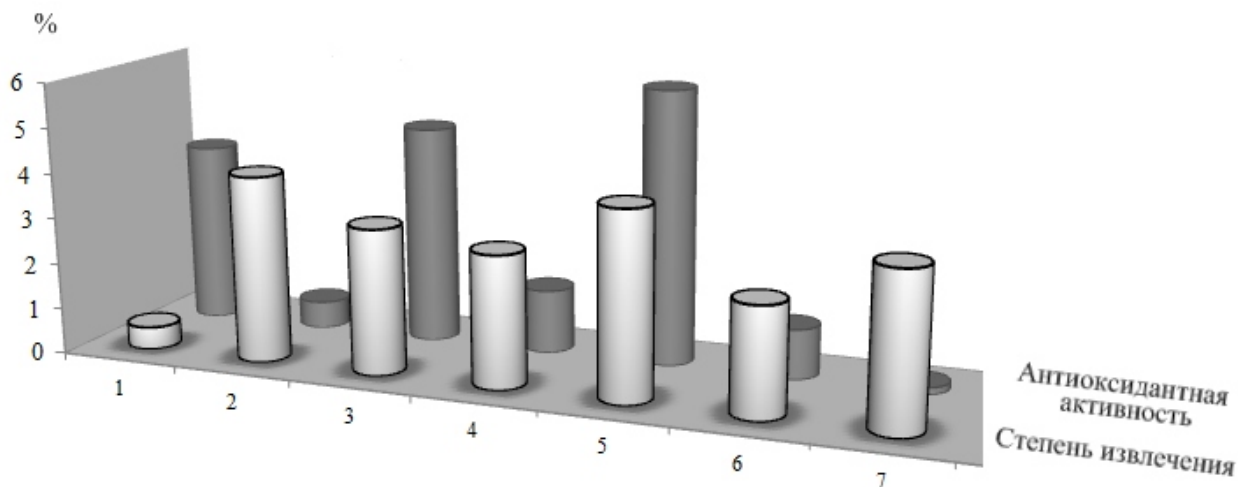


Диаграмма зависимости степени извлечения и антиоксидантной активности битумов от экстрагента: 1 – гексан; 2 - смесь этанол : гексан; 3 – этанол; 4 – этилацетат; 5 – хлороформ; 6 - тетрахлорметилен; 7 – этоксиэтан.

Анализ микробиологической активности на примере продуктов фракционирования липидов торфа показал, что наиболее ярко антимикробное действие проявляет суммарный экстракт. В процессе фракционирования липидной части эта активность несколько снижается. При этом гуминовые препараты, выделенные из торфа после удаления липидов, антимикробного действия на условно патогенную микрофлору (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*) не оказывают.

Таким образом, экстрагент играет определяющую роль при получении биологически активных продуктов на основе липидов верхового торфа. Исследование микробиологической активности экстрактов торфа по отношению к условно патогенной флоре показало, что наибольшую антимикробную активность проявляют препараты, выделенные с помощью липофильных экстрагентов из верхового торфа европейского Севера России. Фракционирование экстрактов приводит к снижению антимикробной и антиоксидантной активности.

Библиографические ссылки

1. Физико-химическая характеристика и биологическая активность биогумуса / Е.И. Юшкова [и др.]; Орел: Издательство ОРАНС, 2007.
2. Антиоксиданты в липидах торфов / Н.В. Юдина [и др.] // Химия твердого топлива. 2013. № 3. С. 3–11.
3. Биологически активные экстракты верхового торфа Европейского Севера России / С.Б. Селянина [и др.] // Вестник РФФИ. 2016. № 1. С. 33–39.
4. On the Contribution of Minor Components to the Biological Activity of Humic Acids / S. Selyanina [et al.] // Book of Abstracts: Fourth International Conference of CIS IHSS on

Humic Innovative Technologies «From Molecular Analysis of Humic Substances – to Nature-like Technologies» (HIT-2017). Moscow, Russia. 2017. P. 72–73.

5. Сизова Н.В. Оценка эффективности экстракции растительного сырья по содержанию липидных антиоксидантов: материалы Международной научно-практической конференции «Свободные радикалы и антиоксиданты в химии, биологии и медицине». Новосибирск, 1-4 октября, 2013 г. С.107–109.
6. Большой практикум: Физикохимия, биология и комплексная переработка торфа: уч. пос./ Л.И. Инишева [и др.]; Томск: Изд-во ТГПУ, 2007.

Семенюк И.В.¹, Карпенко Е.В.¹, Мидяна Г.Г.¹, Яремкевич Е.С.², Лубенец В.И.², Новик В.³

¹ Отделение физико-химии горючих ископаемых Института физико-органической химии и углехимии им. Л. М. Литвиненко НАН Украины, г. Львов, Украина.

² Национальный университет "Львовская политехника", г. Львов, Украина.

³ Частный институт прикладной биотехнологии daRostim, Waldheim, Германия.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ, ТЕРМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНОГО СЫРЬЯ

Проведен сравнительный анализ ГК различного происхождения по общей кислотности, термическому разложению и антиоксидантным свойствам.

A comparative analysis of humic acids of different origin on total acidity, thermal decomposition, and antioxidant properties was carried out.

Ключевые слова: гуминовые кислоты; физико-химические свойства; антиоксидантная активность.

Keywords: humic acids; physico-chemical properties; antioxidant activity.

Введение

Препараты на основе гуминовых веществ занимают значительное место в современных агротехнологиях. Одним из элементов разработки таких технологий является использование гуминовых кислот (ГК), полученных из разного сырья – биогумуса, торфа, чернозема.

Благодаря наличию различных функциональных групп ГК способны адсорбировать и удерживать на себе питательные вещества, макро- и микроэлементы. При попадании в почву, эти вещества не вымываются водой, не связываются почвенными минералами, поэтому находятся в доступном для растений состоянии. ГК положительно влияют также на развитие различных групп почвенных микроорганизмов [1; 2].

Материалы и методы

Объектом исследования были гуминовые кислоты, полученные из биогумуса – продукта ферментации органических отходов технологическими калифорнийскими червями *Eiseniafoetida* (ТУ У 13649334022-99); торфа – из Дрогобычского месторождения; и чернозема – из Тернопольской области. Получение ГК и гуматов проводили путем щелочной экстракции по методике, разработанной в Отделении ФХГИ ИнФОУ им. Л. М. Литвиненко НАН Украины, с использованием раствора калий гидроксида (1 %), который добавляли при перемешивании в течение 30 мин и нагревании до 50°C. Твердый остаток отделяли на центрифуге (ULAB, Германия) при 6000 об/мин, полученный раствор подкисляли 5%-ным раствором соляной кислоты до pH <2. Гуминовые кислоты, выпавшие в осадок, отделяли центрифугированием (6000 об/мин), промывали на бумажном фильтре дистиллированной водой до отрицательной пробы на хлорид-ионы, высушивали при 50°C до постоянной массы. Были получены калиевые экстракты гуминовых кислот из торфа, чернозема, а также из биогумуса. Методами титриметрического анализа (баритовый, кальций-ацетатный) определен количественный состав функциональных групп ГК, которые имеют кислый характер. Термический анализ проводили на дериватографе Q-1500D системы "Паулик - Паулик-Эрдей", соединенном с персональным компьютером в интервале температур 20–1000°C при свободном доступе воздуха в печь, скорость повышения температуры – 5°C/мин. Масса образцов составляла в среднем 80 мг, эталоном служил алюминий оксид. Исследованы антиоксидантные свойства полученных ГК в условиях железо инициированных свободнорадикальных процессов *in vitro* (в гомогенате печени крыс). Определены два параметра оксидативного стресса – перекисного окисления липидов (ПОЛ) и окислительной

модификации белков (ОМБ) [3]. Содержание вторичных продуктов липопероксидации (ТБК-активных продуктов) в образцах определяли по реакции малонового диальдегида (МДА) с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) на спектрофотометре «SpecordM-40» ($\lambda=532\text{nm}$). Степень ОМБ определяли по количеству образованных дополнительных карбонильных групп (КГ) в боковых цепях аминокислот по реакции с 2,4-динитрофенилгидразином при 370 нм. Количество белка в пробах определяли по Лоури [4]. Результаты обрабатывали методом вариационной статистики с использованием t-критерия Стьюдента, с достоверностью при $p \leq 0,05$. Для расчетов использовали компьютерную программу Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Были получены калиевые экстракты гуминовых кислот из торфа, чернозема, а также из биогумуса, который является возобновляемым, экологически безопасным ресурсом, и поэтому имеет преимущества перед более распространенными источниками ГК. Основной структуры ГК являются конденсированные системы, включающие алициклические и ароматические кольца, боковые цепи, а также функциональные группы при ядре и в боковых цепях. Кислотные свойства ГК обусловлены наличием карбоксильных и гидроксильных групп, которые определяют их реакционную способность. Методом титриметрического анализа получены количественные параметры общей кислотности ГК, характеризующие особенности гуминовых веществ различного происхождения (табл. 1). Одним из важных методов исследования органических веществ является термический анализ, который позволяет определить не только их термическую стойкость, а также получить данные о природе процессов, протекающих при нагревании. С помощью термического анализа изучены изменения ГК из различного сырья в интервале температур 20-1000 °С на воздухе (табл. 2).

Таблица 1. Содержание кислотных групп в образцах ГК различного происхождения

№ образца	Сырье для получения ГК	Количество кислотных групп в ГК, ммоль / г, (% масс.)		
		Карбоксильная	Гидроксильная	Общая
1	Биогумус	5,5 (24,8%)	2,5 (4,3%)	8,0 (29,1%)
2	Торф	1,9 (8,6%)	5,1 (8,7%)	7,0 (17,3%)
3	Чернозем	3,4 (15,3%)	2,3 (3,9%)	5,7 (19,2%)

Таблица 2. Результаты термического анализа образцов ГК из различного сырья

Сырье	Стадия	Температурный интервал, °С	Потеря массы, %	K*	R % TG/титр
Биогумус	I	20,0 – 117,8	8,6	29,9/59,1 = 0,51	27,4/29,1
	II	117,8 – 381,9	29,9		
	III	381,9 – 514,8	27,4		
	IV	514,8 – 1000	31,7		
Торф	I	20,0 – 151,1	11,1	18,6/47,1 = 0,40	15,1/17,3
	II	151,1 – 336,2	18,6		
	III	336,2 – 420,7	15,1		
	IV	420,7 – 1000,0	32,0		
Чернозем	I	20,0 – 147,1	9,9	13,7/37,9 = 0,36	20,6/19,2
	II	147,1 – 319,2	13,7		
	III	319,2 – 407,6	20,6		
	IV	407,6 – 1000,0	17,3		

Примечание: K* - коэффициент соотношения алифатической и циклической структур; R - содержание карбоксильных и гидроксильных групп.

По уменьшению массы образцов на третьей стадии термоллиза рассчитано содержание карбоксильных и гидроксильных групп в молекулах ГК, результаты сравнивали с данными титрования (табл. 2).

Также исследованы биологические свойства ГК: показано, что их антиоксидантное действие преимущественно направлено на белковые структуры, о чем свидетельствует достоверное уменьшение образования карбонильных групп в боковых цепях аминокислот – на 9,3-36,5% по сравнению с контролем (рис. 2). Стоит обратить внимание на образец ГК 2 – из торфа (Дрогобычское месторождение), который по двум показателям оксидативного стресса показал лучшие результаты. При воздействии ГК 2 содержание ТБК-активных продуктов уменьшилось на 57,5%, а карбонильных групп протеинов – на 63,5%, что свидетельствует о снижении интенсивности процессов ПОЛ и ОМБ в сравнении с контролем (рис. 1, 2).

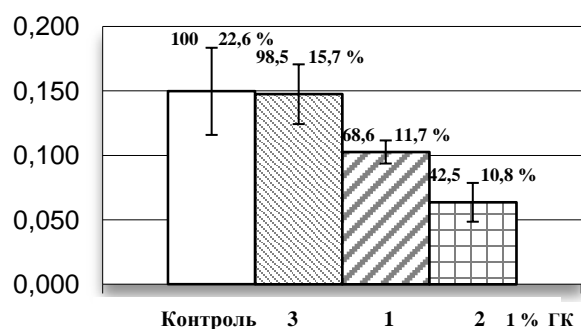


Рисунок 1. Содержание ТБК-активных продуктов в гомогенате печени крысы при действии ГК: 1 – из биогумуса; 2 – из торфа; 3 – из чернозема (мкмоль/мг прот.; n=5)

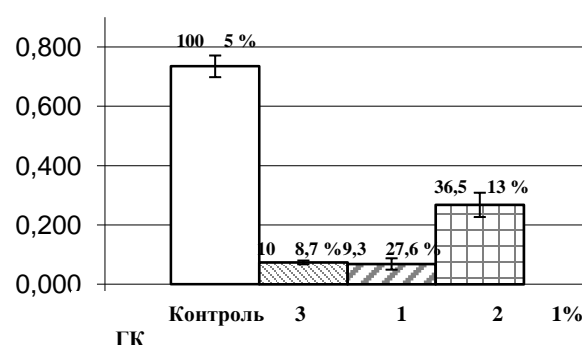


Рисунок 2. Содержание КГП в гомогенате печени крысы при действии ГК: 1 – из биогумуса; 2 – из торфа; 3 – из чернозема (нмоль/мг прот.; n=5)

На основе полученных результатов сделаны выводы:

- общее содержание кислотных групп в молекулах ГК, выделенных из трех видов сырья, количественно соответствует значениям, полученным титриметрическим методом;
- значения коэффициентов К, полученные по данным термогравиметрического анализа, показывающие соотношение алифатической части ГК к циклической, составляют не более 0,51, что свидетельствует об их ароматическом характере;
- установлено, что под действием всех исследуемых ГК наблюдается торможение свободнорадикальных процессов по двум показателям оксидативного стресса - перекисного окисления липидов (ПОЛ) и окислительной модификации белков (ОМБ). Анализ результатов показал перспективность использования ГК для восстановления физиологических функций организма при патологических состояниях в условиях свободно-радикального стресса.

Библиографические ссылки

1. Горовая А.И., Орлов Д.С., Щербенко О.В. Гуминовые вещества. Строение, функции, механизм действия, протекторные свойства, экологическая роль. Киев: Наукова Думка. 1995.
2. Panina O., Zilyakova T. Increase of productivity of farm animals with the help of oxidate, a peat humic preparation // Moorthérapie 2000. Peat Therapy on it's Way into the next Millenium. Bad Kissinger (Gernany). 2000. P. 233–244.
3. Луцак В. І., Багнюкова Т.В., Луцак О.В. Показники оксидативного стресу. Тіобарбітурат-активні продукти і карбонільні групи білків // Укр. біохім.журн. 2004. № 3. С. 136-141.
4. Protein measurement with the Folin phenol reagent / O.H. Lowry [et al.] // J.Biol.Chem. 1951. V. 193. № 1. P. 265–275.

Стадницкая Н.Е.,¹ Комаровская-Порохнявец О.З.,¹ Колосова К.В.,¹ Москаленко Н.И.,¹
Швед О.В.,¹ Карпенко О.В.,² Новиков В.П., Лубенец В.И.¹

¹ Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина;
nataliia.y.stadnytska@lpnu.ua

² Отделение физико-химии горючих ископаемых ИнФОРУ им. Л.М. Литвиненка НАН
Украины, г. Львов, Украина; e.v.karpenko@gmail.com

ВЛИЯНИЕ АЛКИЛОВЫХ ЭФИРОВ ТИОСУЛЬФОКИСЛОТ НА ВСХОЖЕСТЬ ТОМАТОВ

В представленной работе показано влияние алкиловых эфиров 4-аминобензолтиосульфокислоты и рамнолипидных поверхностно-активных веществ биокомплекса на скорость прорастания и всхожесть томатов. Полученные результаты свидетельствуют о перспективе использования алкилового эфира 4-аминобензолтиосульфокислоты в сочетании с рамнолипидными ПАВ.

The presented work demonstrates the influence of alkyl esters of 4-aminobenzenethiosulfonic acid and surface-active rhamnolipid biocomplexes on the rate of germination and all-roundness of crops. The obtained results testify to the prospects of using the alkyl ester of 4-aminobenzenethiosulfonic acid in combination with the rhamnolipid surfactants.

Ключевые слова: эфиры тиосульфокислот; поверхностно-активные рамнолипидные биокомплексы; томаты.

Keywords: esters of thiosulphonic acids; surface-active rhamnolipid biocomplexes; tomatoes.

Введение

Предпосевная обработка семян является залогом максимального прорастания, стимуляции первоначального роста, защиты от агрессивных факторов внешней среды и, как результат, высокого урожая. В процессе сушки и хранения на поверхность семян попадают микроорганизмы, например *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*. На практике используются препараты-биоциды, которые ингибируют рост бактерий, грибов, а также их спор, которые находятся на поверхности растений, их семян, плодов. Тиосульфонаты или эфиры тиосульфокислот демонстрируют ярко выраженные антимикробные свойства [1; 2]. Они достаточно стойкие при хранении и успешно могут использоваться для борьбы с заболеваниями растений. Негативным фактором при использовании, является их низкая растворимость в воде. Структура поверхности микробной клетки является барьером для ростостимуляторов. Увеличить восприятие к стимуляторам роста помогают различные агенты, которые повышают проницаемость клеточных мембран. Известно, что поверхностно-активные вещества (ПАВ) влияют на проницаемость мембран многих микробных клеток. Особенные свойства биогенных ПАВ (поверхностная и эмульгирующая активности, смачивание поверхностей, влияние на проницаемость клеточных мембран) являются основой для разработки комплексных препаратов с биологически активными веществами, например, с малорастворимыми тиосульфонатами [3].

Материалы и методы

Для исследования использовали синтезированные научными сотрудниками кафедры технологии биологически активных соединений, фармации и биотехнологии Национального университета «Львовская политехника» этиловый (ЭТС) и аллиловый (АТС) эфиры 4-аминобензолтиосульфокислоты отдельно и в сочетании с рамнолипидным биокомплексом (РБК) или супернатантом культуральной жидкости *Pseudomonas* sp. PS-17 (СКЖ). РБК и СКЖ – продукты микробного синтеза штамма *Pseudomonas* sp. PS-17, полученные

Отделении физико-химии горючих ископаемых ИнФОРУ им. Л.М. Литвиненко НАН Украины. В качестве эталона для сравнения использовали промышленные препараты «Корбион» (стимулятор роста биофунгицид; производитель Белоруссия, ООО «Белагро», г. Брест, ТУ Б 012-365983:2012) и «Фундазол» (системный фунгицид профилактического и лекарственного действия; производитель Белоруссия, ОАО «БелРеаХим», г. Минск, ТУ 2386-024-45318518-2015, ГОСТ Б 32278-15). Эксперимент проводили в лабораторных условиях: семена томатов в количестве по 75 штук замачивали в соответствующем рабочем растворе на 3 часа. После этого высаживали в квадратные горшки для рассады с длиной стенки 100 мм по 25 штук. Результаты фиксировали по истечении 10 дней.

Результаты и их обсуждение

Представленные результаты исследования – это первый шаг по изучению влияния эфиров тиосульфокислот на скорость проростания и всхожесть семян томатов. Для оценки эффективности влияния исследуемых веществ для сравнения использовали в качестве контроля воду, а эталона – препараты «Корбион» и «Фундазол». Полученные результаты представлено в таблице.

Влияние исследуемых веществ на всхожесть семян томатов

Исследуемое вещество/ всхожесть семян, %										
Вода	Фунгицид	Корбион	РБК	СКЖ	ЭТС	АТС	ЭТС+ РБК	АТС+ РБК	ЭТС+ СКЖ	АТС+ СКЖ
83	91	91	91	85	88	84	84	81	85	91

Промышленные препараты подтвердили свою эффективность в сравнении с контролем. На уровне с эталонами на всхожесть влияют растворы РБК и смесь АТС с СКЖ. Остальные растворы были эффективны в меньшей мере, особенно смесь АТС с РБК.

На основании полученных результатов можно утверждать, что эфиры тиосульфокислот – перспективные объекты для разработки новых биоцидных препаратов, влияющих на процессы роста томатов, поэтому целесообразно продолжить исследования в данном направлении.

Библиографические ссылки

1. The plant protection remedies of thiosulfonate type / V. Lubenets [et al.] // *Chemicals in Agriculture and Environment*. 2007. V. 8. P. 163–167.
2. Тиосульфонати - засоби боротьби з бактеріальними захворюваннями агротехнічних рослин / Н.С. Стадницька [та інш.] // *Матеріали 1-ї міжнародної науково-практичної конференції «Хімія, біо- і нанотехнології, екологія і економіка в харчовій і косметичній промисловості»*. - Крим, м. Щелкіно. 2013. С. 110–111.
3. Рістрегулювальна активність композицій на основі алілтіосульфанілату та біопар щодо гарбуза звичайного / В.В. Швець [та інш.] // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Хімія технологія речовин та їх застосування. Львів. 2017. № 868. С. 229–233.

Томсон А.Э.¹, Наумова Г.В.¹, Козинец А.И.², Жмакова Н.А.¹, Макарова Н.Л.¹,
Овчинникова Т.Ф.¹

¹Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, РБ;
zhmakova@mail.ru

²РУП «Научно-практический центр по животноводству НАН Беларуси, г. Минск, РБ;
largo80@yandex.ru

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНАЯ ПЕКТИНСОДЕРЖАЩАЯ КОРМОВАЯ ДОБАВКА ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Представлены сведения о пектинсодержащей кормовой добавке для крупного рогатого скота ПКД и результаты ее испытаний на высокопродуктивных коровах в различные периоды содержания. Показано, что включение ПКД в состав рациона в зимний стойловый и летний пастбищный периоды способствовало повышению молочной продуктивности животных и качественных показателей молока по содержанию жира и белка.

The data on the pectin-containing feed additive for cattle of PCA and results of its tests on highly productive cows in different periods of contents are presented. It is shown that the inclusion of PCA in the diet in winter stall and summer pasture periods contributed to an increase in the milk productivity of animals and the quality indicators of milk by the content of fat and protein.

Ключевые слова: кормовая добавка; ростки солода; свекловичный жом; пектины; меланоидины; молочная продуктивность; качество молока.

Keywords: feed additive; malt sprouts; beet pulp; pectins; melanoidins; milk productiv; milk quality.

Применение эффективных, безопасных биологически активных кормовых добавок является обязательным элементом современных технологий в животноводстве. Такие добавки обогащают рацион биологически активными соединениями, положительно влияют на обмен веществ, способствуют повышению сохранности и продуктивности животных.

Значительный интерес представляют препараты, получаемые на основе растительного сырья богатого природными биологически активными соединениями. К такому сырью относятся солодовенные ростки и свекловичный жом – отходы пищевых производств, которые образуются на предприятиях в значительных количествах. В ростках солода имеется широкий набор биологически активных веществ – витаминов, ферментов, протеинов, аминокислот, пектинов, природных фенольных соединений. Они содержат меланоидины, образующиеся в процессе сушки проросшего ячменя, предусмотренной технологией пивоварения. Свекловичный жом – это высоложенная свекловичная стружка, выход которой при переработке свеклы составляет около 30 % от ее сухого вещества. Около половины углеводного комплекса свекловичного жома представлено пектиновыми веществами, в том числе нерастворимыми протопектинами, которые переходят в растворимое состояние только в результате химической деструкции [1].

Разработаны способ получения и технология производства новой кормовой добавки для крупного рогатого скота ПКД на основе продуктов химической деструкции ростков солода и свекловичного жома. В химическом составе кормовой добавки, преимущественную часть органической массы составляют растворимые пектины и меланоидины (табл. 1).

Пектины – полисахариды, в состав которых входит галактуроновая кислота. В рубце жвачных животных пектины ферментируются микробиотой до короткоцепочечных жирных кислот и основных конечных продуктов - ацетата и пропионата. Поэтому кормовые добавки, содержащие пектины, могут потенциально препятствовать развитию метаболических проблем, таких как ацидоз, который обычно возникает при рационах с крахмалистыми диетами, а благодаря образованию короткоцепочечных жирных кислот, пектины могут оказывать пребиотическое действие на микрофлору жвачных животных.

В составе кормовой добавки отмечается также высокий уровень меланоидинов, обладающих мембранотропным и стимулирующими свойствами. Эти соединения улучшают проходимость питательных веществ через мембраны клеток, как пищеварительного тракта, так и органов и

систем с высокой функциональной метаболической активностью [1]. Кроме того, кормовая добавка содержит карбоновые кислоты, аминокислоты и минеральные вещества.

Таблица 1. Химический состав биологически активной пектинсодержащей кормовой добавки ПКД

Компоненты	Содержание компонентов, %	
	в препарате	на ОВ
Органические вещества	7,2	100,0
Пектины	3,05	42,3
Меланоидины	2,10	29,2
Карбоновые кислоты	1,32	18,3
Аминокислоты	0,07	0,99
Минеральные вещества	3,8	-

Эффективность применения кормовой добавки ПКД в рационах высокопродуктивных коров в разные периоды их содержания изучена специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» в научно-хозяйственных опытах, проведенных в РДУП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области.

Исследования проведены на высокопродуктивных коровах черно-пестрой породы, находящихся на первой трети лактации с удоем за последнюю законченную лактацию свыше 7000 кг молока. По принципу пар аналогов было сформировано две группы животных по 10 голов в каждой (табл. 2).

Таблица 2. Влияние кормовой добавки ПКД на продуктивность и качество молока животных в различные периоды их содержания

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Зимний стойловый период		
Среднесуточный удой молока, кг	24,53±0,49	25,53±2,10
Среднесуточный удой в пересчете на базовую жирность (3,6 %), кг	25,21	27,23
Прибавка % в к контролю	100	108,0
Летний пастбищный период		
Среднесуточный удой молока, кг	23,87±0,49	24,94±2,10
Среднесуточный удой в пересчете на базовую жирность (3,6 %), кг	23,73	25,08
Прибавка % в к контролю	100	105,7

Включение ПКД в состав рациона высокопродуктивных коров в зимний стойловый и летний пастбищный периоды способствовало повышению продуктивности животных на 8,0 и 5,7 %. Установлено влияние новой пектинсодержащей кормовой добавки на качественные показатели молока. Ее введение в состав комбикорма приводит к увеличению жирности молока и содержанию в нем белка (табл. 3).

После скармливания кормовой добавки в течение месяца средняя жирность молока опытных коров увеличилась по сравнению с началом опыта с 3,63 % до 3,80 % или на 0,17 % (в контрольной группе – на 0,08 %), после двух месяцев – средняя жирность молока составляла 3,99 % или на 0,36 % выше, чем в начале опыта (в контроле – на 0,28 %), после трех месяцев жирность молока уменьшилась, и ее показатель составил 3,73 %, что на 0,10 % выше, чем в начале опыта (в контроле – на 0,07 %). Средние показатели содержания жира в молоке коров после трехмесячного периода скармливания добавки превзошли начальные показатели на 0,21 % (в контрольной группе – на 0,14 %).

Таблица 3. Качественные показатели молока коров в первую треть лактации

Показатели	Группы	
	I контрольная	II опытная
начало опыта		
Жирность молока, %	3,56±0,06	3,63±0,21
Белок молока, %	3,30±0,12	3,38±0,15
Мочевина, мг%	21±1,9	24±3,1
через месяц после скармливания добавки		
Жирность, %	3,64±0,048	3,80±0,13
Белок, %	3,38±0,08	3,54±0,102
Мочевина, мг%	39±2,8	23±2,8
через два месяца после скармливания добавки		
Жирность молока, %	3,84±0,96	3,99±0,38
Белок молока, %	3,46±0,084	3,57±0,085
Мочевина, мг%	29±2,6	20±1,8
через три месяца после скармливания добавки		
Жирность молока, %	3,63±0,96	3,73±0,04
Белок молока, %	3,31±0,23	3,37±0,145
Мочевина, мг%	28±1,3	31±1,5
в среднем за опыт		
Жирность молока, %	3,70±0,66	3,84±0,18
Белок молока, %	3,38±0,23	3,49±0,15
Мочевина, мг%	32±2,2	25±2,03

Уровень протеина в молоке после месяца скармливания добавки возрос на 0,16 %, после двух месяцев – на 0,19 %, после трех месяцев скармливания разница с началом опыта нивелировалась. Однако превышение средних показателей содержания белка в молоке опытных коров составила 0,11 %.

Следует обратить внимание на то, что под влиянием новой пектинсодержащей добавки наблюдается снижение уровня мочевины в молоке коров. Мочевина – главный конечный продукт азотистого обмена и динамика ее концентрации в молоке характеризует обеспеченность животного протеином, либо свидетельствует об избыточном его потреблении с кормами. Увеличение содержания мочевины сверх биохимического норматива вызывает понижение титруемой кислотности молока и подавление кислотообразующей способности заквасок.

Установлено, что разница уровня мочевины в молоке коров опытной и контрольной групп после месячного периода скармливания добавки составила 41,0 %, после двух месяцев – 31,0 %. Снижение содержания в молоке данного метаболита протеинового обмена свидетельствует об интенсификации обменных процессов организме животных.

Установлено, что применение кормовой добавки ПКД в рационе высокодойных коров оказывает также положительное влияние на биохимические показатели крови коров и содержание в ней минеральных веществ.

Производство новой кормовой добавки в настоящее время организовано в Червенском районе Минской области на предприятии ЧПУП «ЧервеньАГРО».

Библиографические ссылки

1. Биологическая активность комплекса водорастворимых полисахаридов из растительного сырья / Т.А. Лысенко [и др] // Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 12. С. 103–110.
2. Дамберг Б.Э. Реакция меланоидинообразования и ее биологическое значение // Известия АН Латвийской ССР. 1976. т. 1. С. 97–105.

Труфанова М.В., Селянина С.Б., Ярыгина О.Н., Пономарева Т.И.
Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
им. ак. Н.П. Лаврова Российской академии наук, г. Архангельск, РФ;
gumin@fciactic.ru

К ВОПРОСУ ОБ АГРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТОРФЯНЫХ ЭКСТРАКТОВ²

Представлены результаты определения энергии прорастания (%), всхожести семян (%) и степени поражения ростков салата в результате обработки семян экстрактами торфа: гуминовыми веществами, выделенными из исходного образца и обезбитумизированного торфа, фракциями гуминовых веществ (фульвовые кислоты и гуминовые кислоты), битумами торфа и фракциями битумов (смолы и воски). Выявлено, что изученные фракции обладают неодинаковой биологической активностью. Наибольшая стимулирующая способность наблюдается при обработке семян восковой фракцией битумов, наименьшую эффективность показывают фульвокислоты.

The results of the determination of viability (%) and defeat degree of salad shoots during seed treatment are represented. Peat extracts in particular humic substances isolated from the initial sample and debiturized peat, humic substances fractions (fulvic and humic acids), peat bitumens and its fractions (resins and waxes) were used as the treatment substances. It was determined that studied fractions have different biological activity. The maximal stimulating ability was observed during seed treatment with wax fraction of bitumens. Fulvic substances have the least effectivity.

Ключевые слова: агрохимическая активность; смолы и воски торфа; гуминовые вещества.

Keywords: agrochemical activity; resins and waxes of peat; humic substances.

Введение

Торф является агрохимическим сырьем природного происхождения для получения сбалансированных по макро- и микроэлементам, обогащенных физиологически активными веществами органических удобрений с целью широкого их применения в сельскохозяйственном производстве. Многочисленными исследованиями установлено стимулирующее действие гуминовых веществ, полученных из торфа, особенно гуминовых кислот и их солей, на рост и развитие растений, повышение их устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды, стимулирование прорастания семян, повышение продуктивности крупного рогатого скота и птицы [1].

Данные о природе биологической активности гуминовых кислот, ее взаимосвязи со структурой макромолекул, природой и содержанием различных функциональных групп весьма противоречивы [2]. Связано это может быть с тем, что при изучении биологически активных свойств гуминовых веществ исследователи не учитывают специфику выделения их из торфа. Так, например, гуминовые вещества, полученные из торфа без предварительного удаления битумов, «загрязнены» компонентами восков и смол. Вместе с тем, в последнее время активно обсуждается существенный вклад битумной составляющей в биологическую активность различных фармацевтических препаратов [3].

Цель данного исследования – оценка биологической активности отдельных составляющих и суммарных торфяных экстрактов для выявления наиболее эффективно воздействующих на растения фракций торфа.

² Исследование выполнено при финансовой поддержке ФАНО России (тема № АААА-А18-118012390224-1) и РФФИ совместно с администрацией Архангельской области (проект № 17-45-290682)

Объекты и методы исследования

Разделение торфа на группы веществ проводили согласно приведенной схеме (рис. 1). В результате были получены следующие фракции: гумусовые вещества, выделенные из исходного образца торфа (1), гумусовые вещества, выделенные из обезбитумизированного торфа (2), из фракции гуминовых веществ (3) выделены фульвовые кислоты (4) и гуминовые кислоты (5), битумы торфа (6) и фракции битумов – смолы (7) и воски (8). Для изучения агрохимической активности выделенных экстрактов торфа была определена энергия прорастания (%), всхожесть семян (%) и степень поражения ростков (по ГОСТ 12038-84). Эксперимент проводили в шести повторностях на 50 семенах в каждом. В качестве тестовых растений использовали салат «Одесский кучерявец». Семена калибровали, а затем замачивали в рабочем растворе при комнатной температуре на 16 часов.

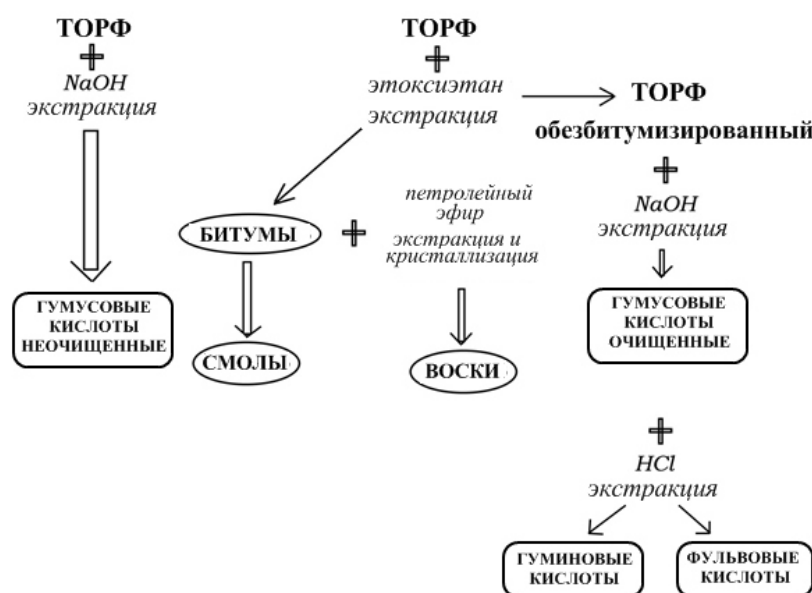


Рисунок 1. Схема выделения препаратов для анализа агрохимической активности

Под энергией прорастания семян, характеризующей дружность прорастания, понимают процент нормально проросших за определенный срок семян (ГОСТ 12038-66). Под всхожестью понимают способность семян формировать нормальные проростки за определенный для каждой культуры срок при оптимальных условиях проращивания. Она выражается в процентах нормальных проростков от числа анализируемых.

Результаты и обсуждение

Полученные результаты представлены в графическом виде на рисунке 2. Проведенные исследования показали, что наибольшим стимулирующим действием с одновременно низким значением поражений семян (2,7 %) обладает восковая фракция. Основными компонентами восковой фракции являются сложные эфиры и спирты (стерины, токоферолы). Гуминовые кислоты положительно влияют на процессы всхожести, уступая, однако торфяному воску в фунгицидном действии (6,7 %). Гумусовые кислоты, из которых не были удалены битумы, ингибируют процесс всхожести семян при высокой степени поражения семян. Можно предположить, что в комплексе битумы экранируют активные группы гуминовых соединений. Фракция смол (предельные углеводороды, терпены) ингибирует процесс всхожести и прорастания семян, обладая самой низкой степенью поражения. Фульвовые вещества не проявили биологическую активность и показали сравнительно высокую степень поражения патогенами.

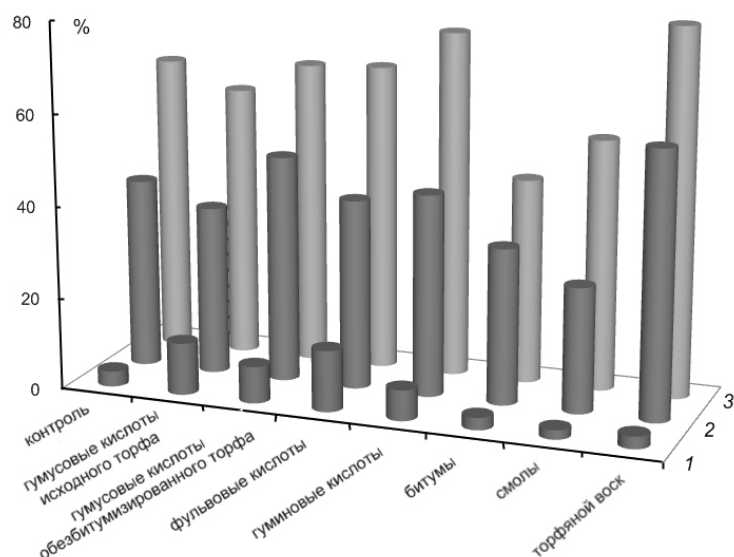


Рисунок 2. Влияние экстрактов торфа на параметры агрохимической активности:
1 – степень поражения семян, 2 – энергия прорастания, 3 – всхожесть, %

На основании полученных результатов были сделаны следующие выводы:

- фракция смол, выделенных из битумов торфа, выполняют защитную функцию от патогенов, однако не стимулируют всхожесть семян;
- воски битумов торфа могут служить хорошим защитно-стимулирующим средством и использоваться, например, для капсулирования семян, как предпосевная обработка для увеличения урожайности;
- из представленной выше информации можно заключить, что от метода получения гуминовых кислот, как наиболее ценных продуктов, зависят его потребительские свойства. Ориентируясь на конкретные задачи, можно получать продукты с теми или иными свойствами.

Библиографические ссылки

1. Физико-химическая характеристика и биологическая активность биогумуса / Е.И. Юшкова [и др.]. Орел: Издательство ОРАНС, 2007.
2. Платонов В.В., Горохова М.Н. Особенности химического состава органической массы торфов и биологическая активность препаратов на их основе [Электронный ресурс] // Вестник новых медицинских технологий. 2016 № 2 / URL: <https://cyberleninka.ru/article/n>.
3. Химия и технология растительных веществ: Тезисы докладов IX Всероссийской научной конференции с международным участием и школой молодых ученых. Сыктывкар-Москва, 2015.

Тугаринов Л.В.¹, Коршунов А.А.²

¹ Группа Компаний “Агрохимпром”, г. Барнаул, РФ;
tlv090975@gmail.com

² ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, г. Москва, РФ.

АГРОТЕХНИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЗЕРЕБРА АГРО В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Представлены результаты семилетних полевых и вегетационных опытов на территориях Российской Федерации, Таджикистана, Казахстана, Вьетнама с использованием стимулятора роста растений с фунгицидным и бактерицидным эффектом “Зеребра Агро” на культурах риса, пшеницы, сои и картофеля, кукурузы, подсолнечника и плодовых культур. Были разработаны агроприёмы применения стимулятора роста, отработаны дозировки применения, сроки внесения.

Presented results of seven-year field and vegetation experiments in the territories of the Russian Federation, Tajikistan, Kazakhstan, Vietnam using the plant growth stimulant with the fungicidal and bactericidal effect of "Zerebra Agro" on rice, wheat, soybean and potato, corn, sunflower and fruit crops cultures. Weakened agro-practices application of the growth stimulator, the dosage of application, the timing of application.

Ключевые слова: Зеребра Агро; коллоидное серебро; рис, пшеница; соя; кукуруза.

Keywords: Zerebra Agro; colloidal silver; rice; wheat; soybeans; corn.

Введение

Препарат Зеребра Агро был официально зарегистрирован как стимулятор роста в июле 2014 года в Российской Федерации. На сегодняшний день им обработано уже более 2000 000 га. Он успешно применяется в 34 регионах России, внедрен в 5 странах СНГ. Секрет успеха препарата в его действующем веществе - коллоидном серебре. Оно обладает свойствами стимулировать ростовые и биологические процессы растений, усиливать энергетический обмен в тканях, благодаря чему растения быстрее восстанавливают свои защитные функции. Фунгицидный и бактерицидный эффекты препарата проявляются в виде подавления и уничтожения патогенной микрофлоры.

Также к одним из главных достоинств Зеребра Агро относится свойство усиливать и пролонгировать действие химических фунгицидов, что позволяет существенно экономить за счет снижения их дозировки.

Механизмы действия препарата заключаются в следующем:

- Серебро уже в малых дозах связывается с белками растительной клетки, регулируя действия и содержание фитогормонов в организме растений.
- Уменьшает активность этилена - гормона старения и созревания, стимулирует выработку ауксинов - гормонов роста.
- ионы серебра стимулируют образование фитохелатинов, особых веществ, связывающих тяжелые металлы и усиливают интенсивность образования активных форм кислорода (АФК) при дыхании и фотосинтезе;
- образование фитохелатинов расходует запасы глутатиона, разрушающего АФК, что позволяет регулировать количество АФК в клетке;
- АФК убивают микроорганизмы и вызывают интенсивное образование других веществ, защищающих растение от патогенов.

На сегодняшний день Зеребра Агро успешно применяется на 13 сельскохозяйственных культурах, о чем свидетельствуют прибавки урожая: на озимых зерновых – до 44,4 %, на яровых зерновых – до 22,2 %, на подсолнечнике – до 11,2 %, на сое – до , на картофеле – до, сахарная свекла, яровой рапс, гречиха, горох, яблоня, виноград), также проводится расширение регистрации Зеребры Агро на ряд других культур, в том числе на кукурузе.

Материалы и методы.

Зеребра Агро - стимулятор роста с фунгицидным эффектом на основе серебра. Действующее вещество - 500 мг/л коллоидного серебра + 100 мг/л полигексаметиленбигуанид гидрохлорида. Стимуляция роста растений проявляется в снижении негативного воздействия патогенной микрофлоры. Ускоряются восстановительные процессы и улучшается энергетический обмен в растительных тканях, а также включаются естественные защитные функции самого растения. За счёт укрепления иммунитета повышается устойчивость растений к стрессовым факторам: засухе, высоким температурам, заморозкам. Усиливается энергия прорастания и повышается всхожесть семян, активизируется развитие мощной корневой системы. Бактерицидный эффект связан с ингибированием и частичным уничтожением патогенной микрофлоры. Наночастицы серебра подвергаются медленному окислительному растворению в непосредственной близости от бактерий и грибов, вызывая гибель патогенов путём нарушения проницаемости клеточной мембраны и метаболизма микробной клетки.

Результаты и их обсуждение.

На основании проведённых опытов можно отметить следующие полученные результаты:

1. Лабораторные и вегетационные опыты:

Пшеница озимая - в лабораторном опыте (2013 г.) применение препарата Зеребра Агро для обработки семян пшеницы озимой сорта Верта способствовало повышению энергии прорастания семян - на 3,0–9,0 % и их всхожести – на 2,0–9,0 %. В вариантах с применением препарата формировались наиболее крепкие и сильные проростки. Длина корешков и ростков в вариантах с обработкой семян препаратом Зеребра Агро составила – 4,7-6,7 и 3,6-5,5 см (в контроле – 4,0 и 3,3 см). Лучшие результаты отмечены при замачивании семян в 1,0 % растворе препарата. Обработка семян раствором препарата в концентрации 1,0, 5,0 и 10,0 % способствует повышению устойчивости семян к поражению фузариозом, плесневыми грибами, гельминтоспориозом (ФГБОУ ВПО КубГАУ, 2013 г.).

Пшеница озимая - в полевом опыте, в условиях Краснодарского края применение препарата Зеребра Агро для опрыскивания растений пшеницы озимой сорта Москвич оказало положительное влияние на рост и развитие растений. В опытных вариантах формировались более крупные по размеру и озерненности колосья с большей, чем в контроле, массой зерна с растения. Максимальные значения (длина колоса – 8,8 см, в контроле – 7,1 см; озерненность – 29,7 и 21,4 шт., масса зерна с растения – 1,51 и 1,29 г соответственно) отмечены при применении препарата Зеребра Агро в дозе 100 мл/га. Урожайность повысилась на 5,2–8,4 ц/га (10,3–16,6%) при урожайности в контроле 50,7 ц/га. По содержанию и качеству клейковины, зерно в вариантах с применением препарата соответствует продовольственному (в контрольном варианте – фуражному). Наибольшая прибавка урожая зерна лучшего качества получена при применении испытуемого препарата в дозе 100 мл/га (ФГБОУ ВПО КубГАУ, 2013 г.).

Подсолнечник - в Республике Башкортостан применение препарата Зеребра Агро на культуре подсолнечника сорта Енисей способствовало активизации ростовых и формообразовательных процессов и повышению устойчивости растений к фомопсису. Энергия прорастания семян повысилась на 8,0 %, полевая всхожесть – на 5,0–6,0 %. Под воздействием препарата формировались более крупные по диаметру корзинки (на 1,4–3,4 см) с большим числом семян (на 36–66 шт.) и массой семян с корзинки (на 4,3–7,3 г). Урожайность повысилась 2,5–3,2 ц/га (21,9–28,1 %) при урожайности в контроле 11,4 ц/га. Применение Зеребра Агро положительно повлияло на элементы структуры урожая: масса 1000 семян повысилась на 1,62,3 г, лузжистость – на 6,7-7,3 %, содержание масла в семенах – на 2,8–3,4 %. Сбор масла с гектара повысился на 35,3–40,5 %. Наибольшая эффективность была отмечена при применении препарата Зеребра Агро в дозах 100 мл/т + 100 мл/га (ГНУ Башкирский НИИСХ Россельхозакадемии, 2013 г.).

Картофель – в Московской области применение препарата Зеребра Агро при возделывании картофеля сорта Метеор оказало положительное влияние на ростовые и формообразовательные процессы. Прибавка валового урожая картофеля составила 2,8–5,7 т/га или 12,8–15,0 % при урожайности в контроле 30,2 т/га. Под воздействием препарата увеличивалось количество клубней семенной и продовольственной фракций и уменьшалась доля мелких клубней: доля семенной фракции по массе составляла 54–57 %, продовольственной – 39–42 % и доля мелкой фракции сократилась до 4–5%. На вариантах с препаратом Зеребра Агро отмечено снижение содержания сухого вещества и крахмала (на 1,3–1,7%) по сравнению с фоном; имелась тенденция снижения витамина С (на 0,4–0,6 мг %) в вариантах с повышенными концентрациями препарата. Картофель, выращенный на делянках с применением препарата Зеребра Агро характеризовался хорошим вкусом – от 6,8 до 7,0 баллов, слабой разваримостью (3 балла) и отсутствием потемнения вареной мякоти (9 баллов), слабым потемнением сырой мякоти – 7 баллов, что позволило ему набрать в сумме – 25,8 и 26,0 балла, на уровне контроля (26,0 баллов). Наибольшая эффективность, по комплексу хозяйственно-ценных признаков (урожайность, структура и качество продукции), отмечена при применении препарата Зеребра Агро в дозах 75 мл/т + 75 мл/га и 100 мл/т + 100 мл/га (ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии, 2013 г.)

Библиографические ссылки

1. Новый препарат для стимуляции иммунитета и повышения продуктивности растений / В.Т. Алехин [и др.] / Защита и карантин растений. 2010. №3. С. 44–46.
2. Борисова Т.Г. Совместное применение регулятора роста с пестицидами на лекарственных культурах. 2007. №7: 36–37.
3. Вакуленко В.В., Шаповал О.А. Регуляторы роста растений. Новые регуляторы роста в сельскохозяйственном производстве. [Электронный ресурс] / URL: <http://www.timacad.ru> (дата обращения 24.04.2018).

Тулинов А.Г.¹, Михайлова Е.А.^{1,2}, Шубаков А.А.²

¹ НИИСХ Республики Коми, г. Сыктывкар, РФ;

toolalgen@mail.ru

² Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, РФ;

elena_elkina@mail.ru

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА КАРТОФЕЛЯ

Исследования проводили с целью изучения эффективности применения пектиновых полисахаридов на картофеле в Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Республики Коми. Работа выполнена в 2014–2016 гг. Объект исследования – районированный сорт картофеля Глория (раннеспелый). В качестве регуляторов роста испытывали пектиновые полисахариды: лемнан – пектин ряски малой, силенан – пектин каллусной ткани смолевки обыкновенной и гераклеуман – пектин борщевика Сосновского. В результате проведенных исследований установлено их положительное влияние на продуктивность и качество картофеля в условиях Республики Коми. Применение пектиновых полисахаридов в качестве регуляторов роста способствовало повышению ранней и общей урожайности картофеля по сравнению с контрольным вариантом. Изучаемые полисахариды позволяют увеличить содержание в клубнях сухого вещества, крахмала, витамина С.

Studies were conducted to study the effectiveness of pectin polysaccharides on potato in Research Institute of Agriculture of the Komi Republic. The research was carried out in 2014–2016 years. Object of research – zoned potato variety Gloria (early-ripe). Pectic polysaccharides were researched as plants growth and development regulators: lemnan – pectin from Lemna minor, silenan – pectin from callus tissue of Silene vulgaris and heracleuman – pectin from Heracleum sosnowskyi. Researches established the positive influence their on productivity and quality of a potato in the conditions of Republic Komi. Application of pectin polysaccharides as growth regulators helped to improve early and total potato yield, compared to the control. Studied polysaccharides can increase the content in tubers dry substance, starch and vitamin C.

Ключевые слова: картофель; регуляторы роста; пектиновые полисахариды; урожайность; качество.

Keywords: potato; growth regulators; pectic polysaccharides; yield; quality.

Введение

Урожайность сельскохозяйственных культур может быть значительно повышена при использовании природных экологически безопасных и эффективных регуляторов роста растений.

Исследования показали, что пектиновые полисахариды высших растений обладают широким спектром биологической и физиологической активности. Они обладают эффективной рост-регулирующей активностью по отношению к сельскохозяйственным культурам. Биологическая и физиологическая активность пектиновых полисахаридов во многом определяется особенностями тонкой структуры их макромолекул, т.е. степенью полимеризации, составом, длиной и степенью разветвленности боковых углеводных цепей, наличием модифицирующих групп и характером их расположения [1–3].

Пектины, главную углеводную цепь которых составляют 1,4-связанные остатки α -D-галактопиранозилуруновой кислоты, являются одним из основных компонентов клеточной стенки растений и выполняют очень важные биологические функции: защита от фитопатогенов, регуляция роста растений и т.д. [4–7].

Таким образом, применение препаратов на основе пектиновых полисахаридов при возделывании картофеля способствует совершенствованию агротехнических приемов и снижает себестоимость конечной продукции.

Материалы и методы

Исследования проведены в 2014–2016 гг. в Республике Коми (г. Сыктывкар, РФ) на дерново-подзолистой почве с содержанием гумуса 2,8–4,2 % (ГОСТ 26213-91), рН_{KCl} – 5,2–6,7 (ГОСТ 26483-85), Г_к (гидролитическая кислотность) – 1,5–4,2 мг-экв./100 г почвы (ГОСТ 26212-91), N_{общ.} – 98–101 мг/кг (ГОСТ 26107-84), P₂O₅ – 225–1244 мг/кг и K₂O – 101–190 мг/кг (ГОСТ 26207-91). В работе использовали следующие методы анализа клубней картофеля: содержание сухого вещества (ГОСТ 27548-97), содержание крахмала (ГОСТ 7194-81), содержание витамина С (ГОСТ 24556-89).

В качестве регуляторов роста и развития картофеля испытывали пектиновые полисахариды, выделенные в Отделе молекулярной иммунологии и биотехнологии Института физиологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар, Республика Коми, РФ) из ряда растений: гераклеуман – пектин борщевика Сосновского *Heracleum sosnowskyi* Manden. [8], лемнан – пектин ряски малой *Lemna minor* L. [9; 10] и силенан – пектин каллусной ткани смолевки обыкновенной *Silene vulgaris* (M.) G. [11; 12].

Схема опыта включала следующие варианты опрыскивания растений в фазах 3-5 листьев и клубнеобразования: 1 - вода (Контроль); 2 - водный раствор препарата лемнан; 3 - водный раствор препарата силенан; 4 - водный раствор препарата гераклеуман.

Опыт закладывали в четырех повторностях, предшественники – однолетние травы, размещение вариантов – рандомизированное. Площадь учетной делянки – 52,5 м² (схема посадки – 70×30 см). В опытах использовали районированный, относящийся к ранней группе спелости, сорт картофеля Глория. Обработка растений препаратами в период вегетации проводилась в фазу 3–5 листьев и в фазу клубнеобразования из расчета нормы разведения - 100 мл на 10 л воды, расход рабочей жидкости – 300 л/га.

В опытах применяли агротехнику, рекомендованную для данной зоны. Анализы почвы и клубней картофеля выполнялись в аналитической лаборатории НИИСХ Республики Коми (г. Сыктывкар, РФ). Все учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам [13].

Результаты и их обсуждение

Результаты учета раннего урожая (на 65-й день после посадки) свидетельствуют о влиянии применения изучаемых пектиновых препаратов на скороспелость. Наиболее интенсивное клубнеобразование и нарастание массы клубней в среднем за период исследований наблюдалось в варианте с применением пектина ряски малой – 7,1 т/га, что превышало контроль на 2,9 т/га или на 69,0 % (табл. 1). Учет урожая в период уборки (на 85-й день после посадки) выявил существенную прибавку урожайности в вариантах опыта, по сравнению с контролем, которая в среднем составила 4,9–11,4 т/га (26,1-60,6 %).

Таблица 1. Урожайность клубней картофеля, 2014-2016 гг

Вариант	Ранняя урожайность (на 65-й день), т/га				Общая урожайность (на 85-й день), т/га			
	2014	2015	2016	в ср.	2014	2015	2016	в ср.
Контроль	3,3	5,5	3,9	4,2	24,3	20,3	11,9	18,8
Лемнан	9,6	6,7	4,9	7,1	40,8	29,9	20,0	30,2
Силенан	4,3	6,0	4,5	4,9	29,6	25,2	16,4	23,7
Гераклеуман	8,0	6,2	4,6	6,3	31,9	26,9	18,1	25,6
НСР ₀₅	0,4	0,4	0,3		2,2	1,8	1,2	

Лабораторный анализ качественных показателей клубней картофеля выявил преимущество варианта с использованием лемнана по всем изучаемым параметрам – содержанию сухого вещества, крахмала и витамина С (табл. 2). Прибавка, по сравнению с контролем, в среднем, составила соответственно 7,4; 8,7 и 16,5 %.

Таблица 2. Качество клубней картофеля, 2014-2016 гг

Вариант	Содержание сухого вещества, %				Содержание крахмала, %				Содержание витамина С, мг%			
	2014	2015	2016	в ср.	2014	2015	2016	в ср.	2014	2015	2016	в ср.
Контроль	16,5	18,2	17,8	17,5	11,8	12,5	13,4	12,6	12,7	8,2	11,9	10,9
Лемнан	17,1	19,4	19,9	18,8	12,9	13,6	14,5	13,7	14,5	8,9	14,6	12,7
Силенан	16,5	18,7	18,6	17,9	12,4	13,1	13,4	13,0	13,4	8,5	13,2	11,7
Гераклеуман	16,9	19,0	19,8	18,6	12,4	13,2	13,9	13,2	13,5	8,5	13,6	11,9
НСР ₀₅	1,2	1,3	1,3		0,9	0,9	1,0		0,9	0,6	0,9	

На основе полученных результатов полевых опытов с применением пектиновых полисахаридов в качестве регуляторов роста на картофеле сделаны следующие практические выводы:

- применение препаратов способствовало увеличению ранней урожайности картофеля, в среднем за 3 года, на 16,7–69,0 %, по сравнению с контрольным вариантом;
- прибавка общего урожая составила 4,9–11,4 т/га (26,1-60,6%);
- наблюдалось повышение качественных показателей клубней на 0,4–1,3% по содержанию сухого вещества, на 0,4–1,1 % по крахмалу и на 0,8–1,8 мг% по витамину С.

Библиографические ссылки

1. Елькина Е.А., Шубаков А.А., Оводов Ю.С. Влияние растительных полисахаридов на скорость прорастания семян *Lycopersicon esculentum* М. и *Cucumis sativus* L. // Химия растительного сырья. 2002. №2. С. 105–109.
2. Елькина Е.А., Шубаков А.А., Оводов Ю.С. Влияние пектинов на рост злаковых культур // Химия растительного сырья. 2005. №4. С. 53–56.
3. Шахматов Е.Г., Михайлова Е.А., Макарова Е.Н. Структурно-химическая характеристика и биологическая активность полисахаридов *Heracleum sosnowskyi* Manden // Химия растительного сырья. 2015. №4. С. 15–22. DOI: 10.14258/jcpr.201504878.
4. Оводов Ю.С. Полисахариды цветковых растений: структура и физиологическая активность // Биоорганическая химия. 1998. Т. 24. №7. С. 483–501.
5. Оводов Ю.С. Современные представления о пектиновых веществах // Биоорганическая химия. 2009. Т. 35. №3. С. 293–310.
6. Пектиновые вещества растений европейского Севера России / Ю.С. Оводов [и др.]. Екатеринбург, 2009.
7. Патова О.А., Головченко В.В., Оводов Ю.С. Пектиновые полисахариды: структура, свойства // Известия АН. Серия химическая. 2014. №9. С. 1901–1924.
8. Physicochemical and rheological properties of gelling pectin from Sosnowsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi*) obtained using different pretreatment conditions / О.А. Patova // Food Hydrocolloids. 2017. Vol. 65. P. 77–86. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2016.10.042.
9. Structural studies of the pectic polysaccharide from duckweed *Lemna minor* L. / V.V. Golovchenko [et al.] // Phytochemistry. 2002. Vol. 60. №1. P. 89–97. DOI: 10.1016/S0031-9422(02)00040-7.
10. Структурное исследование и физиологическая активность лемнана, пектина из *Lemna minor* L. / Р.Г. Оводова [и др.] // Биоорганическая химия. 2000. Т. 26. №10. С. 743–751.
11. Бушинева О.А., Оводова Р.Г., Мишарина Е.А. Силенаны – полисахариды смолевки обыкновенной (*Silene vulgaris*) // Химия растительного сырья. 1999. №1. С. 27–32.
12. Гюнтер Е.А., Оводов Ю.С. Пектиновые вещества каллусной культуры *Silene vulgaris* (М.) G. // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47. №1. С. 90–94.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985.

Тютюнникова Е.М., Плотникова Т.В.

Всероссийский НИИ табака, махорки и табачных изделий, г. Краснодар, РФ;
vniiti1@mail.kuban.ru

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЯ ЛИГНОГУМАТ (МАРКИ АМ КАЛИЙНЫЙ) В ТАБАКОВОДСТВЕ

Замачивание семян табака в удобрении с ростостимулирующими свойствами Лигногумат марки АМ калийный (концентрация водного раствора 0,5 %) в течение 12 часов совместно с двукратной обработкой рассады табака в основные фазы развития «ушки» и «годная к высадке» (перед выборкой) раствором в той же концентрации, способствует увеличению выхода стандартной рассады и в дальнейшем повышению урожайности за счет полученных качественных растений к оптимальному сроку высадки на 35 %.

Soaking tobacco seeds in solution of Lignohumate type AM potassium (concentration 0,5 %) which has growth stimulation properties during 12 hours in combination with further double applying the solution with same concentration during basic stages of seedling development («cotyledon» and «ready for transplanting») leads to increasing quantity of standard seedlings and further increasing of productivity by 35 % due to obtaining in time seedling of good quality.

Ключевые слова: табак; Лигногумат АМ калийный; семена; рассада; урожайность.

Keywords: tobacco; Lignohumate type AM potassium; seeds; seedlings; productivity.

Введение

Важной задачей на сегодняшний день является поиск путей сокращения использования доминирующих агрохимикатов химической природы, которые можно рассматривать как потенциальные источники загрязнения окружающей среды, и заменой их на удобрения с природоохранной направленностью, низкой стоимостью и приемлемой эффективностью в направлении увеличения урожайности культуры, улучшения качества продукции, повышения устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды, в том числе ко многим болезням. Одно из таких направлений - применение современных комплексных удобрений гуминовой природы, каким и является высокоэффективное и технологичное (безбалластное) гуминовое удобрение со свойствами стимулятора роста и антистрессанта - Лигногумат.

Материалы и методы

Изучение удобрения Лигногумат на табаке во ВНИИТТИ проводилось с целью оценки влияния на посевные свойства семян, качество и выход табачной рассады, урожайность. В опыте использовались три марки препарата Лигногумат (производитель ООО «НПО «РЭТ» г. Санкт – Петербург): Лигногумат марка АМ калийный; марка А супер С; марка А супер Л. В лабораторных опытах устанавливали оптимальные концентрации (диапазон 1 % – 0,00001 % и 0,5 % – 0,00005 %) и время экспозиции для замачивания семян перед посевом (6, 12 и 24 часа) в растворах препарата Лигногумат [1]. Сорт табака – Юбилейный новый 142.

Площадь учётной делянки в парнике 1м², повторность четырёхкратная [2]. Обработывали рассаду табака в фазы «ушки» и «годная к высадке» (за 5 дней до выборки), растворами в эффективных концентрациях, определенных в лабораторных условиях. Рассаду после выборки из парника высаживали в соответствии с вариантами опыта [3].

Результаты и их обсуждение

При проведении лабораторных опытов по выявлению эффективных экспозиций и концентраций трёх марок удобрения Лигногумат отмечено увеличение массы проростков табака практически на всех вариантах опыта в сравнении с необработанными семенами. Лучшие результаты получены при 12 – ти часовом взаимодействии водного раствора удобрения с семенами. Так, стимулятор Лигногумат марка АМ (в концентрации водного

раствора 0, 5%) увеличил массу проростков на 12 %, марка А супер С (0,001 %) - на 29 %, марка А супер Л (0,01 %) - на 24 %.

Всходы в парнике на всех опытных делянках были более дружными и равномерными, чем без обработки, рассада хорошо росла и развивалась. По окончании рассадного периода определялось качество рассады табака, которое было выше на варианте с использованием марки АМ, чем других марок. Установлено, что замачивание семян в 0,5 % - ном растворе марки АМ с совместным, проводимым в рассадный период двукратным опрыскиванием рассады раствором в такой же концентрации в фазы «ушки» и «годная к высадке рассада» (перед выборкой) способствовало увеличению длины растений до точки роста на 26 %, до конца вытянутых листьев на 21%, диаметра стебля на 18 %, массы стеблей растений на 44 %, массы корней на 175 %. Такая схема применения стимулятора увеличила количество выровненной, годной к высадке табачной рассады до 945 шт./м², что больше контроля на 35 %. Стоит отметить, что применение удобрения Лигногумат оказало существенное антипатогенное действие, проявляемое в снижении поражения табака рассадными гнилями. Так, количество растений, заражённых микозами на вариантах, где вносили испытываемый агрохимикат, не превышало 5 %, при этом на контроле поражение растений в среднем составляло 20-25 %.

Благодаря хорошо развитой под действием препарата Лигногумат корневой системе, табачная рассада лучше укоренялась в полевых условиях и имела более короткий (на 3 - 5 дней), в сравнении с контрольными растениями, период укоренения (окончание этого периода считается с момента появления первого настоящего листочка).

Учёт высоты растений в поле на 30 – й день после посадки также выделил вариант с использованием препарата Лигногумат марки АМ калийный (семена - 0,5 % + рассада - 0,5 %), где высота превышала необработанный контроль на 42 %. Стимулятор Лигногумат способствовал увеличению площади листьев среднего яруса на 21 %, сырой вес этих листьев в третью (основную) ломку в среднем на 17 % был больше. Количество листьев увеличилось на 6 шт.

Рост этих показателей, несомненно, положительно сказался на повышении урожайности табака и в значительной степени она возросла на описываемом варианте опыте, где составила 32,3 ц/га (НСР₀₅ = 1,82 ц/га), что превышает урожайность контроля на 8,4 ц/га или 35 %. Основную роль в получении таких результатов играет пролонгированный эффект качественной рассады, когда из наиболее крепких и здоровых растений в конечном итоге получаем высокий урожай табачного сырья.

Выводы

В результате проведённых испытаний установлено, что применение агрохимиката Лигногумат марки АМ калийный, как элемента в агротехнологии табака по схеме: замачивание семян в течение 12 часов совместно с двукратной обработкой рассады табака в фазы «ушки» и «годная к высадке» (перед выборкой) 0,5 % раствором, способствовало более дружному и равномерному появлению всходов в парнике, улучшению качества рассады и увеличению её выхода с единицы парниковой площади на 35 %, а в дальнейшем росте урожайности культуры также на 35 %. Стимулятор роста растений Лигногумат является эффективным и безопасным препаратом в технологии выращивания табака.

Библиографические ссылки

1. *Плотникова Т.В., Алёхин С.Н., Саломатин В.А.* Методическое руководство по изучению эффективности применения регуляторов роста растений при проращивании семян табака. Краснодар: ВНИИТТИ, 2013.
2. Методическое руководство по проведению агротехнических опытов с табаком в рассадниках / С.Н. Алёхин [и др.]. Краснодар: ВНИИТТИ, 2013.
3. Методическое руководство по проведению полевых агротехнических опытов с табаком / Краснодар: ВНИИТТИ, 2011.

Feklistova I.¹, Sadovskaya L.¹, Grineva I.¹, Karpenko E.², Nowick W.³, Ponomarenko S.⁴, Hurshkainen T.⁵, Iouferef P.⁶

¹Belarusian State University, Department of Biology, Minsk, Republic of Belarus; feklstova@bsu.by

²Department of Physical Chemistry of Fossil Fuels InPOCC of National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine; e.v.karpenko@gmail.com

³daRostim Private Institute of Applied Biotechnology, Waldheim, Germany; info@darostim.de

⁴SE ISTC Agrobiotech, NAS and MES of Ukraine, Kiev, Ukraine; sponom@ukr.net

⁵Institute of Chemistry, the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar; RU; hurshkainen@chemi.komisc.ru

⁶Belneftesorb, Closed Joint-Stock Company, Minsk, Belarus; yuferev_pm@mail.ru

FIRST INDICATIONS ON THE EFFECTIVENESS OF THE CEREAL SEED TREATMENT WITH THE DAROSTIM® BOSTAR ARRAY AGAINST PHYTOPATHOGENIC BACTERIA AND FUNGI IN THE SOIL

В рамках программы Tandem^{12/21} проведены измерения динамики флюоресценции хлорофилла. Показано, что наиболее, чем 100 опытных полей из обследованных в первую очередь Германии, на 9-11 календарной неделе активность процесса фотосинтеза (PHS) озимых зерновых с возрастанием доли (0 – 95 %) фитопатогенов снижается почти на 15 %. На полях, где семенной материал не обрабатывался препаратом daRostim® BOSTAR, падение PHS ещё больше – до 18 %; на полях, где обработка проводилась, наблюдалось повышение PHS на 3 %. Концентрация фитопатогенов около 100 млн КОЕ/г ведёт к потере фотосинтезической активности до 15 %, в то время как инкрустация семян даёт её увеличение на 7%.

Measurements of the chlorophyll fluorescence dynamics (CFD) on first about more than 100 Tandem^{12/21} test areas in Germany in the 9-11 calendar week show that the photosynthesis efficiency (PHS) of winter cereals decrease with increasing proportion (0 to 95 %) of phytopathogenic bacteria and fungi in the soil almost by 15 %. On unprepared areas, the loss of PHS is even greater at -18 %; on areas treated with daRostim® BOSTAR, a 3 % increase of PHS was observed. A concentration of phytopathogens about 100 million CFU/g results in a PHS loss of -15 %, while after treatment with BOSTAR the photosynthesis efficiency increases by +7 %.

Ключевые слова: Tandem^{12/21}; почва; фитопатогенные бактерии и грибы; фотосинтез.

Keywords: Tandem^{12/21}; soil; phytopathogenic bacteria and fungi; photosynthesis.

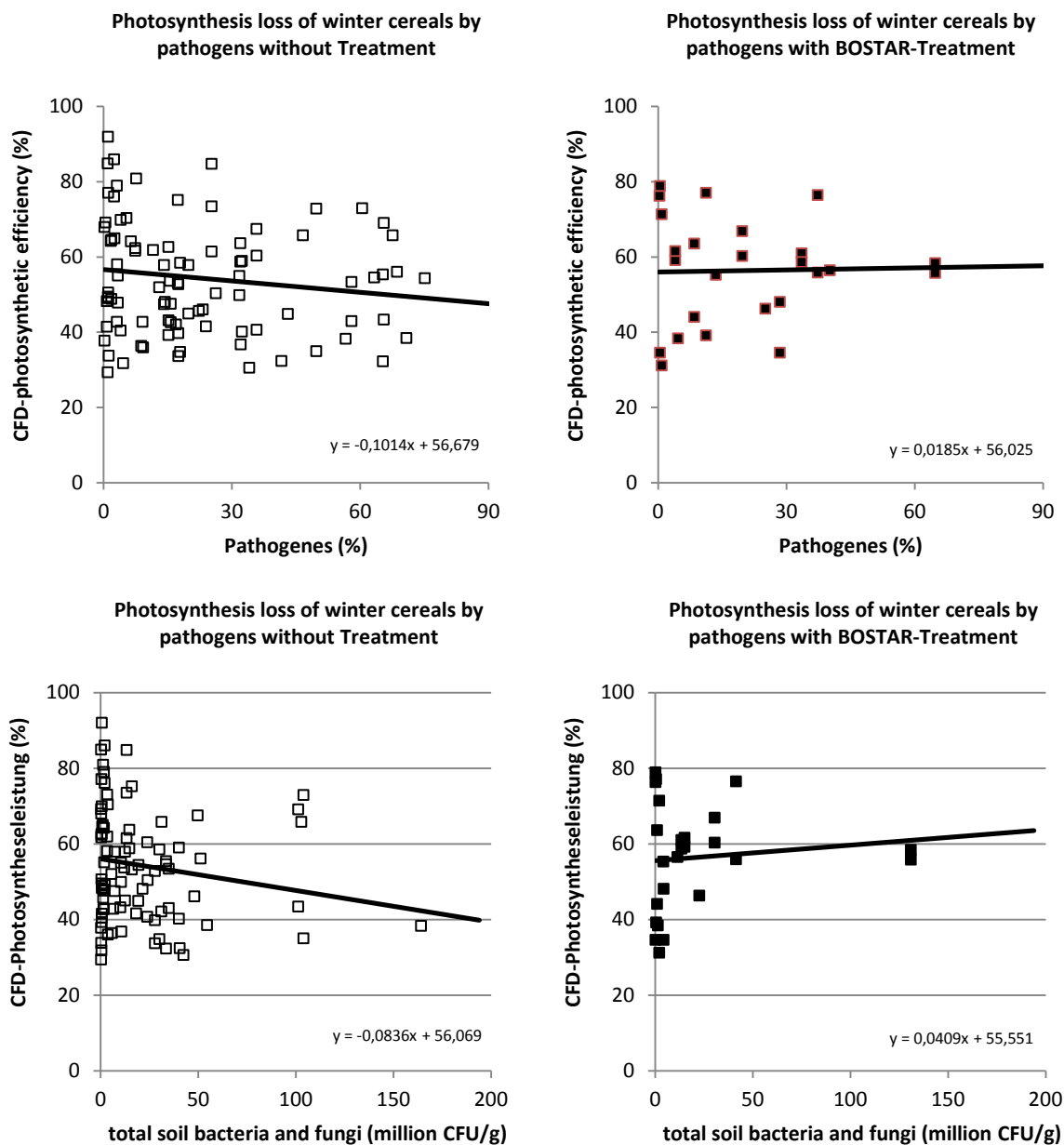
Introduction

Seed treatment is an effective tool to protect the seed from phytopathogenic bacteria and fungi and to provide stable yields. In recent years, many synthetic fungicides and insecticides have been banned because of their problematic role for the environment. An alternative is the daRostim® BOSTAR Array. It is the result of international TANDEM^{12/21} Cooperation and is based on the combinatorial effect of phytohormones and humic acids (PHC), supplemented with biologically active substances (biosurfactants, adhesives, bioinsecticides, biofungicides, bionematicides, micronutrients) [1–3].

Methodology

In autumn, about 30 % of winter cereals (wheat, barley) were treated with daRostim® BOSTAR Basic or BOSTAR+1 and drilled on the trial areas. The CFD photosynthesis power was determined at the end of the winter of the following year (9–11 calendar week) by a method developed by Nowick [4]. The phytosanitary status of the test areas was determined by a method described by Zheldakova and Myamin [5].

Results and discussion



Comparison of photosynthesis loss by pathogens without/with BOSTAR seed treatment

In addition to many other factors, the apparent cause a high dispersion of the photosynthesis, the photosynthetic efficiency clearly increase by BOSTAR-Treatment against phytopathogenic in soil.

References

1. Nowick W., Karpenko E, Hurshkainen T. XII International scientific-applied conference daRostim, Odessa 2017, Ukraine, Proceedings, P.164–166.
2. Plant Biostimulants - Application recommendations (ukr) / S.P. Ponomarenko [et al.]. Kiev, 2015.
3. Iouferef P. Company documentation, company booklet. Minsk, 2016.
4. Karpenko E.V., Shcheglova N.S., Nowick W. Application of biogenic surface active substances for increasing efficiency of seed treatment of winter wheat (russ) / IX International scientific-applied conference daRostim. Proceedings. Ukraine. Lviv, 2013. P.42–53.
5. Zheldakova R. and Myamin V. Phytopathogenic microorganisms. Minsk. BSU, 2006.

Феклистова И.Н., Садовская Л.Е., Маслак Д.В., Гринева И.А., Кулешова Ю.М., Скакун Т.Л., Ломоносова В.А., Лысак В.В., Максимова Н.П.
Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;
feklistova@bsu.by

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ И ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Представлена информация о разработанных в НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии биологического факультета Белорусского государственного университета биологических препаратах на основе живых клеток бактерий. Группу биопрепаратов защитного действия со способностью стимулировать рост растений составляют Аурин, Бактоген и Гулливер. Препарат Стимул предназначен для стимуляции роста растений и способен защищать их от возбудителей заболеваний бактериальной и грибной этиологии. В настоящий момент единственным разрешенным к применению на территории Республики Беларусь нематоцидом является биологический препарат Немацид. В отдельную группу также выделено микробное удобрение Жыцень, применяемое для ускорения разложения пожнивных остатков и повышения урожайности последующих культур.

The information about biological preparations based on living bacterial cells, developed by Research Laboratory of Molecular Genetics and Biotechnology of the Biological Department of the Belarusian State University, is presented. Aurin, Bactogen and Gulliver are the group of protective biological preparations with the ability to stimulate the growth of plants. Biopreparation Stimul is developed to stimulate plant growth and to protect them from pathogens of bacterial and fungal diseases. At the moment, the only nematicide permitted for use on the territory of the Republic of Belarus is the biological preparation Nemacid. A microbial fertilizer Zhytsen is also used to accelerate the decomposition of crop residues and increase the yield of subsequent crops.

Ключевые слова: бактерии-антагонисты; ризосферные бактерии; биологические препараты; защита растений.

Keywords: antagonistic bacteria; rhizospheric bacteria; biological preparations; plant protection.

Для успешной борьбы с вредителями и болезнями растений необходим целый комплекс мероприятий, включающий агротехнические, физико-механические, биологические и химические средства и приемы. Биопестициды являются одними из ключевых компонентов таких комплексных программ по борьбе с возбудителями заболеваний, привлекая внимание производителей органической продукции как достойная альтернатива традиционным химическим средствам защиты растений.

Препараты на основе живых бактериальных культур по сравнению с химическими пестицидами обладают рядом преимуществ: являются полифункциональными (эффективны в отношении широкого спектра фитопатогенов и нематод, способны стимулировать рост растений и улучшать их минеральное питание); экологически безопасны, поскольку бактерии-антагонисты, входящие в состав препаратов, являются естественными обитателями ризосферы и филосферы растений и не изменяют состав агробиоценозов; безвредны для человека, животных и растений; обладают пролонгированным действием, поскольку микроорганизмы, входящие в состав биопрепаратов, способны заселять ризо- и филосферу растений; не вызывают привыкание фитопатогенов; не имеют срока ожидания.

В современной сельскохозяйственной практике предпочтение отдается биопрепаратам полифункционального назначения, которые наряду с защитным действием, обладают способностью стимулировать рост растений, повышать их иммунитет и урожайность. Всем

перечисленным выше требованиям соответствует микробиологические препараты, разработанные в НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии биологического факультета Белорусского государственного университета. Перечень экологически безопасных препаратов включает: Аурин, Немацид, Жыщень, Стимул, Бактоген и Гулливер. Производителем первых трех указанных препаратов является ООО «Центр инновационный технологий», остальных – ОАО «Бобруйский завод биотехнологий». Все препараты имеют удостоверения государственной регистрации и внесены в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь.

Группу биопрепаратов защитного действия со способностью стимулировать рост растений составляют Аурин, Бактоген и Гулливер. Препарат Стимул предназначен для стимуляции роста растений и способен защищать их от возбудителей заболеваний бактериальной и грибной этиологии. В настоящий момент единственным разрешенным к применению на территории Республики Беларусь нематацидом является биологический препарат Немацид, разработанный специалистами БГУ еще в 2009 году. В отдельную группу также выделено микробное удобрение Жыщень, применяемое для ускорения разложения пожнивных остатков и повышения урожайности последующих культур.

Биопрепарат Аурин создан на основе бактерий *Pseudomonas aurantiaca* В-162/498, являющихся сверхпродуцентами антибиотиков феназинового ряда. Биопрепарат Аурин предназначен для борьбы с возбудителями корневых гнилей сельскохозяйственных растений, аскохитозом, мучнистой росой, серой и белой гнилью, кладоспориозом, пероноспорозом и обладает стимулирующим действием на рост сельскохозяйственных культур. Кроме того, применение Аурина позволяет увеличить урожайность томатов и огурцов на 26,6 %. Выращивание овощей в защищенном грунте должно сопровождаться снижением материальных затрат при гарантированном высоком и качественном урожае. Этим требованиям удовлетворяет система малообъемной технологии. Были проведены испытания по оценке эффективности биопрепарата Аурин в защите растений огурца от серой и корневой гнилей при выращивании растений на минеральной вате способом малообъемной гидропоники. Установлено, что новый способ применения биопрепарата Аурин обеспечивает высокую биологическую эффективность в отношении корневой гнили (71 %), превышающей таковую при применении биопрепарата в защите растений огурца, возделываемого в условиях почвогрунта (биологическая эффективность – 50,0 %).

Микробиологический препарат Бактоген представляет собой суспензию клеток бактерии *Bacillus subtilis* 494 (КМБУ 30043) и продуктов их жизнедеятельности. Бактоген зарегистрирован для применения на томатах против бактериозов, черной ножки, серой гнили, кладоспориоза, мучнистой росы; на огурцах против корневых гнилей, аскохитоза, пероноспороза, мучнистой росы; на капусте против сосудистого и слизистого бактериозов, альтернариоза. Обработка растений овощных культур в процессе вегетации биопрепаратом Бактоген приводит к увеличению урожайности огурца на 20 %, томатов – на 23,4 %, а капусты – на 9,7 %.

Комплексный препарат Гулливер создан на основе клеток бактерий *P. aureofaciens* А 8-6 и гидрогумата торфа. Препарат зарегистрирован для применения на картофеле, капусте, огурце и томате. Показано, что биологический препарат Гулливер обладает росторегулирующей и фунгистатической активностью. Препарат эффективен в отношении серой гнили огурца и томата, защищает капусту белокачанную от поражения черной ножкой, альтернариозом и бактериозами, а также в 2,2 раза снижает потери урожая картофеля от фитотропно-бактериальных гнилей, что повышает сохранность урожая во время хранения. Применение Гулливера позволило

увеличить урожайность картофеля на 6,5 %; капусты на 12,4 %; томатов на 15,5 %, огурцов на 10,7 %.

Биопрепарат Стимул на основе ризосферных бактерий *Pseudomonas fluorescens* S-32 предназначен для стимуляции роста и развития растений томатов и огурца, а также льна-долгунца. Установлено, что применение препарата Стимул на растениях томата обеспечивает прибавку урожайности 27,4 %, а на растениях огурца - 16,1 %. Препарат Стимул является единственным разрешенным к применению на территории Республики Беларусь биопрепаратом для стимуляции роста развития льна-долгунца. Использование препарата Стимул способствует повышению мыклости (характеристика технологической ценности льно-соломы) льна-долгунца на 8 %, что увеличивает выход длинного волокна; также отмечена достоверная прибавка урожайности льносоломы +16,5 % и семян +59,7 %. Анализ структуры урожая свидетельствует о том, что двукратное опрыскивание растений льна-долгунца препаратом Стимул с нормой расхода 3 л/га повысило качество семенного материала: масса 1000 семян увеличилась на 18,2 % по сравнению с вариантом без применения препарата и на 10,6 % по сравнению с эталоном.

Уникальный препарат Немацид на основе бактерий *P. putida* U предназначен для подавления галловых нематод томатов и огурцов в защищенном грунте. Результаты опытов показали высокую биологическую и хозяйственную эффективность биологического нематицида Немацид: последовательное применение препарата снижает поражение растений мелойдогинозом для томатов на 45,4 %, для огурцов на 54,8 %, что позволяет получить дополнительно 43,8 % продукции томатов и 41,5 % огурцов. Использование препарата Немацид не только ингибировало развитие мелойдогиноза в течение всей вегетации растений, но и позволило существенно повысить выход стандартной продукции.

Препарат Жыцень представляет собой смесь культур живых клеток природных целлюлолитических штаммов *Pseudomonas* sp.-11 и *Bacillus* sp.-49 и предназначен для ускорения разложения пожнивных остатков на полях, оздоровления почвы и повышения урожайности последующих сельскохозяйственных культур. Установлено, что применение комплексного микробного препарата Жыцень (3 л/га) позволило уменьшить количество фитопатогенных штаммов в почвенных образцах с 5 (титр $2,0 \times 10^6$ КОЕ/г почвы) до 1 шт. (титр $3,50 \times 10^3$ КОЕ/г почвы). В полевом опыте влияние комплексного микробного препарата Жыцень на процесс разложения растительных остатков подсолнечника оценено опосредованно, через урожайность последующей сельскохозяйственной культуры (ячмень). Использование препарата Жыцень в дозе 3 л/га оказало положительное влияние на формирование урожая ячменя, обеспечив существенную прибавку зерна (21%). Применение препарата Жыцень позволило добиться лучших показатели качества зерна: сбор сырого белка, кормовых и кормопротеиновых единиц достиг наиболее высоких показателей – 356,7 кг/га, 42,7 и 46,5 ц/га соответственно. При этом дополнительно получено 75,9 кг/га сырого белка, 8,1 ц/га кормовых единиц и 8,2 ц/га кормопротеиновых единиц.

В настоящее время в НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии биологического факультета БГУ ведется исследование способности бактерий и продуктов их жизнедеятельности индуцировать неспецифическую системную устойчивость у растений к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды.

Феклистова П.

Государственное учреждение образования «Средняя школа № 209 г. Минска»,
г. Минск, Беларусь;
feklsv@mail.ru

**БАКТЕРИИ *B. SUBTILIS* 494 И *P. CHLORORAPHIS* SUBSP. *AURANTIACA* B-162
ИНДУЦИРУЮТ УСТОЙЧИВОСТЬ КРЕСС-САЛАТА К ЗАСОЛЕНИЮ**

Показано, что живые и термически обработанные бактерии Bacillus subtilis 494 и Pseudomonas chlororaphis subsp. aurantiaca B-162 индуцируют устойчивость растений кресс-салата к засолению.

Bacillus subtilis 494 and Pseudomonas chlororaphis subsp. aurantiaca B-162 alive bacteria and its boiled suspension were shown to induce resistance in cress plant to salinity.

Ключевые слова: Bacillus subtilis 494; Pseudomonas chlororaphis subsp. aurantiaca B-162; кресс-салат; засоление.

Keywords: Bacillus subtilis 494; Pseudomonas chlororaphis subsp. aurantiaca B-162; cress plant; salinity.

Введение

Засоление является одной из общеизвестных экологических проблем, ограничивающих продуктивность сельскохозяйственных культур. Для выживания в неблагоприятных условиях растения должны обладать рядом адаптационных механизмов. Состояние неспецифической резистентности к стрессовым факторам биотической (фитопатогены и паразиты) и абиотической природы (засуха, заморозки, засоление), возникающее в организме растений в результате взаимодействия со специфическими индукторами, называется индуцированной системной устойчивостью. В качестве индукторов могут выступать компоненты клеточных стенок и клеточных мембран бактерий (хитин и хитозан), белок флагеллин из жгутиков бактерий, липополисахариды, пептидогликаны бактерий и пр. [1].

Растения развивают различные стратегии, чтобы справиться с проблемой окружающей среды, воспринимая стрессовые сигналы и передавая их через разнообразные метаболические пути; при этом после получения сигнала инициируется ряд молекулярных и клеточных ответов [2]. Они, в свою очередь, реализуются путем формирования индуцированных барьеров: некротического, галогенетического, репарационного, ингибиторного и оксидативного. Некротический барьер связан с формированием локальных некрозов на растениях, которые являются механическим препятствием на пути распространения вируса. Галогенетический барьер представляет собой новообразования, обусловленные разрастанием тканей в результате их поражения патогеном с формированием галлов. Репарационный барьер – это образование гомологичных органов у растений, которые морфологически и функционально могут замещать поврежденные или уничтоженные [3]. Оксидативный барьер выражается в повышении активности окислительных ферментов (пероксидазы, полифенолоксидазы) и др.

Целью работы явилась оценка способности бактерий *B. subtilis* 494 и *P. chlororaphis subsp. aurantiaca* B-162 индуцировать устойчивость у растений кресс-салата к засолению.

Материалы и методы

Образцы живых препаратов *B. subtilis* 494 и *P. chlororaphis subsp. aurantiaca* B-162 готовили путем культивирования бактерий в среде М9 с мелассой в течение 48 ч; препараты вне- и внутриклеточных компонентов получали путем нагрева культуральных жидкостей указанных бактерий в течение 30 мин при температуре 100 °С. В качестве модельного объекта использовали растения кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) сорта «Звычайны».

В стерильные стеклянные сосуды вносили 20 мл агаризованной среды на основе раствора Кнопа, содержащего 100 мМоль/л поваренной соли. На поверхность среды раскладывали 30 шт. семян кресс-салата, закрывали крышкой и проращивали в темноте 72 ч. Затем растения обрабатывали путем опрыскивания раствором живых клеток *B. subtilis* 494 и *P. chlororaphis subsp. aurantiaca* В-162 или препаратами вне- и внутриклеточных компонентов этих же бактерий. Для отрицательного контроля использовали суспензию клеток *Escherichia coli*, не являющихся индукторами системной устойчивости. В контрольном варианте растения обрабатывали водой. Затем растения выращивали на свету и на 14-е сутки (техническая зрелость) оценивали морфологические параметры растений (длина стебля и корня, вес).

Результаты и их обсуждение

Было установлено, что выращивание растений кресс-салата на питательной среде с добавлением раствора NaCl приводит к значительному уменьшению длины стеблей и корней в 1,7 раза, а массы растений – в 1,8 раза по сравнению с растениями, выращиваемыми в воде (таб.).

Морфологические параметры растений кресс-салата

Вариант обработки	Длина стебля, мм	Длина корня, мм	Сухой вес 10 растений, мг
Вода	32	92	145,9
NaCl	18	53,4	82,5
<i>B. subtilis</i> 494 кипяченые	33,2	98,0	156,0
<i>B. subtilis</i> 494 живые	37,6	101,1	161,7
<i>P. chlororaphis subsp. aurantiaca</i> В-162 кипяченые	37,0	102,5	160,1
<i>P. chlororaphis subsp. aurantiaca</i> В-162 живые	39,5	103,9	163,0
<i>E. coli</i> кипяченые	19,1	53,8	83,0
<i>E. coli</i> живые	19,3	54,0	82,9

Обработка растений раствором живых бактерий *B. subtilis* 494 или *P. chlororaphis subsp. aurantiaca* В-162 приводила к увеличению длины корней в 1,9 раза, а стеблей – в 2 раза в случае *B. subtilis* 494 и 2,2 раза при обработке бактериями *P. chlororaphis subsp. aurantiaca* В-162 по сравнению с растениями, которые росли в чистом растворе соли и подвергались обработке водой. При этом также наблюдалось увеличение массы растений в 2 раза.

Необходимо отметить, что термически обработанные бактерии *B. subtilis* 494 и *P. chlororaphis subsp. aurantiaca* В-162 обладают меньшей протекторной активностью, что связано, очевидно, с разрушением под действием высокой температуры веществ, обладающих способностью запускать в организме растений каскад защитных реакций. Опрыскивание растений кресс-салата раствором кипяченых бактерий *B. subtilis* 494 увеличивает длину стеблей и корней в 1,8 раза, а раствором кипяченых *P. chlororaphis subsp. aurantiaca* В-162 – в 2,1 раза (для стеблей) и 1,9 раза (для корней).

Мы можем сделать вывод, что бактерии помогают растениям пережить стресс, вызванный высоким содержанием в питательном растворе поваренной соли. Увеличение длины и массы корней – очень важный факт, т.к. мощная корневая система – залог успешного питания растений, их адаптации, и, наконец, выживания растений при неблагоприятных условиях

окружающей среды. Положительный эффект от обработки растений бактериальной суспензией может быть также объяснен тем, что клетки этих бактерий синтезируют целый ряд фитогормонов и витаминов, оказывающих положительный эффект на организм растений.

Интересно, что обработка растений живыми либо кипячеными клетками *E. coli* не приводит к изменению морфологических параметров растений, свидетельствуя об отсутствии ростостимулирующих свойств данных бактерий и их неспособности вызывать индуцированную системную устойчивость.

Работа была выполнена в НИЛ Молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики биологического факультета Белорусского государственного университета.

Выводы

Таким образом, показано, что живые и термически обработанные бактерии *B. subtilis* 494 и *P. chlororaphis subsp. aurantiaca* В-162 индуцируют устойчивость растений кресс-салата к засолению.

Библиографические ссылки

1. Тютчев С.Л. Экологически безопасные индукторы растений к болезням и физиологическим стрессам // Вестник защиты растений. 2015. № 1. С. 3–13.
2. Zhu J. K. Regulation of ion homeostasis under salt stress // Curr. Opin. Plant Biol. 2003. № 6. P. 441–445.
3. Лега С.Н., Тихонова Н.И. Формирование и реализация адаптационных механизмов растений при вирусном патогенезе [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25112> (дата доступа 24.04.2018).
4. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с Изменениями № 1, 2).

Фёдоров Т.Ю.¹, Русских И.А.²

¹УО «Республиканский центр экологии и краеведения», г. Минск, Беларусь;
ecology@eco.unibel.by

²Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;
russkikh@bsu.by

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ БАКТЕРИЙ, СПОСОБНЫХ К БИОДЕГРАДАЦИИ ИМАЗЕТАПИРА

Представлены результаты трехлетних лабораторных и полевых опытов по выделению, изучению и отбору наиболее эффективных штаммов, способных к биодegradации остаточных доз гербицидов имидазолинового ряда: Пивот, Тапир и других. Выделение штаммов бактерий проводилось с использованием стандартных микробиологических методов. Оценку способности бактерий к биодegradации имазетапира проводили методом биотестирования на проростках пшеницы. Эффективность наиболее активного штамма оценивали по изменению видового и количественного состава растений, чувствительных и устойчивых к имазетапиру. В результате был выделен штамм В4, способный к биодegradации остаточных доз имазетапира в почве.

The results of three-year laboratory and field experiments on the isolation, study and selection of the most effective strains capable of biodegrading residual doses of herbicide imidazoline series: Pivot, Tapir, and others are presented. Isolation of bacterial strains was carried out using standard microbiological methods. Evaluation of the ability of bacteria to biodegradation of imazetapyr carried out a method of biotesting on wheat sprouts. The effectiveness of the most active strain was assessed by the change in the species and quantity composition of plants sensitive and resistant to imazethapyr. As a result, strain B4 was isolated which is capable of biodegradation of residual doses of imazethapyr in the soil.

Ключевые слова: гербициды; биодegradация; имазетапир; бактерии; последствие; стимуляция роста.

Keywords: herbicides; biodegradation; imazethapyr; bacteria; aftereffect; growth stimulation.

Введение

Гербициды являются неотъемлемой частью современных технологий возделывания сельскохозяйственных растений. Они широко и повсеместно используются для борьбы с сорной растительностью. В основу гербицидов входят различные активные вещества с различным повреждающим действием. Большинство препаратов блокирует синтез аминокислот или других важных веществ в растении [1].

Имазетапир является действующим веществом ряда гербицидов, таких широко распространенных как Пивот и Тапир. Они используются для борьбы с широким спектром сорняков в посевах сои и других бобовых растений, однако он обладает очень сильным и долгим последствием на целый ряд растений. О микробиологическом разложении имазетапира сведений как в отечественной, так и зарубежной доступной литературе мало. В связи сизложенным, целью нашей работы является оценка способности бактерий к биодegradации имазетапира и создание коллекции бактерий-биодegradанов имазетапира.

Материалы и методы исследования

В качестве источников штаммов были использованы 2 образца почвы, отобранные с участков, где регулярно вносился препарат Пивот, что позволило предположить наличие в них микроорганизмов, способных к биодegradации имазетапира.

Культивирование бактерий осуществляли на полноценной среде LB [3] и минеральной среде М9 [3] с добавлением препарата Пивот в качестве единственного источника углерода.

Для оценки фитотоксичности культуральной жидкости для проростков пшеницы мы

определили минимальную действующую концентрацию препарата Пивот, которая оказалась равной 1:350 (0,3 %).

Полевые эксперименты закладывали в 2016 году. Эксперимент проводили в двух вариантах: с внесением препарата Пивот и с внесением препарата Пивот и выделенного штамма бактерий.

Результаты и их обсуждение

Предварительная оценка препарата Пивот, использованного нами в качестве источника имазетапира, показала, что он не содержит микроорганизмов, способных к росту на среде LB, а также не обладает токсическим действием на бактерии в концентрации 5 %.

После культивирования почвенных бактерий и пересева их на плотную минеральную среду М9 с Пивотом мы отобрали 16 штаммов, способных к использованию компонентов препарата Пивот (имазетапир, сорбитол, этиленгликоль, лаурилсульфат натрия) в качестве источников энергии.

Для оценки суммарного воздействия не только используемого гербицида, но также и продуктов его трансформации, мы использовали метод биотестирования [1]. Согласно рекомендациям [1], для имазетапира мы использовали в качестве тест-культуры пшеницу.

В результате проведения лабораторного эксперимента мы выделили штаммы В4, В2 и М8, как способные увеличивать длину проростка пшеницы до 5 см – 6 см (в 7–8,6 раз больше, чем в контроле в присутствии Пивота).

Для закладки полевых экспериментов мы использовали штамм В4 как наиболее активный в утилизации имазетапира. После обработки экспериментальных участков Пивотом и Пивотом+В4 уже к середине июня были видны общие различия в росте и развитии растений. На участке с препаратом Пивот+В4 растения визуально имели более мощный рост, а густота стояния растений превышала этот показатель на участке, где вносился только Пивот, в 5–12 раз (в зависимости от преобладающих видов). Детальный учет растений в каждой повторности позволил нам количественно охарактеризовать каждый вариант эксперимента.

Преобладающими видами были пырей ползучий и клевер ползучий, относящиеся к многолетним растениям, причем клевер устойчив к действию Пивота. На участке, где вносился только Пивот, относительно много произрастало фиалки трехцветной – так же устойчивой к Пивоту. Суммарное количество растений, относящихся к устойчивым к имазетапиру видам, а это клевер, фиалка, осот и вьюнок, в контролях (вода и штамм В4) не различалось, в то время как в варианте внесения только Пивота, устойчивых к нему растений было выявлено 5–6 раз больше, чем в варианте с внесением Пивота и штамма В4.

В целом, на и на участке с Пивотом, и с Пивотом и штаммом В4 встречались все выявленные 15 видов растений. Несмотря на то, что различия по видовому составу устойчивых и неустойчивых к имазетапиру видов растений между контрольным и опытным участком были очевидны, для достоверного подтверждения различий мы провели статистический анализ, который полностью подтвердил эффективность штамма В4 по биодegradации имазетапира в полевых условиях.

Библиографические ссылки

1. Куликова Н.А., Лебедева Г.Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения: учебное пособие. М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010.
2. Захаров С.А. Биологическая активность и экологические последствия применения имидазолиновых гербицидов в посевах зернобобовых культур: автореф. дис. ...канд. биол. наук. М., 2003.
3. Миллер Дж. Эксперименты в молекулярной генетике. М., 1976.

Филипцова Г.Г.¹, Соколов Ю.А.², Лущик А.Я.², Юрин В.М.¹

¹Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;
filiptsova@bsu.by

²Институт биоорганической химии НАН РБ, г. Минск, Беларусь.

СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПЕПТИДНЫЕ ЭЛИСИТОРЫ КАК ИНДУКТОРЫ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ

Представлены результаты, свидетельствующие, что синтетические пептиды AtPep1, SubPep и Csp 15 обладают элиситорными свойствами. Обработка бобовых культур данными препаратами приводит к запуску защитных систем и повышению устойчивости растений к оксидативному стрессу. Выявлены отдельные механизмы элиситорного действия пептидов, в частности, показано их влияние на активность антиоксидантных ферментов и скорость окислительных процессов в растениях.

The results show that the synthetic peptides AtPep1, SubPep and Csp 15 have elicitor properties. The treatment of legumes with these peptides leads to the induction of protective systems and the increase of plant resistance to oxidative stress. Some mechanisms of eliciting action of peptides are revealed, in particular, their effect on the activity of antioxidant enzymes and the rate of oxidative processes in plants is shown.

Ключевые слова: пептидные элиситоры; индукция устойчивости растений; перекисное окисление липидов; антиоксидантные ферменты.

Keywords: peptide elicitors; induction of plant resistance; lipid peroxidation; antioxidant enzymes.

Введение

Несмотря на значительный прогресс в защите растений, достигнутый в последние десятилетия благодаря использованию пестицидов, селекции новых резистентных сортов и созданию трансгенных растений, проблема повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к действию стрессовых факторов остается актуальной. Связано это с несколькими причинами, во-первых, экологизацией сельского хозяйства, во-вторых, появлением устойчивых форм фитопатогенов, в-третьих, длительностью и дороговизной процесса селекции, в-четвертых, сортовой и видовой специфичностью растений к действию патогенов и насекомых-вредителей и др.

Одна из новых экологически безопасных стратегий защиты растений основана на использовании веществ элиситоров, активирующих собственные защитные системы растительного организма, что приводит к индукции неспецифической устойчивости. Вещества, проявляющие элиситорные свойства, применяются в низких концентрациях, они не накапливаются в растениях, не загрязняют окружающую среду, не обладают биоцидным действием, безопасны для человека и животных.

Существенная роль в реализации защитных систем растений принадлежит элиситорам пептидной природы [1]. В настоящее время известно несколько групп экзогенных пептидных элиситоров, таких как MAMPs (microbe-associated molecular patterns) и HAMPs (herbivory-associated molecular patterns), а также несколько семейств эндогенных пептидных элиситоров – DAMPs (damage-associated molecular patterns), образующихся из конститутивных растительных белков [2; 3]. Эти соединения воспринимаются растительной клеткой и служат триггером для запуска целого ряда неспецифических защитных реакций, приводящих к формированию устойчивости растений к действию стрессоров как биотической, так и абиотической природы.

Целью работы был синтез химических аналогов пептидных элиситоров AtPep1, SubPep и Csp 15 [2; 4], и исследование их влияния на устойчивость бобовых культур к оксидативному стрессу.

Материалы и методы

Пептиды AtPep1, SubPep и Csp 15 были синтезированы в Институте биоорганической химии НАН Беларуси посредством методики твёрдофазного пептидного синтеза, с использованием автоматического пептидного синтезатора ResPep SL.

Объектами исследования служили проростки бобовых растений: гороха, сои и вигны, выращенные в водной культуре рулонным методом. Была исследована биологическая активность синтетических пептидов в диапазоне концентраций 10^{-12} – 10^{-9} М. Для этого надземную часть 14-дневных проростков опрыскивали водными растворами пептидов, после чего подвергали действию окислительного стресса (ОС) в течение 24 часов. Через неделю определяли морфометрические характеристики проростков (сырую и сухую массу надземной части и корней проростков, площадь листьев). Кроме того измеряли уровень первичных продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), содержание активных форм кислорода (АФК), активность ферментов пероксидазы и супероксиддисмутазы (СОД).

Результаты и их обсуждение

Анализ морфометрических характеристик проростков показал, что окислительный стресс приводит к существенному снижению исследуемых параметров: сырая масса надземной части всех исследованных растений уменьшается на 30–35 %, а корней – примерно на 25 % по сравнению с контролем. Предстрессовая обработка надземной части растений пептидом AtPep1 приводит к снижению негативного действия стрессора на 12–20 %. Максимальный защитный эффект на сырую массу надземной части и корней проростков сои наблюдался при обработке пептидом в концентрациях 10^{-9} М и 10^{-11} М. Защитное действие пептида на проростки гороха и вигны выявлено при концентрациях 10^{-9} и 10^{-10} М. Аналогичные результаты получены по влиянию пептида AtPep1 на площадь листьев проростков, подвергнутых окислительному стрессу.

Синтетический пептид SubPep оказывает менее выраженное протекторное действие на исследованные растения в условиях окислительного стресса. Для проростков сои защитный эффект пептида выявлен только при концентрации 10^{-9} М. Обработка проростков гороха пептидом SubPep в концентрациях 10^{-9} и 10^{-12} М приводит к снижению негативного действия стрессора. Защитный эффект пептида на проростки вигны выявлен при концентрациях 10^{-9} и 10^{-10} М.

Синтетический пептид Csp 15 проявляет элиситорную активность в концентрациях 10^{-11} – 10^{-12} М, причем отзывчивость исследованных культур на обработку пептидом различна. Наибольший защитный эффект пептида выявлен для проростков сои. Показано, что обработка проростков сои пептидом в концентрации 10^{-12} М приводит к минимизации негативного действия окислительного стресса на морфометрические характеристики проростков. Более высокие концентрации пептида не оказывают защитного действия, а в некоторых случаях даже усиливают действие стресса. Обработка растений гороха и вигны пептидом Csp 15 во всех исследованных концентрациях не оказывает выраженного защитного действия на надземную часть проростков, лишь незначительно снижает негативное действие стресса на корневую систему.

На основании полученных результатов можно сделать заключение, что синтетические пептиды AtPep1 и SubPep оказывают защитное действие на все исследованные культуры в концентрации 10^{-9} М, тогда как пептид Csp 15 в более низких концентрациях. Для выявления механизма защитного действия пептидов было исследовано их влияние на скорость окислительных процессов и активность антиоксидантных ферментов.

Анализ уровня первичных продуктов ПОЛ показал, что в условиях окислительного стресса их содержание в листьях сои увеличивается на 34 %, гороха на 51 %, вигны на 80 % по

сравнению с контролем. Предстрессовая обработка проростков пептидом AtPep1 приводит к снижению скорости окислительных процессов: содержание продуктов ПОЛ у обработанных проростков сои сравнимо с контролем, а у гороха и вигны на 15–20 % выше контроля, но значительно ниже, чем в необработанных растениях. Пептид SubPep также вызывает снижение уровня первичных продуктов ПОЛ в проростках, подвергнутых окислительному стрессу, но в меньшей степени, чем AtPep1. Максимальный эффект пептида SubPep на данный параметр выявлен для проростков вигны, в которых уровень продуктов ПОЛ снижается на 40 % по сравнению с необработанными растениями. Защитное действие синтетического пептида Csp 15 на скорость окислительных процессов выявлено только для проростков сои.

Таким образом, очевидно, что обработка растений синтетическими пептидами приводит к запуску защитных систем, в результате чего снижается активность окислительных процессов в условиях действия окислительного стресса. На примере синтетического пептида AtPep1 установлено, что обработка растений данными препаратами в действующих концентрациях вызывает быстрое повышение уровня АФК в листьях. С увеличением времени воздействия пептида до 48 часов этот показатель снижается до исходного уровня, что связано с активацией антиоксидантных ферментов. Показано, что обработка надземной части проростков синтетическим пептидом AtPep1 вызывает повышение активности пероксидазы примерно в 2 раза, а активности СОД в 4 раза по сравнению с контролем.

На основании полученных результатов можно сделать заключение, что синтетические пептиды AtPep1, SubPep и в меньшей степени Csp 15 проявляют элиситорные свойства. Экзогенная обработка надземной части бобовых культур данными соединениями приводит к индукции сигнальных систем, активации антиоксидантных ферментов и снижению скорости окислительных процессов, что, в конечном итоге, вызывает увеличение устойчивости растений в условиях действия окислительного стресса. Исследованные синтетические пептиды могут быть использованы при разработке экологически безопасных препаратов, активирующих собственные защитные системы растительного организма и повышающих неспецифическую устойчивость сельскохозяйственных культур к стрессовым факторам.

Библиографические ссылки

1. *Albert M.* Peptides as trigger of plant defence // *J of Experimental Botany*. 2013. V. 64. P. 5269–5279.
2. *Yamaguchi Y., Huffaker A.* Endogenous peptide elicitors in higher plants // *Current Opinion in Plant Biology*. 2011. V. 14. P. 351–357.
3. *Соколов Ю.А.* Элиситоры и их применение // *Весті НАН Беларусі, сер. хім. навук*. 2014. № 4. С. 109–121.
4. *Felix G., Boller T.* Molecular sensing of Biological Chemistry. 2003. V. 278. P. 6201–6208.

Харитонов Д.Э.¹, Русских И.А.²

¹УО «Республиканский центр экологии и краеведения», г. Минск, Беларусь;
ecology@eco.unibel.by

²Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;
russkikh@bsu.by

ИЗУЧЕНИЕ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА РОСТ ПРОРОСТКОВ КУКУРУЗЫ

Кукуруза является важной кормовой культурой для Республики Беларусь. В то же время, являясь теплолюбивым растением, кукуруза может повреждаться весенними холодами, что негативно сказывается на дальнейшей продуктивности растений. Создание новых экологически чистых препаратов для стимуляции роста и развития растений является актуальной задачей развития как традиционного, так и органического земледелия. В работе было исследовано более 60 штаммов бактерий, ассоциированных с семенами и растениями кукурузы. Ряд из них показал способность существенно улучшать показатели роста проростков кукурузы, в том числе в условиях холодового стресса.

Corn is an important forage crop for the Republic of Belarus. At the same time, it is a heat-loving plant and it can be damaged by spring colds, which negatively affects the further productivity. Creation of new ecologically friendly preparations for stimulation of growth and development of corn is an actual task of development of both traditional and organic farming. Thus, more than 60 strains of bacteria associated with seeds and plants of corn were investigated. A number of them showed the ability to significantly improve the growth rates of corn seedlings also under conditions of cold stress.

Ключевые слова: эндофиты, бактерии, кукуруза, рост растений, стимуляция

Key words: endophytes, bacteria, corn, plant growth, stimulation

Введение

Задача экологизации сельского хозяйства является актуальной во всем мире. Растет спрос на органическое земледелие и его продукты, при этом отрасль является довольно новой и нуждается в исследованиях и разработке.

Суть органического сельского хозяйства заключается в том, что не используются химически синтезированные удобрения, пестициды, гербициды и другие средства защиты растений. Однако в отсутствие химических препаратов возникает проблема со способами защиты растений от неблагоприятных условий, бактериозов и грибковых заболеваний, а также со стимуляцией роста растений с целью увеличения их продуктивности. Решению многих из этих задач может способствовать создание новых экологически чистых препаратов для стимуляции растений, в особенности на ранних стадиях развития, так как именно в этот период растение наиболее восприимчиво к биотическим и абиотическим стрессам.

Таким образом, целью работы являлось изучение влияния эндофитных микроорганизмов на растения кукурузы на ранних стадиях роста.

Объектом исследования была выбрана кукуруза, т.к. она является самой распространенной зерновой культурой в мире. В Беларуси кукуруза занимает около 1 млн. гектар пахотных земель [1].

По литературным данным эндофитные бактерии могут проявлять фитостимулирующие, элиситорные, криопротекторные и антагонистические свойства [2], что позволяет их использование в качестве основы для биологического препарата с комплексным стимулирующим и протекторным действием.

Материалы и методы исследования

С целью проведения эксперимента были использованы 3 сорта кукурузы: Полесский 212, Бюрли и несколько коллекционных образцов кукурузы, выращенных в условиях пониженных температур. Семена кукурузы использовались для выделения эндофитных микроорганизмов, содержащихся в них. Так же были использованы части растений: листья, стебли и початки в стадии молочной спелости.

В работе использовались стандартные микробиологические методы.

Результаты и их обсуждение

В результате проведения работы было выделено и изучено более 60 штаммов бактерий.

Оценка влияния культуральной жидкости штаммов на всхожесть семян показала, что изученные микроорганизмы существенно изменяют всхожесть семян как в лучшую, так и в худшую сторону. Наилучший стимулирующий эффект на семена с низкой всхожестью (53 %) показали варианты с добавлением штаммов 24, Э20, Э38 (93 %; 90 %; 93% соответственно). Наиболее угнетающее действие на всхожесть семян показал штамм М8 (20 %).

Как и в случае со всхожестью семян, измерение длины проростков показало, что среди изученных штаммов имеются такие, которые не оказывают никакого влияния (большинство штаммов), оказывают стимулирующее или угнетающее действие. Штамм Э2 проявил наилучший показатель по средней длине проростка (19,2 см), что на 67 % лучше контроля (11,4 см). Наибольшее угнетение наблюдалось при воздействии штамма М8 (4,3 см).

25 штаммов, оказывающих достоверное стимулирующее влияние на всхожесть семян и/или длину проростков были отобраны для оценки сохранения того же эффекта при пониженной температуре. В результате штаммы Э28, 16 и R31 повысили всхожесть семян на 26 % по отношению к контролю при температуре проращивания 10 градусов по Цельсию, что полезно в случае посева семян в ранневесенние сроки.

Отдельные из них (Э14, Э39 и Э33) проявляли антагонистическую активность против *Fusarium oxysporum*, причем у штамма Э14 эта активность в эксперименте на чашках Петри была почти в 2 раза больше, чем у контрольного штамма 494. Штаммы Э28, Э14, М6 способны продуцировать пиовердин.

На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- 1) Нами были выделены эндофиты из различных сортов кукурузы, а также создана коллекция из 62 микроорганизмов с различными свойствами;
- 2) В ходе работы было выяснено, что некоторые микроорганизмы проявляют антагонистическую активность по отношению к грибу *Fusarium oxysporum*, но не проявляют антагонизма к полезным (стимулирующим) штаммам собранной коллекции;
- 3) Было определено, что некоторые штаммы существенно улучшают рост кукурузы при нормальных температурах, однако были обнаружены штаммы, проявляющие сильное угнетение проростков;
- 4) Были выявлены штаммы, значительно повышающие всхожесть семян кукурузы при низких температурах.

Библиографические ссылки

1. Оперативная информация о ходе сельскохозяйственных работ в сельскохозяйственных организациях республики [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. URL: <https://www.mshp.gov.by/disp/cxcvod.htm> (дата обращения 24.04.2018).
2. Эндофитные бактерии как перспективный биотехнологический ресурс и их разнообразие / Чеботарь В.К. [и др.]. Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. С. 648–654
3. *Миллер, Дж.* Эксперименты в молекулярной генетике. М., 1976.

Ходосовская А.М., Кивчун Е.В., Кучинская О.В., Геут Е.И., Викторovich В.Н., Евтушенков А.Н., Ковальчук Т.В., Горбацевич Г.И., Осипович Н.П., Ксендзова Г.А., Логинова Н.В.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь;
hodosovskaya@bsu.by

ПОИСК СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВОЗБУДИТЕЛЯ ФИТОФТОРОЗА – ООМИЦЕТА *PHYTOPHTHORA INFESTANS* – СРЕДИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ(II) С ОРГАНИЧЕСКИМИ ЛИГАНДАМИ

*Представлены результаты исследований биологического действия четырех комплексов меди(II) с органическими лигандами, являющимися производными дифенолов, на развитие патогена *Phytophthora infestans* в культуре. Установлено, что все соединения дозозависимо снижали интенсивность роста мицелия патогена, начиная с наименьшей использованной концентрации 6,25 мкг/мл. Комплексы CuBs-09 и CuBs-24 полностью подавляли развитие всех исследованных штаммов *P. infestans* при концентрации 50 мкг/мл и большей части штаммов – при концентрации 25 мкг/мл. Аналогичный эффект наблюдался при использовании комплексов Cu-RN2 и Cu-BN2 в концентрациях 100 и 50 мкг/мл соответственно. Данные комплексы могут стать основой для создания экологически безопасных препаратов против фитофтороза картофеля и томатов.*

*The results of studies of the biological effect of four copper (II) complexes with organic ligands, which are derivatives of diphenols, on the development of the pathogen *Phytophthora infestans* in culture are presented. It was found that all compounds dose-dependently decreased the growth rate of the pathogen mycelium, starting with the lowest used concentration of 6.25 µg/ml. Complexes of CuBs-09 and CuBs-24 completely suppressed the development of all the studied strains of *P. infestans* at a concentration of 50 µg/ml and most of the strains at a concentration of 25 µg/ml. A similar effect was observed when using the Cu-RN2 and Cu-BN2 complexes at concentrations of 100 and 50 µg/ml, respectively. These complexes can become a basis for the creation of ecologically safe preparations against late blight of potato and tomatoes.*

Ключевые слова: фитофтороз картофеля и томатов; оомицет *Phytophthora infestans*; комплексы меди(II); дифенолы.

Keywords: late blight of potato and tomatoes; oomycete *Phytophthora infestans*; copper (II) complexes; diphenols.

Введение

Поиск новых соединений для защиты растения от болезней является одним из важных направлений в растениеводстве. Особый интерес представляет создание препаратов против микробных патогенов таких важных сельскохозяйственных культур как картофель и томаты. К наиболее опасным заболеваниям этих растений относится фитофтороз, средние потери урожая от которого за счет преждевременного отмирания ботвы и гниения пораженных клубней в период их хранения составляют 30 %, а в эпифитотийные годы могут достигать 50 % [1]. Вызывает данное заболевание оомицет *Phytophthora infestans*. Патоген обладает высокой изменчивостью и адаптацией к изменяющимся условиям окружающей среды, поэтому использование для борьбы с ним наиболее эффективных к настоящему времени фунгицидных препаратов на основе фениламидов (металлаксил) привело к появлению в 80-х годах устойчивых к этим соединениям генотипов возбудителя [2]. Перспективными средствами защиты растений могут стать металлокомплексы на основе органических производных, обладающие антибактериальным и антифунгальным действием [3; 4]. Данные металлокомплексы высоко устойчивы и не диссоциируют в биосфере с образованием токсических количеств ионов металлов. В работе были использованы циклоаминометильные производные *орто*- (Cu-BN2) и *мета*-дифенолов (Cu-RN2), а также два серосодержащих

комплексных соединений пространственно экранированных *орто*-дифенолов с ионами Cu(II) – CuBs-09 и CuBs-24 – с целью оценки их влияния на развитие *P. infestans*. Установлена способность этих соединений подавлять рост некоторых грамположительных бактерий, плесневых грибов и дрожжей рода *Candida* [3; 4].

Материалы и методы

В работе использованы штаммы *P. infestans* из коллекции кафедры молекулярной биологии БГУ. Штаммы были выделены с листьев картофеля на территории Республики Беларусь в 2007, 2010 и 2011 г.г. *P. infestans* культивировали на среде RyeA при 18°C. Для оценки влияния препаратов на интенсивность роста мицелия использовали чашечный тест. Препараты растворяли в диметилсульфоксиде (ДМСО), делали соответствующие разведения и добавляли в расплавленный агар в чашки Петри до конечной концентрации 6,25; 12,5; 25,0; 50,0 или 100 мкг/мл. Контрольные и опытные чашки содержали ДМСО в концентрации 0,5 %. Блоки с мицелием *P. infestans* размером 1 см² засеивали в чашки со средой RyeA, содержащей различные концентрации того или иного металлокомплекса. *P. infestans* культивировали при 18°C в течение 14 суток, после чего измеряли диаметр зон роста мицелия и высчитывали площадь, занимаемую выросшим мицелием. Опыты проводили в 3-х кратной повторности, используя не менее 3 чашек для каждой концентрации препарата [5].

Результаты и их обсуждение

Анализ интенсивности роста мицелия различных штаммов *P. infestans* в присутствии всех исследуемых соединений выявил дозозависимое подавление развития фитопатогенного микроорганизма по сравнению с контролем. Металлокомплекс Cu-RN2 вызывал значительное угнетение ростовых процессов *P. infestans*, начиная с концентрации 6,25 мкг/мл, при концентрации 25 мкг/мл площадь зон роста мицелия не превышала 25,0 % от контрольных значений, а при концентрации 50 мкг/мл составляла в среднем лишь 6,2 % по сравнению с контролем. Комплекс Cu-BN2 также проявлял оомицетостатическое действие, начиная с минимальной из использованных концентраций, и, несмотря на то, что при концентрации 25 мкг/мл он сдерживал развитие патогенна примерно на 60,0 %, при использовании данного комплекса в концентрации 50 мкг/мл площадь зон роста мицелия составила лишь 8,2 % от контроля. Оба соединения, относящиеся к комплексам меди(II) с циклоаминометильными производными дифенолов, в концентрации 100 мкг/мл полностью прекращали развитие всех исследованных штаммов *P. infestans in vitro*.

Каждый из комплексов меди(II), являющихся производными серосодержащих дифенолов, – CuBs-09 и CuBs-24 – полностью ингибировал развитие мицелия в концентрациях 100 и 50 мкг/мл, а в концентрации 25 мкг/мл на 14-е сутки культивирования наблюдался лишь незначительный вегетативный рост для нескольких штаммов, который составил 2,4 и 5,3 % от значений контроля в случае препарата CuBs-09 и 4,8 и 11,4 % при использовании препарата CuBs-24. В случае четырех других использованных штаммов роста мицелия в присутствии комплексов CuBs-09 и CuBs-24 в концентрации 25 мкг/мл не наблюдалось.

При более низких концентрациях данных металлокомплексов выявлено дозозависимое снижение их фунгицидного действия. Тем не менее, комплекс CuBs-09 в концентрации 12,5 мкг/мл вызывал подавление развития мицелия в среднем на 80 %, а комплекс CuBs-24 – на 65 %. Интенсивность развития патогена в среде с 6,25 мкг/мл CuBs-09 или CuBs-24 отличалась от контрольных показателей незначительно, в среднем на 25 и 30 % соответственно, при этом наблюдалась значительная вариабельность в чувствительности к препаратам среди различных штаммов.

С целью учета влияния ионов меди на развитие патогена был использован сульфат меди в таком количестве, чтобы концентрация ионов Cu²⁺ в среде соответствовала таковой для металлокомплексов CuBs-09 и CuBs-24, взятых в концентрации 12,5 мкг/мл, с учетом не только молекулярной массы веществ, но и констант их диссоциации в растворе. Оказалось,

что сульфат меди в этих условиях подавлял рост мицелия одного из штаммов только на 11,6 %, в то время как комплекс CuBs-09 – на 73,7%, а комплекс CuBs-24 – на 94,2 %. Следовательно, использование данных металлокомплексов позволит снизить загрязнение окружающей среды ионами меди, которое происходит в случае применения традиционных медьсодержащих препаратов.

Исследованные соединения обладают высокой липофильностью и, следовательно, легко проникают в клетки микроорганизма. Кроме того, данные комплексы содержат редокс-активные группы, поэтому они могут участвовать в окислительно-восстановительных внутриклеточных процессах[3,4]. Анализ активности каталазы – фермента антиоксидантной защиты, разрушающего пероксид водорода, в гомогенате, полученном из мицелия *P. infestans*, который в течение 21 суток выращивали в жидкой питательной среде в присутствии 25 мкг/мл Cu-RN2 или Cu-BN2, показал, что оба металлокомплекса вызывают снижение удельной активности фермента в цитозоле: соединение Cu-RN2 – в 1,5 раза, соединение Cu-BN2 – в 1,3 раза. Выявленный эффект может быть связан с тем, что комплексные соединения меди подобной структуры являются миметиками супероксиддисмутазы, превращающей супероксидный радикал в пероксид водорода, высокие концентрации которого могут ингибировать активность каталазы и приводить к образованию более реактивных радикалов, а также вызывать структурно-функциональные нарушения макромолекул.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно заключить, что металлокомплексы меди(II) с органическими лигандами, являющимися производными дифенолов, обладают выраженным биологическим действием в отношении фитопатогена *P. infestans*. Одним из механизмов их антимикробного эффекта может быть влияние на окислительно-восстановительные процессы в клетках патогена. Преимуществом данных соединений по сравнению с классическими препаратами на основе меди является их экологическая безопасность благодаря низкой диссоциации ионов меди и высокой стабильности комплексов. Данные соединения могут быть использованы в дальнейшем для создания высокоэффективных препаратов для борьбы с фитофторозом картофеля и томатов.

Библиографические ссылки

1. Иванюк В.Г., Бандысев С.А., Журомский Г.К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Минск, 2005.
2. Дьяков Ю.Т., Еланский С.Н. Популяционная генетика *Phytophthora infestans* // Микология сегодня. М., 2007. Т.1. С.107–139.
3. Redox-active metal(II) complexes of sterically hindered phenolic ligands: Antibacterial activity and reduction of cytochrome c. Part III. Copper(II) complexes of cycloaminomethyl derivatives of *o*-diphenols / N.V. Loginova [et al.] // Polyhedron. 2013. Vol. 57. P. 39–46.
4. Redox-active metal complexes with cycloaminomethyl derivatives of diphenols: antibacterial and SOD-like activity, reduction of cytochrome c / N.V. Loginova [et al.] // Antibacterials: Synthesis, Properties and Biological Activities / eds. E. Collins. – Hauppauge, NY: Nova Science Publisher's, 2017. – P. 143–180.
5. Металлокомплексы меди и фенольных соединений как основа для разработки новых фунгицидных препаратов против возбудителя фитофтороза картофеля / А.М. Ходосовская [и др.] // Проблемы сохранения и рационального использования биоразнообразия Прикаспия и сопредельных регионов: материалы IX науч.-практ. конф. с междунар. участием, апрель 2015, г.Элиста: Калмыцкий гос.ун-т, 2015. С.45–49.

Хуршкайнен Т.В., Скрипова Н.Н., Кучин А.В.

Институт химии Коми научного центра Уральского отделения РАН, г. Сыктывкар, РФ; hurshkainen@chemi.komisc.ru

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Разработана технология переработки хвойной древесной зелени экологически безопасным способом эмульсионной экстракции для получения регуляторов роста растений и кормовой добавки для животных. Показана эффективность применения биопрепаратов в растениеводстве и животноводстве.

A technology for processing coniferous wood greenery has been developed using an ecologically safe method of emulsion extraction to obtain plant growth regulators and a feed additive for animals. The effectiveness of the use of biological products in crop production and livestock breeding is shown.

Ключевые слова: эмульсионная экстракция; древесная зелень; пихта; ель; экстрактор; регулятор роста растений; кормовая добавка.

Keywords: emulsion extraction; wood greenery; Abies; Picea; extractor; plant growth regulator; fodder additive.

Актуальность данной работы заключается в разработке комплексной технологии переработки растительного сырья экологически безопасным эмульсионным способом для получения новых природных биопрепаратов. Хвойная древесная зелень - это отходы лесозаготовок, которые практически не используются. Между тем, экстрактивные вещества древесной зелени обладают широким спектром биологической активности. К числу причин, затрудняющих широкое развитие промышленной переработки древесной зелени, относится недостаточная разработка технологических схем комплексной переработки, обеспечивавших высокую эффективность производства. Совершенствование технологий извлечения экстрактивных веществ позволит также наиболее полно извлекать готовые ценнейшие вещества, зачастую не имеющие синтетического пути получения, или их синтез дорог и сложен.

Разработка инновационной технологии направлена на решение фундаментальной проблемы экологии, ресурсо- и энергосбережения. Ужесточение требований к экологизации растениеводства и животноводства требует изменений в направлении поиска новых природных препаратов, позволяющих на уровне химических средств снижать развитие патогенного комплекса сельскохозяйственных культур, альтернативных препаратов кормовым антибиотикам. Полученные результаты предложены для сельскохозяйственного и лесного хозяйства. Данные исследования относятся к одному из приоритетных направлений развития науки – рациональное природопользование.

Древесная зелень (ДЗ) хвойных пород – это единственный вид растительного сырья, который можно использовать в нативном виде в течение всего года для выделения экстрактивных соединений. Это сырье является богатым источником биологически активных экстрактивных веществ. Для их выделения используются способы экстракции водой, органическими растворителями, сжиженными газами [1]. Разработанный в Институте химии Коми НЦ УрО РАН способ эмульсионной экстракции с использованием в качестве экстрагента водно-щелочного раствора отличается экологической безопасностью и позволяет выделять как гидрофильные, так и гидрофобные соединения.

Нами продолжены исследования по разработке комплексной технологии выделения экстрактивных компонентов из ДЗ пихты и ели и показано, что выход экстрактивных

веществ в значительной степени зависит от аппаратного оформления технологического процесса (табл.1). Известны различные экстракционные аппараты для выделения биологически активных веществ из растительного сырья. Для переработки сырья нами использованы пульсационный аппарат, гравитационный и экстракционно-фильтрационный аппарат [2].

Таблица 1. Выход экстрактивных веществ из эмульсионных экстрактов пихты и ели при использовании различного оборудования, % от веса а.с.с.

Оборудование	ДЗ пихты	ДЗ ели
Пульсационно-экстракционный аппарат	6–7	3–4
Гравитационный аппарат	6–7	4–5
Экстракционно-фильтрационный аппарат	8–9	5–6

При последовательной экстракции сырья органическими растворителями (бензин, спирт, ацетон) суммарный выход экстрактивных веществ из ДЗ пихты составляет 8 %, из ели – 6 % [3]. Наиболее эффективным оборудованием является экстракционно-фильтрационный аппарат, степень извлечения экстрактивных веществ в нём не уступает примеру с использованием органических растворителей.

Исследования химического состава экстрактивных веществ показали, что в результате эмульсионной экстракции хвойной ДЗ выделяются как гидрофильные, так и гидрофобные компоненты (табл. 2), обладающие широким спектром биологической активности.

Таблица 2. Состав биологически активных компонентов ДЗ, % от массы сырья

Компоненты	ДЗ пихты	ДЗ ели
Гидрофобные		
Эфирные масла	1,0–1,5	0,5–0,7
Полипренолы	0,1–0,2	0,1–0,2
Ситостерин	0,8–0,9	0,7–0,8
Насыщенные спирты	0,07–0,08	0,02–0,03
Каротиноиды	1,60 мг%	1,65 мг%
Гидрофильные		
Флавоноиды	1,1–1,2	0,7–0,8
Кислые компоненты	5,5–7,0	3,5–4,5

На основе полученных экстрактов разработаны биопрепараты для растениеводства и животноводства. Проведены многолетние исследования и показана эффективность регуляторов роста растений Вэрва (из ДЗ пихты) и Вэрва-ель на различных сельскохозяйственных культурах. Проводится изучение влияния этих препаратов при выращивании проростков хвойных пород в лесных питомниках [4].

Результаты исследований кормовой добавки для животных Вэрва свидетельствуют о том, что в рационе высокопродуктивных дойных коров она обладает выраженным стимулирующим молочную продуктивность эффектом без снижения качественных характеристик (процента белка и жира) молока и без отрицательного влияния на основные биохимические показатели крови [5].

Установлено влияние кормовой добавки из пихты на воспроизводительные качества животных. Специалистами Уральского НИВИ разработан способ применения кормовой добавки Вэрва быкам-производителям с пониженной воспроизводительной способностью или нарушением половых рефлексов [6]. В дополнение к основному рациону быкам-производителям, у которых имеются проблемы с низкой концентрацией, активностью сперматозоидов и объемом эякулята, ежедневно выпаивают биопрепарат Вэрва в течение трех месяцев, в дозе 20 мл/голову с комбикормом. В результате выход качественных спермодоз за 90 дней опыта повышается на 13,8 % по сравнению с контролем. Через месяц после окончания опыта наблюдается дальнейшее увеличение количества полученных качественных спермодоз, что может свидетельствовать об эффективном пролонгирующем действии кормовой добавки Вэрва.

Таким образом, разработана технология получения биологически активных препаратов для растениеводства и животноводства из хвойной древесной зелени. Показана эффективность применения препаратов в сельском хозяйстве.

Библиографические ссылки

1. Ушанова В.М., Ушанов С.В., Репях С.М. Состав и переработка древесной зелени и коры пихты сибирской. Красноярск: Ред.-изд. отдел СибГТУ. 2008. С. 172–184.
2. Хуришайнен Т.В., Скрипова Н.Н., Кучин А.В. Сравнительная оценка экстракционного оборудования для эффективного выделения экстрактивных веществ хвойной древесной зелени // Теоретическая и прикладная экология. 2017. №1. С.25–30.
3. Патент РФ 2015150. Способ переработки древесной зелени хвойных пород. / В.И Рощин [и др.] Оpubл. в 1994.
4. Влияние стимуляторов роста природного происхождения на проростки хвойных пород / Е.М. Андреева [и др.] // Лесотехнический журнал. 2016. №3. С.10–19.
5. Жариков Я.А., Хуришайнен Т.В. Опыты по скормливанню кормовой добавки Вэрва и пихтовой муки дойным коровам // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития сельскохозяйственной науки Республики Коми». Сыктывкар. 2017. С. 46–53.
6. Патент 2601156. Способ увеличения выхода спермопродукции у быков-производителей. / М.В. Ряпосова [и др.] // Оpubл. в БИ № 20, 2016.

Хуршкайнен Т.В.¹, Трепашко Л.И.², Сорока С.В.², Лахвич Ф.А.³, Кучин А.В.¹

¹Институт химии Коми научного центра Уральского отделения РАН, г. Сыктывкар, РФ; hurshkainen@chemi.komisc.ru

²РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси, п. Прилуки, Беларусь.

³Институт биоорганической химии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ ВЭРВА НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Исследована биологическая эффективность природного экологически безопасного регулятора роста растений Вэрва. За счет снижения развития снежной плесени, обыкновенной корневой гнили, мучнистой росы и септориоза, препарат Вэрва способствует росту продуктивности растений озимой пшеницы.

The biological efficiency of a natural environmentally friendly plant growth regulator was investigated. Use of the preparation Verva promotes increase of efficiency of plants of winter wheat due to decrease in development of snow mold, ordinary root rot, powdery mildew and septoriosiis.

Ключевые слова: регулятор роста растений; биологическая эффективность; озимая пшеница.

Keywords: plant growth regulator; biological efficiency; winter wheat.

Введение

В Институте химии Коми НЦ УрО РАН разработан регулятор роста растений Вэрва из хвои пихты. Преимущество препарата - эмульсионная технология выделения экстрактивных веществ без использования органических растворителей. Способ эмульсионной переработки растительного сырья с использованием в качестве экстрагентов водных растворов оснований отличается экологической безопасностью и позволяет эффективно выделять природные низкомолекулярные соединения из древесной зелени хвойных пород. Действующим веществом препарата Вэрва являются тритерпеновые кислоты ланостановой структуры. В составе препарата содержатся также монотерпеноиды, обладающие бактерицидным действием, полипренолы - природные иммуностимуляторы, фенольные соединения с фунгицидной активностью, минеральные вещества Fe, Mn, Cu, Zn, Ca, P.

В Республике Беларусь проведена оценка биологической и хозяйственной эффективности препарата Вэрва при выращивании озимой пшеницы.

Материалы и методы

Место испытаний: опытное поле РУП «Институт защиты растений»

Культура: озимая пшеница, сорт Копылянка, разновидность лютеэценс.

Почва дерново-подзолистая, средний суглинок. Содержание гумуса (%) 2,16, pH почвы 4,85.

Агротехника общепринятая для возделывания озимых зерновых культур в Беларуси.

Предшественник чистый пар.

Внесение минеральных удобрений (по д.в.) N40P120K90 кг/га в основную заправку и две подкормки азотными удобрениями по 25 кг/га во время весеннего возобновления вегетации и в фазе стеблевания.

Норма высева семян 4,5 млн. всхожих зерен на га.

Мероприятия по уходу за посевами: на обработанных участках и в контроле фоновые обработки опытов проводили в фазе кущения озимой пшеницы против однолетних двудольных сорняков гербицидом Алистер (0,7 л/га).

Агрометеорологические показатели: погодные условия благоприятно влияли на развитие растений озимой пшеницы.

Вид опыта полевой, повторность четырехкратная.

Расположение участков рендомизированное.

Схема опыта:

предпосевная обработка семян:

1. Контроль (без обработки);
2. Кинто Дуо, ТК – 2,5 л/т;
3. Вэрва – 0,5 л/т;
4. Экосил – 0,05 л/т (эталон).

двукратное опрыскивание растений в фазах кущения и колошения:

1. Контроль (без обработки);
2. Альто супер, КЭ – 0,4 л/га + Альто супер, КЭ – 0,4 л/га;
3. Вэрва – 0,3 л/га + Вэрва – 0,3 л/га;
4. Экосил – 0,03 л/га + Экосил – 0,03 л/га (эталон).

При предпосевной обработке семян расход рабочего раствора 10 л/т, при опрыскивании растений по вегетации – 300 л/га.

Видовой состав заболеваний: *Fusarium* spp., *Fusarium nivale*, *Blumeria graminis*, *Septoria* spp.

Результаты и их обсуждение

На фоне умеренного развития снежной плесени (47,4 %) эффективность ингибирования болезни составила 59,7 %, во всех изучаемых вариантах не отмечено гибели растений от патогенов, вызывающих снежную плесень (табл. 1).

Таблица 1. Биологическая эффективность (БЭ) Вэрва в защите озимой пшеницы сорта Копылянка от болезней

Вариант опыта	Снежная плесень, %		Гибель растений, %	БЭ, %	Обыкновенная корневая гниль, %			
	развитие	БЭ			Полное кущение		появление 2-го узла	
					развитие	БЭ	развитие	БЭ
Контроль	47,4	-	9,9	-	19,4	-	23,7	-
Кинто Дуо	10,8	77,2	0	100	11,7	39,7	12,7	46,4
Вэрва	19,1	59,7	0	100	13,3	31,4	16,0	32,5
Экосил	16,5	65,2	0	100	12,3	36,6	16,0	32,5

Биологическая эффективность препарата Вэрва в подавлении развития обыкновенной корневой гнили в стадии полного кущения составила 31,4 %, при развитии болезни в контроле – 19,4 %. В стадии 2-го узла стебля биологическая эффективность препарата в отношении ингибирования развития патогенов, вызывающих обыкновенную корневую гниль, не снизилась и оставалась на том же уровне.

Учет развития болезней листового аппарата перед обработкой в фазе кущения выявил степень поражения растений септориозом 0,6 %, мучнистой росой – 1,1 %. В этот период развитие болезней листового аппарата характеризовалось как депрессивное, поэтому эффективность регулятора роста Вэрва была не выше 30 %.

Эффективность подавления развития мучнистой росы при обработке участков препаратом Вэрва в стадии начала фазы колошения составила 34,3 %, в эталонном варианте биологическая эффективность препарата Экосил была 37,3 %. В период цветения развитие болезни во всех вариантах опыта незначительно увеличилась. Поэтому биологическая эффективность препарата Вэрва снизилась до 23,7 % (табл. 2).

Интенсивность поражения растений септориозом до обработки в начале колошения в контрольном варианте составила 15,9 %, затем наблюдалось нарастание болезни и в фазе полного цветения была 50 %. Биологическая эффективность регулятора роста Вэрва составила 26,8 %, в эталонном варианте – 28,4 % (табл. 3).

Таблица 2. Биологическая эффективность применения регулятора роста Вэрва в снижении развития мучнистой росы озимой пшеницы в фазе цветения

Вариант опыта	Мучнистая роса, %			
	Стадия начала цветения		Стадия цветения	
	развитие	БЭ	развитие	БЭ
Контроль	6,7	–	12,7	–
Альто-супер	3,6	46,3	6,2	51,2
Вэрва	4,4	34,3	9,7	23,7
Экосил (эталон)	4,2	37,3	9,5	25,2

Примечание – обработка посевов проведена в стадии начала колошения при развитии мучнистой росы 5,2 %

Таблица 3. Биологическая эффективность применения регулятора роста Вэрва в снижении развития септориоза озимой пшеницы сорта Копылянка в фазе цветения

Вариант опыта	Септориоз, %			
	Стадия начала цветения		Стадия цветения.	
	развитие	БЭ	развитие	БЭ
Контроль	35,9	–	50,0	–
Альто-супер	16,4	54,3	27,0	46,0
Вэрва	21,0	41,5	36,3	26,8
Экосил (эталон)	20,8	42,1	35,8	28,4

Примечание – обработка посевов проведена в стадии начала фазы колошения при развитии септориоза 15,9 %

Таблица 4. Хозяйственная эффективность применения регулятора роста Вэрва в снижении развития болезней в посевах озимой пшеницы сорта Копылянка

Вариант опыта	Кол-во растений, шт/м ²	Кол-во продуктивных стеблей, шт./м ²	Масса 1000 семян, шт.	Урожайность зерна, ц/га
Контроль	198,0	779,0	44,6	58,5
Альто супер+Кинто Дуо	233,5	879,0	46,35	60,9
Вэрва	224,5	834,0	45,3	59,5
Экосил(эталон)	229,0	849,0	45,85	59,6
НСР ₀₅				0,9

Выводы

За счет снижения развития снежной плесени, обыкновенной корневой гнили, мучнистой росы и септориоза, препарат Вэрва способствовал росту продуктивности растений озимой пшеницы. Применение регулятора роста Вэрва оказало влияние на элементы структуры биологического урожая: отмечено увеличение количества растений, продуктивных стеблей, длины колоса, количества семян и массы 1000 семян.

Таким образом, для защиты озимой пшеницы от заболеваний при получении качественной продукции эффективно использование природного регулятора роста растений Вэрва. Относительно небольшая биологическая эффективность в комплексе с химическими методами защиты может оказать значительную роль в повышении продуктивности зерновых культур, снижая негативное влияние пестицидов на окружающую среду и здоровье человека.

Шуканов В.П., Корытько Л.А., Мельникова Е.В., Полянская С.Н.

Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь; patphysio@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ РОСТРЕГУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОДНОЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ

Отмечено положительное влияние обработок сеянцев сосны росторегулирующими препаратами Экосил Плюс, Экосил Микс и их композиционными составами микро- и макроудобрениями биометрические показатели посадочного материала. Обработки вызывали увеличение высоты стволика на 10 – 25% и степени охвоения побега в 1,3 – 1,5 раз. Кроме того, выявлено увеличение длины главного корня и повышение степени развития корневой системы за счет более интенсивного образования корней второго и третьего порядка.

Positive effect of the treatments of pine seedlings with the growth regulating preparations Ecosil Plus, Ecosil Mix and their compositions with micro- and macrofertilizers on biometric parameters of planting material was noted. The treatments caused an increase in the height of the stem by 40 to 60% and the degree of needle development of the shoot in 1.3–1.5 times. In addition, an increase in the length of the main root and an increase in the degree of development of the root system by a more intense formation of roots of the second and third orders are revealed.

Ключевые слова: сеянцы сосны, биометрические показатели, регуляторы роста

Keywords: pine seedlings, biometric parameters, growth regulators

Важная роль в лесоразведении и лесовосстановлении в Республике Беларусь отводится искусственному выращиванию леса, которое в последнее время составляет 55–60 % в общей системе лесовосстановления [1]. Для воспроизводства лесных ресурсов в качестве посадочного материала чаще используют одно- и двухлетние сеянцы. Исследования и производственный опыт показывают, что молодой, но достаточно крупный посадочный материал лучше приживается, успешнее адаптируется в новых условиях. Процесс выращивания растений 1–2 лет без перевалки экономически менее затратен, к тому же высадку небольших растений можно производить механизировано, что также снижает себестоимость лесопосадочных работ и позволяет провести посадку в кратчайшие сроки. [2].

Одним из основных путей решения проблемы получения высококачественного посадочного материала в достаточном для лесовосстановления объеме может быть введение в технологию на различных этапах выращивания сеянцев и саженцев физиологически активных веществ, регулирующих рост растений. В лесном хозяйстве внедрение новых регуляторов роста происходит не так интенсивно, как в сельском, что связано с их недостаточной изученностью. Однако имеющиеся научные исследования показали перспективность применения стимуляторов при выращивании посадочного материала древесных пород.

Целью проведенной работы было изучение возможности повышения качества посадочного материала с помощью внекорневых обработок на примере однолетних сеянцев сосны обыкновенной при выращивании в открытом грунте.

Для обработок сеянцев использовали росторегулирующие препараты на основе Экосила (Экосил Микс, Экосил Плюс) самостоятельно и в сочетании с макро- и микроудобрениями (Карбамид и Наноплант). Росторегулирующие препараты на основе Экосила представляют собой сумму тритерпеновых кислот сибирской пихты. Экосил Микс обогащен комплексом макро- и микроэлементов и широким спектром биологически активных соединений: гуминовых кислот, аминокислот, биогенных аминов, низкомолекулярных органических кислот, фенолкарбоновых кислот. В состав препарата Экосил Плюс кроме суммы тритерпеновых кислот входят биологически активные нейтральные изопреноиды, а также композиция из более чем 30 легколетучих малополярных, моно- и сесквитерпеновых соединений. Микроудобрение Наноплант является нанопрепаратом, действующее вещество которого – наночастицы

микроэлементов, обладающие свойством сверхпроницаемости через защитные клеточные мембраны растения. Обработка семян проводилась трехкратно за вегетационный период (с интервалом в 20-30 дней) путем опрыскивания по вегетирующей массе. Для изучения биометрических параметров семян, на исследуемых объектах проведен отбор растений по вариантам опыта. Анализ собранного растительного материала заключался в определении высоты надземной части, длины корней, диаметра корневой шейки и др. показателей согласно ГОСТам [ГОСТ 3317-90].

Проведенные исследования выявили, что высота опытных растений после первой и второй обработок незначительно отличалась от контрольного образца (табл. 1). Только третья обработка вызывала заметное ускорение роста надземной части семян на 10–25 %. Исключение составила комплексная смесь на основе регулятора роста Экосил Плюс, которая стимулировала удлинение семян сосны на протяжении всего периода исследований. Стимуляция охвоения стволика у семян сосны наблюдалась уже после второй обработки (до 46 % по отношению к контролю). Кроме того отмечалось положительное влияние обработок (начиная с первой) на толщину стволика у корневой шейки, диаметр которого увеличивался под влиянием препаратов на 5–30 %.

Таблица 1. Влияние обработок на развитие надземной части однолетних семян сосны

Вариант обработки	Высота надземной части		Длина охвоенности стволика		Толщина корневой шейки	
	мм	%	мм	%	мм	%
Первая обработка						
Контроль	39,0±2,6	100	22,0±1,9	100	0,88±0,05	100
Экосил Микс (1,0 л/га)	42,5±2,6	109	17,5±1,1	80	1,00±0,05	114
Экосил Плюс (1,5 л/га)	41,5±2,3	106	17,0±1,1	77	0,95±0,04	108
Экосил Микс (1,0 л/га) + Карбамид (30 кг/га) + Наноплант (0,1 л/га)	37,5±1,5	96	17,5±0,8	80	0,99±0,03	113
Экосил Плюс (1,5 л/га) + Карбамид (30 кг/га) + Наноплант (0,1 л/га)	45,5±2,9	117	21,0±1,4	95	1,01±0,03	115
Вторая обработка						
Контроль	54,0±3,6	100	26,0±3,2	100	0,94±0,03	100
Экосил Микс (1,0 л/га)	57,0±3,1	106	32,0±1,8	123	1,00±0,05	106
Экосил Плюс (1,5 л/га)	59,0±3,8	109	37,0±2,7	142	0,99±0,06	105
Экосил Микс (1,0 л/га) + Карбамид (30 кг/га) + Наноплант (0,1 л/га)	58,0±3,9	107	30,5±2,4	117	1,02±0,08	109
Экосил Плюс (1,5 л/га) + Карбамид (30 кг/га) + Наноплант (0,1 л/га)	64,0±1,9	119	38,0±2,0	146	1,22±0,08	130
Третья обработка						
Контроль	71,0±2,5	100	44,5±3,4	100	1,25±0,06	100
Экосил Микс (1,0 л/га)	76,5±3,5	108	51,5±2,9	116	1,49±0,09	119
Экосил Плюс (1,5 л/га)	89,0±3,8	125	63,5±3,4	143	1,35±0,06	108
Экосил Микс (1,0 л/га) + Карбамид (30 кг/га) + Наноплант (0,1 л/га)	80,5±2,4	113	54,5±2,4	122	1,61±0,05	129
Экосил Плюс (1,5 л/га) + Карбамид (30 кг/га) + Наноплант (0,1 л/га)	79,5±3,2	112	54,5±2,5	122	1,60±0,08	128
НСР ₀₅	4 %			4 %		5 %

Значительную роль при характеристике качества посадочного материала играет рост корневой системы. Особенно важным показателем является отношение надземной фитомассы к подземной. Известно, что чем больше фитомасса надземной части посадочного материала по отношению к корневой, тем ниже приживаемость и скорость роста семян [3]. Исследуемые регуляторы роста и особенно композиционные смеси на их основе стимулировали удлинение

главного корня у однолетних сеянцев сосны (табл. 2). Также следует отметить, что вторая и третья обработки вызывали не только рост главного корня, но и интенсивное образование боковых корней, о котором можно судить по увеличению массы подземной части в 2 и более раз по сравнению с контролем, в то время как длина главного корня увеличивалась максимум на 40 %.

Таблица 2. Влияние обработок на рост корневой системы и соотношение надземной фитомассы и массы корней у однолетних сеянцев сосны

Вариант обработки	Длина главного корня		Масса с 10 растений, г		Соотношение массы надземная часть / подземная часть
	мм	%	надземной части	корней	
Первая обработка					
Контроль	66,3±3,9	100	2,60	0,35	7/1
Экосил Микс (1,0 л/га)	65,1±2,4	98	2,28	0,36	6/1
Экосил Плюс (1,5 л/га)	66,9±2,4	101	2,05	0,37	6/1
Экосил Микс (1,0 л/га) + Карбамид (30 кг/га) + Наноплант (0,1 л/га)	70,1±3,3	106	2,20	0,39	6/1
Экосил Плюс (1,5 л/га) + Карбамид (30 кг/га) + Наноплант (0,1 л/га)	70,6±2,7	106	2,71	0,37	7/1
Вторая обработка					
Контроль	69,5±3,5	100	3,19	0,40	8/1
Экосил Микс (1,0 л/га)	68,0±5,3	98	5,54	0,97	6/1
Экосил Плюс (1,5 л/га)	69,4±8,7	100	5,00	0,84	6/1
Экосил Микс (1,0 л/га) + Карбамид (30 кг/га) + Наноплант (0,1 л/га)	93,0±9,1	134	5,99	0,92	7/1
Экосил Плюс (1,5 л/га) + Карбамид (30 кг/га) + Наноплант (0,1 л/га)	97,5±6,1	140	6,22	0,95	7/1
Третья обработка					
Контроль	73,5±5,7	100	4,58	0,76	6/1
Экосил Микс (1,0 л/га)	78,5±4,2	107	8,85	1,48	6/1
Экосил Плюс (1,5 л/га)	79,5±4,3	108	7,94	1,59	5/1
Экосил Микс (1,0 л/га) + Карбамид (30 кг/га) + Наноплант (0,1 л/га)	84,5±5,7	115	11,00	1,89	6/1
Экосил Плюс (1,5 л/га) + Карбамид (30 кг/га) + Наноплант (0,1 л/га)	85,6±4,8	117	9,95	1,85	5/1
НСР ₀₅		7 %			

Таким образом, полученные результаты по изучению влияния стимуляторов роста на сеянцы сосны подтверждают целесообразность их применения в лесокультурном производстве для получения более качественного посадочного материала.

Библиографические ссылки

1. Якимов Н.И., Гвоздев В.К., Праходский А.Н. Лесные культуры и защитное лесоразведение : учеб. пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство», «Садово-парковое строительство». Минск : БГТУ, 2007.
2. Копытков В.В. Современные технологии и агротехнические приемы по выращиванию, хранению и транспортировке посадочного материала с использованием композиционных полимерных составов. Минск, 2007.
3. Родин А.Р., Грибков В.В., Никитина А.В. Оптимальные соотношения надземной биомассы посадочного материала и корневых систем хвойных пород // Лесохозяйственная информация. 1974. № 15. С. 13–14.

Якимович Е.А.

РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси, п. Прилуки, Беларусь;
belizr@tut.by

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА ФИТОВИТАЛ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Представлены результаты двухлетних исследований по эффективности применения регулятора роста Фитовитал (янтарная кислота, 5 г/л) на посадках эхинацеи пурпурной и посевах календулы лекарственной. В целом применение Фитовитала не оказало положительного влияния на урожай эхинацеи пурпурной, данные находились в пределах ошибки опыта. В посевах календулы лекарственной при однократном внесении Фитовитала (в фазу розетки культуры) увеличение урожая соцветий составило 5,4-6,0 г/м² (5,9-8,5 %).

The results of two years researches on the efficiency of growth regulator Phytovital (amber acid, 5 g/l) application in Echinacea purpurea plantings and Calendula officinalis crops are presented. On the whole, Phytovital application did not render the positive effect on Echinacea purpurea yield, the data were in the range of the experimental error difference. In Calendula officinalis crops by single Phytovital application (at rosette crop stage) the raceme yield increase has made 5,4-6,0 g/m² (5,9-8,5 %).

Ключевые слова: регулятора роста; Фитовитал; эхинацея пурпурная.

Keywords: growth regulator; Phytovital; Echinacea purpure.

Существенным резервом увеличения урожайности сельскохозяйственных культур является применение микроэлементов, которые выполняют важнейшие функции в процессах жизнедеятельности растений и являются необходимым компонентом системы их питания. Микроэлементы входят в состав основных физиологически активных веществ. Они повышают ферментативную активность растений, улучшают поглощение ими элементов питания, способствуют усилению активности фотосинтеза и ассимилирующей деятельности всего растения [1].

Препарат Фитовитал, в.р.к. (янтарная кислота, 5 г/л) ГНУ «Институт биохимической химии НАН Беларуси», Беларусь рекомендован для применения для обработки посевов (посадок) сельскохозяйственных культур с целью повышения их урожайности вследствие увеличения устойчивости растений к различным заболеваниям и неблагоприятным стрессовыми воздействиям; для стимуляции роста и развития растений; повышения декоративных качеств цветочных и декоративно-лиственных культур. Использование Фитовитала возможно при возделывании овощных, декоративных и лекарственных культур [1].

Цель исследований – разработать адаптивные комплексные системы защиты эхинацеи пурпурной и календулы лекарственной от вредных организмов ориентированные на достижение оптимальной фитосанитарной обстановки агробиоценоза, повышение урожайности лекарственного сырья и улучшению его качества.

В многолетних посадках эхинацеи пурпурной и посевах календулы лекарственной на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в 2016–2017 гг. по общепринятым методикам применен регулятор роста растений Фитовитал, в.р.к. (0,6 л/га). Сорт календулы лекарственной - Махровая 2000, эхинацеи пурпурной - Дуэт. Ширина междурядий 45 см и 70 см. Общая площадь делянки – 10 м². Повторность четырехкратная. Расположение делянок рендомизированное. Фитовитал, в.р.к. вносился однократно и двукратно: в посевах календулы лекарственной (в фазе розетки и стеблевания) и в посадках эхинацеи пурпурной (в апреле-мае и мае-июне). Уборка урожая лекарственных растений проводилась в фазу цветения вручную, для календулы лекарственной - трехкратно.

В целом применение Фитовитала, в.р.к. не оказало положительного влияния на урожай эхинацеи пурпурной, данные находились в пределах ошибки опыта (табл. 1).

Таблица 1. Влияние регулятора роста Фитовитал, в.р.к. на показатели урожайности эхинацеи пурпурной (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Высота растений, см			Урожайность сухой надземной массы, г/м ²		
	2016 г.	2017 г.	среднее	2016 г.	2017 г.	среднее
Однократное применение						
Вариант без регулятора роста	52,7	66,4	59,6	180,7	133,5	157,1
Фитовитал, в.р.к., 0,6 л/га	49,3	64,2	56,8	167,3	132,5	149,9
НСР ₀₅	10,0	12,9		52,5	25,8	
Двукратное внесение						
Вариант без регулятора роста	46,7	119,2	83,0	118,6	226,0	172,3
Фитовитал, в.р.к., 0,6 л/га	44,2	111,5	77,9	115,5	224,0	169,8
Фитовитал, в.р.к., 0,6 л/га (двукратно)	40,1	107,8	74,0	99,3	215,0	157,2
НСР ₀₅	12,9	14,8		25,7	48,5	

При однократном внесении Фитовитала, в.р.к. в посевах календулы лекарственной увеличение урожая соцветий составило 5,4–6,0 г/м² (5,9–8,5 %). Двукратное применение препарата дало прибавку 0,3–0,6 г/м² (0,5–0,6 % урожая), что находится в пределах ошибки опыта (табл. 2).

Таблица 2. Влияние регулятора роста Фитовитал, в.р.к. на урожайность календулы лекарственной (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Урожай сухих соцветий, г/м ²			
	2016 г.		2017 г.	
	урожай	прибавка	урожай	прибавка
Вариант без регулятора роста	63,9	-	101,8	-
Фитовитал, в.р.к., 0,6 л/га	69,3	5,4	107,8	6,0
Фитовитал, в.р.к., 0,6 л/га (двукратно)	64,2	0,3	102,4	0,6
НСР ₀₅	4,2		12,4	

Библиографические ссылки

1. Эффективность применения препарата Фитовитал при возделывании различных сельскохозяйственных культур / В.М. Гончарук [и др.] // Почвоведение и агрохимия. 2013. № 1. С. 374–383.

Yamborko N.A., Iutynska G.A.

Institute of Microbiology and Virology, Academy of Science of Ukraine, Zabolotniy str. 154, Kyiv, 03143, Ukraine; yamborkon@gmail.com

THE ADVANTAGES OF ARTIFICIAL CREATED MICROBIAL ASSOCIATION BIOREM IN THE BIODEGRADATION OF ORGANOCHLORINE HEXACHLOROCYCLOHEXANE (HCH)

Установлено, что ассоциация Биорем в жидкой культуре разлагает комплекс изомеров ГХЦГ на 70,9-86,7 %. Первым в процесс деструкции вступает S. maltophilia IMV B-7288, штаммы P.putida IMV B-7289 и B. megaterium IMV B-7287 включаются в процесс деструкции на 4-7 сутки, в целом удлиняя период активного роста и разложения ГХЦГ. Выявлено, что в зависимости от условий, интенсивнее разлагают изомеры ГХЦГ либо одна либо другая культура, потому целесообразно сочетание B. megaterium IMV B-7287, P.putida IMV B-7289 и S. maltophilia IMV B-7288 в одной микробной ассоциации (Биорем). Искусственно созданная ассоциация микроорганизмов-деструкторов Биорем может применяться как бактериальный препарат для ремедиации территорий, загрязненных хлорорганическим пестицидом ГХЦГ.

Microbial association include the strains B. megaterium IMV B-7287, P.putida IMV B-7289 and S. maltophilia IMV B-7288. Biorem It was found the Biorem association decomposes the HCH isomers complex in liquid medium up to 70.9-86.7 %. S. maltophilia IMV B-7288 starts the destruction process the first, the strains P.putida IMV B-7289 and B. megaterium IMV B-7287 are participated in the destruction process on the 4th-7th day, therefore the active growth and destruction of HCH were prolonged. It was found that, depending on the conditions, one or another strain-destroyer decomposed of HCH-isomers more intensively. So it is advisable to combine above strains in the microbial association (Biorem). Artificially created association of microorganisms-destroyers Biorem can be applied as a bacterial preparation for remediation of HCH- contaminated areas.

Ключевые слова: микроорганизмы-деструкторы; хлорорганические пестициды; ГХГ; гексахлорциклогексан; биопрепарат; биодegradация загрязняющих веществ.

Keywords: microorganisms-destroyers; organochlorine pesticides; HCH; hexachlorocyclohexane; biopreparation; biodegradation of contaminants.

Introduction

The main source of environmental contamination by HCCH isomers are soils of industrial and agricultural application. The leaching and spreading of HCCH isomers occurs from contaminated soils into ecosystems. In this regard, given the long decomposition period of HCH, it is banned in industrial and agricultural practice in the EU countries since 2004 according to the Regulation No 850/2004 of the European Parliament, and in the pharmaceutical industry HCH is banned in more than 40 developed countries from 2015 and another 20 - is limited in use [1].

Materials and methods

As a result of laboratory selection of microorganisms (isolated from contaminated territories) with increasing doses of HCCH, were obtained the strains with a high destruction activity to the HCCH isomers complex – up to 70-95% of the initial content [2]. In the future, an artificial microbial association called Biorem was created from the most active strains-destroyers of HCH – *P.putida* IMV B-7289, *S.maltophilia* IMV B-7288, *B. megaterium* IMV B-7287 [3]. The purpose of the investigation was to study the intensity and specific features of HCH-isomers destruction by the microbial association of three strains - the Biorem, as well as individual cultures - components of the association. The Biorem association was prepared from separate masterbatch suspensions of culture-destroyers with a content of microbial biomass 0.6 g/l in each of them, combining them in a 1: 1: 1 ratio.

Results and discussion.

Analyzing an effectivity of destruction of HCH-isomers complex by individual cultures in a liquid medium, we have established the advantages of *B.megaterium* IMV B-7287 in comparison to others. But after the study of HCH degradation in soil, the greatest degradation activity was found in *P.putida* IMV B-7289. Thus, depending on the conditions of existence, HCH was decomposed by one strain or another, therefore it is advisable to combine *B. megaterium* IMV B-7287 and *P.putida* IMV B-7289 in common microbial association (Biorem).

The ability to destroy organochlorine toxicants was firstly discovered in microorganism of genus *Stenotrophomonas*. The strain *S. maltophilia* IMV B-7288 was chosen as an object for research based on its ability to synthesize phytohormones. It was found that *S. maltophilia* IMV B-7288 synthesizes a specific spectrum of cytokinins, auxins and other phytohormones, they are not typical to other microorganism-destructors studied by us [4]. The synthesis of phytohormones by microorganisms-destructors is important for stimulating plant growth at contaminated areas and enhancing the possibilities of phytoremediation.

When studying the simultaneous growth of three strains-destructors in the Biorem association in the dynamics of HCH-isomers destruction in a liquid medium, some differences were found. Thus, at the same initial titre of inoculums of experimental (destruction of HCH) and control (without HCH) variants, on the fourth day of cultivation, the number of cells in *S.maltophilia* IMV B-7288 was maximal and exceeded the *B. megaterium* IMV B-7287 and *P.putida* IMV B-7289 in 1.7 and 2.3 times in control and in 2.1 and 2.8 times in variants with HCH. Thus, *S. maltophilia* IMV B-7288 is the first adapts to the HCH-isomers and the first enters into destruction process, while the other strains are still in the lag phase. However, on the seventh day of cultivation, the number of *S. maltophilia* IMV B-7288 cells decreases in control to 6.5×10^6 , and in the experiment – to 7.5×10^6 cfu, simultaneously the number of *B. megaterium* IMV B-7287 cells and *P.putida* IMV B-7289 reaches a maximum of $1.3-1.5 \times 10^8$ in the control and $1.5-1.6 \times 10^8$ in the experiment with HCH (in 20 times higher than *S. maltophilia* IMV B-7288 cells).

The combination of phytostimulating and destructive properties in microorganisms-destructors in microbial association Biorem will create favorable conditions for the simultaneous use of phytoremediation in contaminated areas, in particular, stimulate the development of plant-remediates capable of accumulating HCH in the aboveground and underground organs [5]. Created microbial association of microorganisms-destructors (Biorem) is promising for use as a bacterial preparation for remediation of areas contaminated by organochlorine pesticide HCH.

References

1. Pannu R, Kumar D. Biodegradation study of γ -hexachlorocyclohexane using selected bacteria isolated from agricultural soil // African Journal of Microbiology Research. 2014; № 8 (36). P. 3335–3346 / 10.5897/AJMR2014.6842.
2. Yamborko N.A., Pindrus A.A. Destruction of xenobiotics hexachlorobenzene and hexachlorocyclohexane by soil microorganisms at chlorine deficiency conditions in nutrient medium // daRostim 2012 Microbial Biotechnology: topicality and future; 2012 Nov.19-22; Kiev, Ukraine; Kiev:“Nchlava”. 2012. P. 370–371.
3. Yamborko N.A. Biorem as promising microbial preparation for degradation persistence organic hexachlorocyclohexane (HCH) pollution in soil. In Technological aspects of modern agricultural production and environmental protection; 2017 Nov. 8 11; Almyty, Kazakhstan. Almyty: Al-Faraby Kazakh National University Press, 2017. p.314–317. <http://darostim-conference.info>.
4. Yamborko N.A., Leonova N.O., Iutinskaya G.A. Synthesis of phytohormones by soil microorganisms-destructors of organochlorine compounds // Microbiology and biotechnology. 2016. №4. P.96-107. URL: [http://liber.onu.edu.ua/pdf/mbt_4\(36\)_2016.pdf](http://liber.onu.edu.ua/pdf/mbt_4(36)_2016.pdf).
5. Metabolism of Anthropogenous toxicants in Higher Plants / G.I. Kvecitadze [et al.]; Moscou: Nauka, 2005.

Янковская Е.Н.¹, Войтка Д.В.¹, Кабашникова Л.Ф.²

¹ РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси, п. Прилуки, Беларусь;
helena-yan@yandex.ru

² Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь;
kabashnikova@ibp.org.by

ФИТОЗАЩИТНЫЙ ЭФФЕКТ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ТОМАТА ИММУНОМОДУЛИРУЮЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Представлены результаты оценки влияния салициловой, β -аминомасляной кислот и β -1,3-глюкана при предпосевной обработке семян томата на рост, развитие растений и пораженность болезнями. Наибольшее фитозащитное и ростостимулирующее действие на ювенильной стадии развития растений на фоне естественного и экспериментального инфекционного фона установлено для β -аминомасляной кислоты и β -1,3-глюкана. При применении салициловой кислоты отмечено увеличение высоты растений. Синергетического ростостимулирующего и фитозащитного действия при применении иммуномодулирующих агентов в двух- и трехкомпонентных смесях по сравнению с вариантами одиночного применения не отмечено.

The results of the evaluation of the effect of salicylic, β -aminobutyric acid and β -1,3-glucan in the presowing treatment of tomato seeds for growth, plant development and disease affection are presented. The greatest phyto-protective and growth-stimulating effect of β -aminobutyric acid and β -1,3-glucan in the juvenile stage of plant development on a natural and experimental infectious background was established. An increase in the height of plants when using salicylic acid is noted. The synergistic growth-stimulating and phytoprotective action with the use of immunomodulating agents in two- and three-component mixtures in comparison with the variants of single use was not observed.

Ключевые слова: иммуномодулирующие агенты; томат; закрытый грунт; болезни; устойчивость; стимулирующий эффект.

Keywords: immunomodulating agent; tomato; protected ground; diseases; resistance; stimulating effect.

Введение

Снижение уровня вредоносности болезней является одним из важнейших резервов увеличения производства овощной продукции в закрытом грунте и повышения ее качества. Эффективным подходом к контролю фитопатогенов является повышение или индукция устойчивости растений. Известно, что в реализации защитных механизмов системной индуцированной и приобретенной устойчивости растений важную роль играют сигнальные пути, регулируемые аминаомасляной и салициловой кислотами и β -глюканом [1-4]. В связи с этим, целью настоящих исследований являлась оценка иммуномодулирующих свойств данных соединений при разработке препарата для применения в технологиях выращивания овощных культур закрытого грунта.

Материалы и методы

Фитозащитное действие отдельного и сочетанного применения салициловой кислоты (10^{-4} М раствор), β -аминомасляной кислоты (10^{-4} М раствор), β -1,3-глюкана (0,01%-ный раствор) оценивали способом предпосевной обработки семян томата.

В опытах использовали следующие иммуномодулирующие композиции:

1. Салициловая кислота.
2. β -1,3-глюкан.
3. β -аминомасляная кислота.
4. Смесь растворов салициловой кислоты и β -1,3-глюкана в соотношении 1:1.

5. Смесь растворов салициловой кислоты и β -аминомасляной кислоты в соотношении 1:1.
6. Смесь растворов β -аминомасляной кислоты и β -1,3-глюкана в соотношении 1:1.
7. Смесь растворов салициловой кислоты, β -аминомасляной кислоты и β -1,3-глюкана в соотношении 1:1:1.
8. Контроль – стерильная вода.

Исследования проводили на растениях томата Комфорт F_1 , внесенного в Государственный реестр сортов Республики Беларусь. При проведении исследований на естественном инфекционном фоне семена обрабатывали иммуномодулирующими композициями путем замачивания в течение 24 часов, затем высевали в почву и культивировали в лабораторных условиях при искусственном досвечивании. В период вегетации фиксировали биометрические показатели.

Оценку защитного действия иммуномодулирующих композиций на искусственном инфекционном фоне проводили в условиях инокуляции субстрата для выращивания растений возбудителем корневой гнили овощных культур – грибом *Fusarium oxysporum*. Инфекционный инокулюм получали способом глубинного культивирования и стандартизировали до концентрации 1×10^5 конидий/мл. Внесение инфекционного инокулюма проводили на 20-е сутки выращивания растений.

Результаты и их обсуждение

Оценка фитозащитного действия предпосевной обработки семян томата иммуномодулирующими составами на ювенильной стадии развития растений на естественном инфекционном фоне показала, что на 10-14-е сутки вегетации гибель растений от корневой гнили в контрольном варианте составила 15,0 %. В вариантах с семенами, обработанными раствором β -1,3-глюкана, смесью растворов β -аминомасляной кислоты и β -1,3-глюкана, смесью растворов салициловой кислоты, β -аминомасляной кислоты и β -1,3-глюкана гибель растений незначительно отличалась от данного показателя в контрольном варианте (20,0 %). В варианте с применением раствора β -аминомасляной кислоты гибели растений не зафиксировано. Отмечено увеличение высоты растений в варианте с использованием раствора салициловой кислоты в среднем на 59,1 %, β -1,3-глюкана – на 34,4 %, β -аминомасляной кислоты – на 18,8 %, смеси растворов салициловой кислоты, β -аминомасляной кислоты и β -1,3-глюкана – на 16,0 %.

В экспериментах на искусственном инфекционном фоне иммуномодулирующие композиции применяли двукратно: способом предпосевной обработки семян томата путем замачивания на 24 ч и путем полива на 14-е сутки выращивания растений. Наибольший защитный эффект отмечен в варианте с применением β -аминомасляной кислоты – гибели растений на 10-е сутки после внесения инокулюма *F. oxysporum* не отмечено, на 14-е и 21-е сутки она составила 10,0 и 15,0 % соответственно, и в варианте с применением β -1,3-глюкана – гибель растений составила 16,7, 20,0 и 20,0 % на 10-е, 14-е и 21-е сутки соответственно. В варианте с использованием смеси растворов салициловой кислоты, β -аминомасляной кислоты и β -1,3-глюкана гибель составила 16,7 и 25,0 % на 10-е и 14-е сутки соответственно. В контрольном варианте показатель гибели растений составил 37,5 % и уже на 14-е сутки достиг 55,0 %.

Исследования биометрических показателей экспериментальных растений в опыте с проведением оценки на фоне искусственного инфицирования субстрата показали достоверное увеличение на 11,8 % их высоты в сравнении с контрольным вариантом при применении салициловой кислоты.

Таким образом, экспериментальная оценка элиситорных свойств иммуномодулирующих агентов показала, что наибольшее фитозащитное действие на растения томата на ювенильной стадии развития на фоне естественного и экспериментального инфицирования субстрата было характерно для β -аминомасляной кислоты (гибель растений томата не

превышала 15,0 %) и β -1,3-глюкана (гибель – до 20,0 %) по сравнению с контрольным вариантом (гибель растений достигала 55,0 %). Ростостимулирующий эффект был отмечен для салициловой кислоты и β -1,3-глюкана при выращивании экспериментальных растений в условиях естественного инфицирования субстрата: увеличение высоты растений составило 59,1 и 34,4 % соответственно, и для салициловой кислоты на фоне искусственного инфицирования субстрата культурой *F. oxysporum* (увеличение высоты растений на 11,8 %). Выявленного синергизма при применении иммуномодулирующих агентов в двух- и трехкомпонентных смесях в отношении повышения устойчивости к фитопатогенам и стимуляции роста по сравнению с вариантами одиночного применения не отмечено.

Библиографические ссылки

1. *Caarls L., Pieterse C.M.J., Van Wees S.C.M.* How salicylic acid takes transcriptional control over jasmonic acid signaling / *Front Plant Sci.* Vol. 2. 2015. P. 1–11.
2. *Thakur M., Sohal B.S.* Role of Elicitors in Inducing Resistance in Plants against Pathogen Infection: A Review // *ISRN Biochemistry.* 2013. doi:10.1155/2013/762412.
3. Elicitors and soil management to induce resistance against fungal plant diseases. NJAS – Wageningen // *J. of Life Sciences.* 2011. Vol. 58. P. 131–137.
4. Linear β -1,3 glucans are elicitors of defense responses in tobacco / *O. Klarzynski [et al.]* // *Plant Physiol.* 2000. Vol. 124. P. 1027–1037.

Авторский указатель Author's Index

Demidchik V.	27	Геут Е.И.	209
Gubrii Z.V.	101	Глушен С.В.	66
Havryliak V.V.	101	Горбацевич Г.И.	209
Iouferef P.	194	Горовцов А.В.	36; 159
Iutynska G.A.	223	Гринева И.А. / Grineva I.	69; 112; 134; 149; 194; 196
Lemanova N.	117	Гуманюк А.В.	137
Magher M.	117	Деркач С.М.	72
Petrina R.O.	101	Димова С.Б.	55; 72
Sorge R.	147	Дюбо Ю.В.	123
Vasylyuk S.V.	101	Евсеева Н.В.	47
Yamborko N.A.	223	Евтушенков А.Н.	209
Азизбекян С. Г.	105	Егорова Е.В.	157
Алексеева К.Л.	32	Жардецкий С.С.	75
Алещенкова З.М.	170	Жариков Г.А.	78
Ананьева И.Н.	170	Жариков М.Г.	78; 81
Архаров А.В.	63	Жеребин П.М.	28
Арцименя С.Д.	34	Жеребцов С.И.	60
Бакуев Ж.Х.	81	Жилкибаев О.Т.	84
Барсова Н.Ю.	92	Жмакова Н.А.	140; 180
Безуглова О.С.	36; 159	Заярнюк Н.Л.	109
Богатырева Е.Н.	134	Зиганшина А.Р.	115
Боровикова П.Д.	39	Зубов И.Н.	172
Боровская А.Д.	137	Ибраева М.А.	84
Бородич А.В.	52	Исаева О.И.	154
Британ Т.Ю.	41	Исмагилов З.Р.	60
Бруякин С.Д.	44	Иськив О.П.	103
Брюховецкая Л.В.	60	Кабашникова Л.Ф.	225
Бурыгин Г.Л.	47	Капранов В.В.	87
Верховцева Н.В.	125	Каргаполова К.Ю.	47
Ветошкин А.А.	123	Карпенко Е.В. / Karpenko E.	89; 175; 194
Викторович В.Н.	209	Карпенко И.В.	89
Власенко Н.Г.	49	Карпенко О.В.	178
Войтка Д.В.	52; 225	Карпинчик Е. В.	162
Воликов А.Б.	115	Карпухин М.М.	92
Волкогон В.В.	55	Кивчун Е.В.	209
Волкогон Е.И.	55	Киселева В.А.	92
Воронина Л.П.	58	Ковальчук Т.В.	209
Вотолин К.С.	60	Козинец А.И.	180
Гаранович И.М.	63	Коломиец О.О.	66

Биологически активные препараты для растениеводства

Коломиец Э.И.	20	Макарова Н.Л.	140; 180
Колосова К.В.	178	Максимова Н.П.	134; 196
Колчанова К.А.	92	Малышенко Н.В.	60
Комаров А.А. (младший)	98	Малюга А.А.	128
Комаров А.А. (старший)	95; 98	Марченко А.И.	78
Комаровская-Порохнявец О.З. / Komarowska-Porokhnyavets O.Z.	101; 103; 178	Маслак Д.В. / Maslak D.	69; 112; 134; 147; 149; 196
Компанец М.А.	89	Мащенко Н.Е.	137
Конопацкая М. В.	105	Медков А.И.	165
Корзун О.С.	140	Мельникова Е.В.	218
Корнийчук М.С.	109	Мидяна Г.Г.	175
Короткая И.Г.	55	Михайлова Е.А.	189
Коршунов А.А.	186	Монька Н.Я.	103
Корытько Л.А.	218	Морачевская Е.В.	58
Кочкаров А. Х-М.	81	Мороз И.В.	168
Крайнова О.А.	78	Москаленко Н.И.	178
Красова Ю.В.	47	Мотузова Г.В.	92
Кричковская А.М.	109	Мягкая М.В.	72
Кругяков Ю.А.	28; 34	Наконечная Л.Т.	72
Ксендзова Г.А.	209	Наумова Г.В.	140; 180
Кулешова Ю.М. / Kuleshova Y.	69; 112; 134; 147; 149; 196	Наумович Н.И.	170
Куликова Н.А.	115	Новик В. / Nowick W.	16; 143; 147; 149; 175; 194
Кучин А.В.	212; 215	Новиков В.П. / Novikov V.P.	101; 103; 109; 178
Кучинская О.В.	209	Новикова Е.В.	89
Куц О.В.	189	Новохатько А.А.	89
Лагодич А.В.	152	Овчинникова Т.Ф.	140; 180
Лагодич О.В.	152	Опейда Л.И.	89
Лапунова Т.Н.	162	Орлов А.С.	172
Лахвич Ф.А.	215	Осипович Н.П.	209
Лещенко Ю.В.	123	Павловец Ю.Ю.	152
Литвиновская Р.П.	24	Патыка Н.В.	25
Лобанов А. Ю.	120	Патыка Т.И.	25
Логинова Н.В.	209	Перминова И.В.	115
Ломоносова В.А. / Lomonosova V.	69; 112; 134; 147; 149; 196	Петренко А.Н.	165
Лубенец В.И.	103; 175; 178	Пирог А.В.	41; 55
Лукашевич В.А.	123	Пироговская Г.В.	143; 154
Лукьянова М.В.	125	Плотникова Т.В.	157; 192
Луценко Н.В.	72	Покиньюброда Т.Я.	103
Лущик А.Я.	204	Полиенко Е.А.	36; 159
Лысак В.В.	196	Поликсенова В.Д.	162
Лыхман В.А.	36; 159	Полянская С.Н.	218

Биологически активные препараты для растениеводства

Пономарева Т.И.	183	Тугаринов Л.В.	186
Пономаренко С.П. / Ponomarenko S.	165; 194	Тукенова З.А.	84
Пржевальская Д.А.	123	Тулинов А.Г.	189
Пырко А.Н.	44	Тютюнникова Е.М.	192
Русских И.А.	39; 166; 202; 207	Фёдоров Т.Ю.	202
Рыбакова В.А.	112	Федорова О.В./ Fedorova O.V.	101; 109
Рымжанова З.А.	84	Феклистова И.Н./ Feklistova I.	69; 112; 134; 149; 194; 196
Савчик А.В.	69	Феклистова П.	199
Садовская Л.Е. / Sadovskaya L.	69; 112; 134; 149; 194; 196	Филиппова О.И.	115
Сапунова Л.И.	168	Филипцова Г.Г.	204
Сафронова Г.В.	170	Халаева В. И.	105
Сахаруга И.Ю.	152	Халиков С.С.	49; 128
Селянина С.Б.	172; 183	Харитонов Д.Э.	207
Семенюк И.В.	175	Хмелевский С.С.	154
Серая Т.М.	134	Ходосовская А.М.	209
Сигаев В.И.	78	Холодов В.А.	115
Сигида Е.Н.	47	Хомицкая Г.М.	103
Сидорова Н.В.	157	Храмцова Е.А.	75
Сизова Н.В.	172	Хрипач В.А.	24
Скакун Т.Л. / Skakun T.	69; 112; 134; 147; 149; 196	Хуршкайнен Т.В. / Hurshkainen T.	194; 212; 215
Скрипова Н.Н.	212	Чуликова Н.С.	128
Смотрина О.В.	60	Швед О.В./Shved O.V.	101; 178
Соколов Ю.А.	204	Швец В.В.	103
Сорока С.В.	215	Шибайло В.С.	44
Сороко В.И.	154	Шоинбекова С.А.	84
Стадницкая Н.Е.	178	Штанько Н.П.	72
Степанов А.А.	92	Шубаков А.А.	189
Сяхович В.Э.	44	Шуканов В.П.	218
Тамкович И.О.	168	Юзефович Е.К.	52
Тарасевич В. А.	162	Юрин В.М.	204
Теплякова О.И.	49	Якимович Е.А.	221
Ткаченко О.В.	47	Янковская Е.Н.	225
Томсон А.Э.	180	Яремкевич Е.С.	175
Трепашко Л.И.	215	Ярославцева Н.В.	115
Труфанова М.В.	172; 183	Ярыгина О.Н.	172; 183

Научное издание

**БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ПРЕПАРАТЫ
ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА
НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ – РЕКОМЕНДАЦИИ –
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

**Материалы XIV Международной
научно-практической конференции**

Минск, 3–8 июля 2018 г.

**BIOLOGICALLY ACTIVE PREPARATIONS
FOR PLANT GROWING
SCIENTIFIC BACKGROUND – RECOMMENDATIONS –
PRACTICAL RESULTS**

**Proceedings
XIV International scientific-applied conference**

Minsk, July 3–8, 2018

На русском, белорусском и английском языках

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *Д. В. Маслак*
Дизайн обложки *В. В. Клебанова*

Подписано в печать 07.06.2018. Формат 60×84/8. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 26,51. Уч.-изд. л. 23,83.
Тираж 200 экз. Заказ 311.

Белорусский государственный университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/270 от 03.04.2014.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Республиканское унитарное предприятие
«Издательский центр Белорусского государственного университета».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/63 от 19.03.2014.
Ул. Красноармейская, 6, 220030, Минск.

